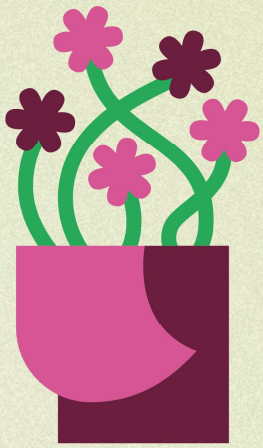
37º CICT
Ciência Delas

Anais

37º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica da UFRN





37º CICT

Ciência Delas

UFRN PROPESQ CNPq

EXPEDIENTE

APRESENTAÇÃO

O Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica (CICT) é um evento aberto à comunidade no qual todos os aproximadamente 1.800 alunos de Iniciação Científica e Tecnológica da UFRN (bolsistas e voluntários) apresentam os resultados de suas pesquisas desenvolvidas ao longo de um ano, como cumprimento de um plano de trabalho elaborado e orientado por um professor/pesquisador do quadro permanente da Instituição.

O CICT está entre as ações inseridas no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica da UFRN, que possui entre seus objetivos: a) Contribuir para a formação e engajamento de recursos humanos em atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação; b) Contribuir para a formação científica de recursos humanos que se dedicarão a qualquer atividade profissional; e c) Contribuir para a formação de recursos humanos que se dedicarão ao fortalecimento da capacidade inovadora das empresas no País.

A 37ª edição do Congresso teve como tema “Ciência Delas", estando alinhada aos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU. Ao submeter os trabalhos ao Congresso, os alunos indicaram os objetivos da Agenda 2030 aos quais suas pesquisas estavam relacionadas. Essa iniciativa visa estimular a pesquisa científica e tecnológica voltada para a busca por soluções para os desafios sociais contemporâneos. Em uma etapa inicial do CICT, denominada Mostra de Trabalhos e Vídeos de Ciência, Tecnologia e Inovação, foram realizadas as apresentações dos trabalhos submetidos pelos participantes do evento. As apresentações ocorreram de forma assíncrona, por meio de arquivos digitais (trabalho completo e vídeo), sendo disponibilizadas não só aos avaliadores do congresso pelos Sistemas da UFRN, mas também ao público em geral por meio do site do evento (www.cic.propesq.ufrn.br). Após essa etapa inicial, que ocorreu sob o formato virtual, os 48 melhores trabalhos do evento foram selecionados para apresentação oral em uma etapa complementar do congresso que ocorreu de forma presencial.

Os alunos concorreram ao 10º Prêmio Destaque na Iniciação Científica e Tecnológica da UFRN, que foi instituído pela Pró-Reitoria de Pesquisa em 2017 para reforçar as ações dos programas institucionais de iniciação científica e tecnológica. O prêmio contemplou as categorias Trabalho Destaque de Iniciação Científica e Tecnológica e Vídeo Destaque de Iniciação Científica e Tecnológica e na subcategoria de Inovação. Os premiados foram agraciados com bolsas mensais de até R$ 1100,00 (mil e cem reais) durante o período de um ano. Os orientadores dos alunos premiados adquiriram precedência em relação aos demais para efeitos de concorrência no Edital de Bolsas de Pesquisa da UFRN em 2027.

Ainda em 2026, a Pró-Reitoria de Pesquisa realizou a 8ª Edição do Prêmio Pesquisador Destaque da UFRN, certame instituído em 2019 e que é concedido anualmente aos pesquisadores da instituição que tenham apresentado relevantes contribuições para o desenvolvimento da ciência em cada uma das três grandes áreas do conhecimento: Ciências da Vida; Ciências Exatas, da Terra e Engenharias; e Ciências Humanas e Sociais, Letras e Artes. Além de troféu e certificado, todos os premiados foram contemplados com auxílio no valor de R$ 10.000,00 (dez mil reais) para custear despesas específicas, discriminadas em edital, e tiveram a oportunidade de compartilhar suas experiências com os participantes do CICT 2026 em uma mesa redonda.

Além de valorizar a contribuição das mulheres para a produção do conhecimento científico, promovendo a visibilidade de suas trajetórias e reconhecendo seu papel no desenvolvimento da ciência, o congresso cumpriu três funções valiosas para a instituição: a inserção dos discentes em um ambiente acadêmico de publicação e apresentação dos resultados de pesquisa; a divulgação científica, por meio de vídeos que utilizam uma linguagem científica, porém acessível ao público em geral; e, por fim, a popularização da ciência.

PROGRAMAÇÃO

DATA	ATIVIDADE
09/10	Divulgação da lista dos pré-selecionados para concorrer ao 9º Prêmio Destaque na Iniciação Científica e Tecnológica da UFRN
19/10	Abertura oficial do evento
19/10 a 23/10	CICT 2026 - Etapa presencial
20/10 a 22/10	Sessões de apresentações orais
23/10	Cerimônia de premiação e encerramento do evento

ESCOLA AGRÍCOLA DE JUNDIAÍ

CÓDIGO: ET0562

AUTOR: GABRIELA SILVA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: GILBERTO DE LIMA

TÍTULO: Análise de Diagramas de Nyquist e Bode e Sua Relação com Reações Eletroquímicas

Resumo

A busca por fontes renováveis e por dispositivos cada vez mais eficientes para conversão e

armazenamento de energia tem motivado o desenvolvimento de novos sistemas eletroquímicos. Nesse

contexto, dispositivos como sistemas de energia azul e máquinas ácido-base utilizam gradientes

iônicos para a conversão de energia, por isso, é importante compreender os processos eletroquímicos

envolvidos nesses sistemas. Neste trabalho, foi investigado o comportamento eletroquímico de um

filme fino de hexacianoferrato de cobre (CuHCF), um análogo do Azul da Prússia, na presença de íons

Na^+, em um potencial de 0,58V, por meio da Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE). A

análise foi realizada utilizando os Diagramas de Nyquist e Bode, conseguindo extrair informações

sobre a resistência de transferência de carga, o comportamento capacitivo e os processos de transporte

e armazenamento de íons no material. Os resultados apresentaram boa concordância entre os dados

experimentais e teóricos, com pequenas diferenças em baixas frequências, possivelmente relacionadas

à espessura do filme formado por 15 bicamadas. Os resultados permitiram compreender melhor o

comportamento eletroquímico do CuHCF e seu potencial para aplicações em dispositivos de

conversão e armazenamento de energia baseados em gradientes iônicos.

Palavras-chave: EIE. CuHCF. Íons Sódio. Energia Azul. Gradiente Iônico.

TITLE: Analysis of Nyquist and Bode Diagrams and Their Relationship to Electrochemical Reactions

Abstract

The search for renewable energy sources and increasingly efficient devices for energy conversion

and storage has encouraged the development of new electrochemical systems. In this context, blue

energy systems and acid-base machines use ionic gradients for energy conversion, making it important

to understand the electrochemical processes involved in these systems. In this work, the

electrochemical behavior of a thin copper hexacyanoferrate (CuHCF) film, a Prussian Blue analogue,

was investigated in the presence of Na^+ ions at a potential of 0.58V using Electrochemical Impedance

Spectroscopy (EIS). The analysis was performed using Nyquist and Bode plots, providing information

about charge-transfer resistance, capacitive behavior, and ion transport and storage processes in the

material. The results showed good agreement between the experimental and theoretical data, with

small differences at low frequencies, possibly related to the thickness of the film formed by 15

bilayers. The results allowed a better understanding of the electrochemical behavior of CuHCF and its

potential for applications in energy conversion and storage devices based on ionic gradients.

Keywords: EIS. CuHCF. Sodium Ions. Blue Energy. Ionic Gradient.

Introdução

A eletricidade se caracteriza como uma das principais e mais úteis formas de transferência de energia. Junto da temática da água, a de energia tem sido sempre discutida devido a sua demanda e necessidade para o futuro [1]. O vasto consumo atual de energia e esse previsível esgotamento de recursos naturais em um futuro próximo têm levado pesquisadores a desenvolverem dispositivos e/ou maneiras alternativas para extração e armazenamento de energia de maneira sustentável. A eletroquímica se caracteriza, de forma resumida, como a área da química que investiga a produção de energia elétrica pelas reações químicas ou o fornecimento desse mesmo tipo de energia para ocorrência de reações químicas. Nesse contexto, cientistas tem se baseado em conceitos básicos da eletroquímica para produção de dispositivos eletroquímicos que possam atender a demanda energética de forma sustentável [2–6].

Nesse sentido, várias técnicas eletroquímicas são empregadas para estimativa da quantidade de energia armazenada ou fornecida por esses dispositivos. A espectroscopia de impedância eletroquímica (EIE) é uma técnica eletroquímica amplamente utilizada para análise de parâmetros eletroquímicos comumente aplicada no estudo de novos dispositivos de conversão e armazenamento de energia e poderia ser utilizada como base para apresentação e discussão dos conceitos básicos de eletroquímica estudados pelos estudantes. A técnica se baseia na aplicação de um potencial elétrico oscilante entre eletrodos e análise da resposta em forma de corrente elétrica [7, 8]. A relação do potencial oscilante pela corrente oscilante é definida como impedância e é essa grandeza que é medida na EIE [7, 8].

O gráfico de Nyquist ou formato de Nyquist é um tipo de representação gráfica utilizado na análise dos dados de EIE. Nesse formato, os dados de impedância são representados em um plano de impedância complexa em que cada ponto corresponde a uma dada frequência. Gráficos como esse permite extrair informações importantes em relação a dados cinéticos das reações eletroquímicas e sua relação com alguns parâmetros elétricos. Complementar as informações extraídas dos diagramas de

Nyquist, os gráficos do tipo Bode também podem ser usados para extrair informações valiosas de sistemas eletroquímicos de conversão e armazenamento de energia. Esse gráfico consiste de um plano do módulo da impedância e ângulo de fase em função da frequência (ou logaritmo da frequência). Dados elétricos são mais facilmente observados nos diagramas de Bode, o que permite, junto ao formato Nyquist, de uma compreensão mais detalhista sobre as propriedades dos materiais e/ou dispositivos.

Uma das análises mais comuns de dados de EIE é o uso de circuitos elétricos equivalentes. Ao fazer a proposição de um circuito elétrico equivalente é preciso ter em mente que cada elemento contido no circuito, seja um resistor, capacitor, indutor ou outros elementos, deve ter um significado claro. Além disso, não existe exatamente apenas um único circuito para um determinado conjunto de dados, uma vez que diferentes circuitos podem apresentar, matematicamente, a mesma resposta de frequência [10]. Por isso é necessário, antes de tudo, de um conhecimento qualitativo do sistema a ser estudado para só então fazer a proposição de um circuito elétrico equivalente. Assim, circuitos elétricos podem ser usados para explicar reações químicas que acontecem em dispositivos de armazenamento e conversão de energia.

Modelos físicos teóricos, também, podem ser utilizados para análise de dados de impedância e permitir a determinação de parâmetros cinéticos, auxiliando na compreensão do funcionamento de baterias e outros dispositivos eletroquímicos, ao mesmo tempo que pode fortalecer os conceitos eletroquímicos estudados pelos alunos no ensino médio e ampliá-los para aproximar os alunos da aplicação prática desses conceitos.

Metodologia

Os resultados experimentais de espectroscopia de impedância eletroquímica para o análogo do azul da Prússia de cobre (abreviado para CuHCF do nome hexacianoferrato de cobre) foram obtidos do estudo de EIE realizado entre a faixa de frequência de 100 kHz e 10 mHz e amplitude CA de 5 mV em uma célula eletroquímica com três eletrodos, eletrodo de trabalho (o eletrodo de CuHCF), o contraeletrodo (um fio de platina) e um eletrodo de referência de Ag/AgCl, KCl(sat) em um eletrólito

na concentração de 10 mmol L-1 de NaCl em pH = 4 estando a célula em atmosfera de nitrogênio (N2).
O potencial de E = 0,58V foi usado para as medidas (LIMA, 2020).
Os eletrodos de filme fino foram obtidos pelo método camada-por-camada (ou LBL do inglês)
usando substrato de vidro revestido com óxido de estanho dopado com índio (ITO Aldrich, $15 \leq R \leq 25$
Ω cm2) de área de 1 cm2.O substrato foi alternativamente imerso em solução aquosa de 20 mmol L-1 de
Cu(SO4)2.6H2O (Aldrich) e em solução aquosa de 20 mmol L-1 de K3Fe(CN)6 (Aldrich),
respectivamente; cada imersão durou 1 min. As velocidades de imersão e emersão foram 80 e 5 mm min-
1, respectivamente. Este procedimento foi realizado 15 vezes, produzindo um filme fino de 15 bicamadas que
em seguida foi colocado em uma estufa à vácuo a 75 ºC por 12 horas (LIMA, 2020). Os ajustes teóricos dos
dados experimentais foram feitos utilizando o programa Mapple17 que em seguida eram
tratados utilizando o Origin8.6, onde os gráficos apresentados nos resultados foram construídos. Os
dados teóricos obtidos dos ajustes são exportados do Mapple17 e analisados.

Resultados e Discussões

A análise do comportamento eletroquímico do filme fino de hexacianoferrato de cobre (CuHCF),
na presença de íons Na^+, foi realizada por meio da Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE),
considerando o sistema em um potencial de 0,58V. Essa técnica permite acompanhar como o sistema
responde a diferentes frequências e, a partir disso, obter informações sobre os processos de transferência
de carga e de transporte de íons que acontecem na interface e no interior do filme. Para essa análise,
foram utilizados o Diagrama de Nyquist e os Diagramas de Bode, além da comparação entre os
resultados experimentais e os resultados obtidos pelo modelo teórico e o circuito elétrico equivalente
abaixo (e os parâmetros obtidos desse ajuste estão apresentados na tabela também abaixo):
No Diagrama de Nyquist (Figura 1), observa-se, na região de altas frequências, um pequeno
semicírculo, que está relacionado principalmente ao processo de transferência de carga na interface entre
o eletrodo e o eletrólito. Esse comportamento pode ser representado por uma associação em paralelo
entre um resistor e um capacitor. Nesse caso, o resistor representa a resistência de transferência de carga

(Rct), enquanto o capacitor representa a capacitância da dupla camada elétrica (Cdl). O tamanho desse arco está relacionado ao valor da resistência de transferência de carga, enquanto o intercepto observado em altas frequências pode fornecer informações sobre a resistência ôhmica do sistema (Rs), que envolve principalmente as contribuições resistivas do eletrólito e dos componentes do sistema eletroquímico.

Por conseguinte, a análise dessa região permite compreender com que facilidade ocorre a transferência de carga na interface. No filme de CuHCF, o arco apresenta um tamanho relativamente pequeno, indicando uma baixa resistência de transferência de carga e, consequentemente, uma condição favorável para os processos eletroquímicos envolvendo os íons Na^+.

Essa característica é importante quando consideramos a estrutura do CuHCF, que possui uma estrutura aberta semelhante à do Azul da Prússia, formada por canais e cavidades que permitem a entrada e a saída de íons. Uma baixa resistência de transferência de carga significa que existe menor dificuldade para que ocorra a transferência de carga na interface entre o eletrólito e o material. Isso favorece os processos relacionados à movimentação dos íons Na^+ entre a solução e o filme. É importante destacar, porém, que a Rct não representa diretamente a resistência do íon ou a resistência dos canais do material. Ela está relacionada à dificuldade cinética encontrada durante a transferência de carga na interface.

Assim, seu valor fornece uma indicação de quão favorável é esse processo, enquanto o transporte dos íons no interior da estrutura está relacionado aos demais elementos presentes no comportamento de impedância.

Ao comparar os resultados experimentais e teóricos, observa-se um ajuste muito bom entre as curvas, principalmente na região do semicírculo de transferência de carga. Os pontos experimentais acompanham de forma bastante próxima os pontos obtidos pelo modelo teórico, mostrando que o modelo utilizado consegue representar bem os processos que ocorrem nessa região. Já em baixas frequências, aparece uma pequena diferença entre os resultados experimental e teórico. Essa região está relacionada aos processos mais lentos de transporte e armazenamento de carga no interior do filme. Essa diferença pode estar relacionada à espessura do filme formado por 15 bicamadas. Quanto maior a espessura do filme, maior é o caminho que os íons Na^+ precisam percorrer para se deslocar pelo material.

Esse aumento do caminho pode dificultar o transporte iônico e tornar o processo mais complexo.
Além disso, pequenas diferenças na espessura e na organização das bicamadas podem gerar uma certa heterogeneidade no filme real. Essas características não são totalmente consideradas pelo modelo teórico, que representa uma situação mais idealizada. Por isso, a pequena diferença observada em baixas frequências pode estar relacionada às características reais do filme produzido.

Os Diagramas de Bode complementam a análise realizada pelo Diagrama de Nyquist. No gráfico do módulo da impedância, |Z|, em função do logaritmo da frequência (Figura 2), observa-se que o sistema apresenta valores mais elevados de impedância em baixas frequências e que esse valor diminui à medida que a frequência aumenta. Esse comportamento mostra que, em baixas frequências, os processos mais lentos têm maior influência sobre a resposta do sistema. Nessa condição, os íons Na^+ possuem mais tempo para se movimentar pelo material e participar dos processos de transporte e armazenamento de carga. Com o aumento da frequência, esses processos mais lentos passam a contribuir menos para a resposta, e os processos mais rápidos da interface passam a ter maior influência. Desse modo, o gráfico do módulo da impedância em função da frequência ajuda a entender como o comportamento do sistema muda de acordo com a velocidade da perturbação aplicada.

O gráfico do ângulo de fase (Figura 3) também apresenta informações importantes sobre o comportamento do sistema. Em baixas frequências, o ângulo de fase tende a valores próximos de 90°, indicando que, nessa região, a resposta do sistema é predominantemente capacitiva. Esse comportamento está relacionado à capacidade do sistema de armazenar carga e aos processos de transporte e acumulação de íons no material. É importante destacar que o valor próximo de 90° não representa uma resistência de 90° e também não significa que essa seja a resistência do material ou dos íons. O ângulo de fase indica a relação entre a parte resistiva e a parte capacitiva da impedância. À medida que a frequência aumenta, o ângulo de fase diminui e se aproxima de zero, indicando uma resposta cada vez mais resistiva. Esse comportamento está de acordo com o que foi observado no Diagrama de Nyquist e reforça a presença de diferentes processos eletroquímicos atuando em diferentes regiões de frequência.

De forma geral, os resultados obtidos pelos Diagramas de Nyquist e Bode apresentam uma boa concordância entre os dados experimentais e teóricos. O ajuste observado na região do arco foi muito satisfatório, mostrando que o modelo representa bem os processos relacionados à transferência de carga.

Na região de baixas frequências, apesar de existir uma pequena diferença entre as curvas, o comportamento geral continua sendo semelhante. Essa diferença pode estar relacionada principalmente à espessura e à heterogeneidade do filme formado por 15 bicamadas, uma vez que o material real apresenta características que não são completamente reproduzidas pelo modelo teórico. Os resultados mostram, portanto, que tanto os processos de transferência de carga na interface quanto os processos de transporte e armazenamento de Na^+ no interior do CuHCF contribuem para o comportamento eletroquímico observado.

Conclusão

A Espectroscopia de Impedância Eletroquímica permitiu compreender os principais processos que acontecem no filme de hexacianoferrato de cobre (CuHCF) na presença de íons Na^+. No Diagrama de Nyquist, o pequeno semicírculo observado em altas frequências está relacionado à transferência de carga na interface entre o eletrodo e o eletrólito, sendo representado pela associação entre a resistência de transferência de carga (Rct) e a capacitância da dupla camada elétrica (Cdl). O baixo valor de Rct indica que a transferência de carga ocorre com pouca resistência na interface, o que é importante para um material como o CuHCF, que possui uma estrutura aberta, semelhante à do Azul da Prússia, com canais que permitem a entrada e a saída de íons. O ajuste entre os resultados experimentais e teóricos foi muito bom na região do semicírculo, mostrando que o modelo utilizado descreve adequadamente esse processo. Já em baixas frequências, relacionadas aos processos mais lentos de transporte e armazenamento de carga no interior do filme, foi observada uma pequena diferença entre os resultados experimental e teórico. Essa diferença pode estar relacionada à espessura do filme formado por 15 bicamadas, pois um filme mais espesso aumenta o caminho que os íons Na^+ precisam percorrer e pode

tornar seu transporte mais complexo, além de possibilitar pequenas diferenças entre as camadas que não são consideradas no modelo teórico. Os Diagramas de Bode também apresentaram um comportamento coerente com o Nyquist, com o módulo da impedância diminuindo com o aumento da frequência e o ângulo de fase se aproximando de 90° em baixas frequências, indicando uma resposta predominantemente capacitiva. Dessa forma, os resultados mostram que o filme de CuHCF apresenta um comportamento favorável aos processos de transferência de carga e ao transporte de íons Na^+, contribuindo para o estudo de materiais que podem ser utilizados em dispositivos de conversão e armazenamento de energia baseados em gradientes iônicos.

Referências

[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY ANGENCY. Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050. 2018.
[2] LIMA, G. et al. Acid–base machines: electrical work from neutralization reactions. Physical Chemistry Chemical Physics, v. 19, p. 31202-31215, 2017.
[3] LIMA, G. et al. Energy harvesting from neutralization reactions with saline feedback. Electrochimica Acta, v. 275, 145-154, 2018.
[4] MORAIS, W. G. et al. Electrochemical Systems for Renewable Energy Conversion from Salinity and Proton Gradients. Journal of the Brazilian Chemical Society, v. 29, n. 5, p. 934-947, 2018.
[5] MORAIS, W. G. et al. Photo-assisted acid-base machine: Battery ensemble to perform work from neutralization reactions. Journal of Electroanalytical Chemistry, v. 823, p. 455-464, 2018. [6]
SILVA, F. A. et al. Enhanced Li+ charge storage in naphthalene diimide/vanadium pentoxide intercalates. RSC Advances, v. 8, p. 24029-24035, 2018.
[7]
ORAZEM, M. E.; TRIBOLLET, B. Electrochemical impedance spectroscopy, Wiley, Hoboken, 2008.
[8]
BARD, A.; FAULKNER, L. Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, John Wiley & Sons, 2001.
[9]
LIMA, G. E HUGUENIN, F. Transference function for electro-insertion reactions in blue energy devices and acid-base machines. Electrochimcia Acta, v. 305, p. 312-321, 2019.

[10]
ORAZEM, M. E.; TRIBOLLET, B. Electrochemical impedance spectroscopy, Wiley, Hoboken,
2008.
[11]
HURLBUTT, K. et al. Prussian Blue Analogs as Battery Materials. Joule, v. 2, n. 10, p. 1950-
1960, 2018.
[12]
SUN, H.; ZHANG, W.; HU, M. Prussian Blue Analogue Mesoframes for Enhanced Aqueous
Sodium-ion Storage. Crystals, v. 8, p. 23, 2018.
[13]
XU, Y. et al. Prussian blue and its derivatives as electrode materials for electrochemical energy
storage. Energy Storage Materials, v. 9, p. 11-30, 2017.

Anexos



Circuito Elétrico Equivalente e Tabela dos Parâmetros Obtidos



Figura 1

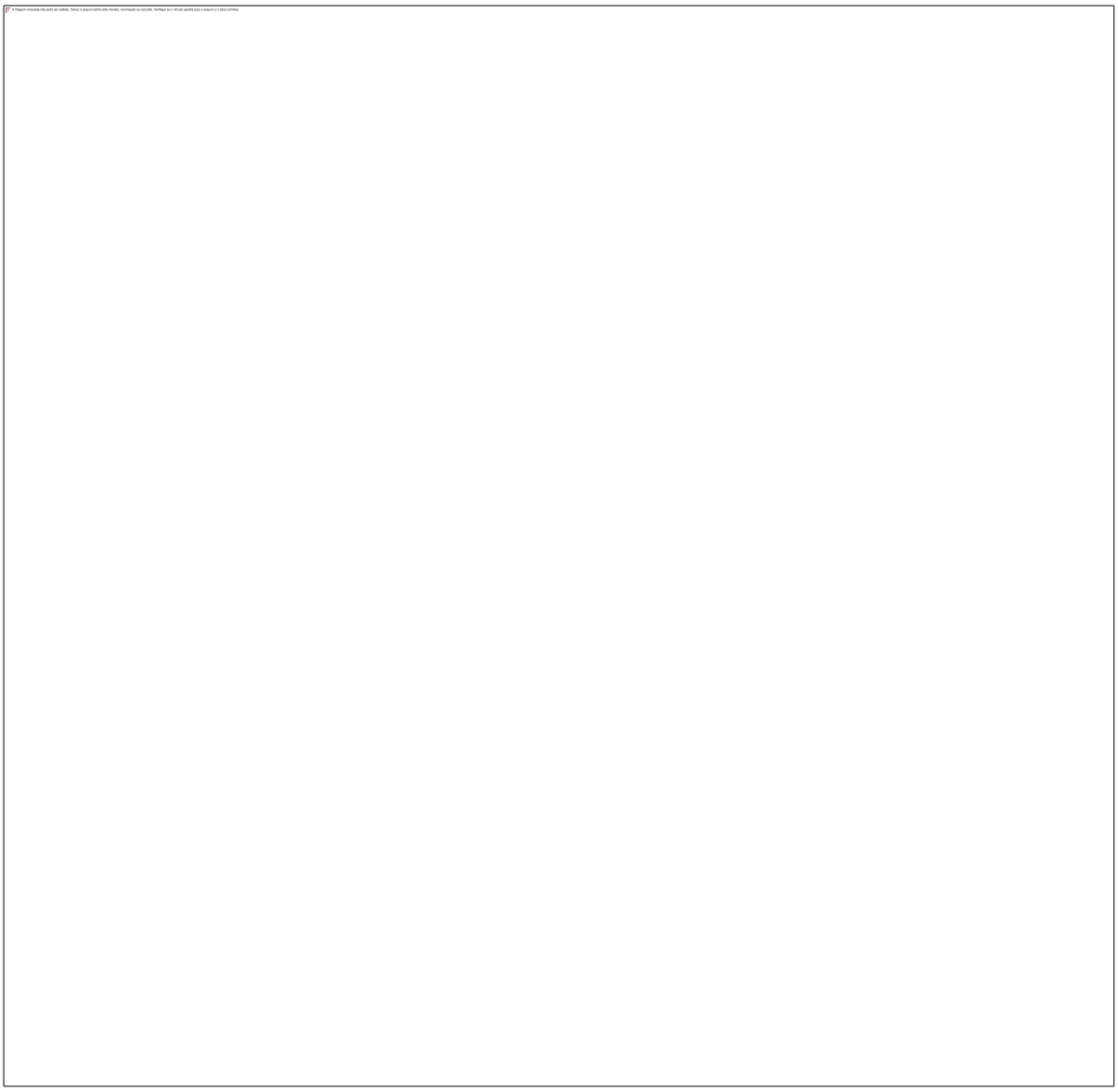


Figura 2



Figura 3

CÓDIGO: ET0773

AUTOR: ISRAEL SILVESTRE VAZ DE LIMA

ORIENTADOR: TÁSIA MOURA CARDOSO DO VALE

TÍTULO: CLARA CAMARÃO: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL CONECTANDO O HOMEM DO CAMPO A AGRICULTURA DE PRECISÃO

Resumo

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento, a implementação e os impactos da "Clara Camarão" (Clarinha), um agente de inteligência artificial desenvolvido para democratizar o acesso a dados técnicos e agronômicos no setor produtivo rural. A pesquisa justifica-se pela persistente lacuna na extensão rural, que demanda soluções ágeis e acessíveis para o fornecimento de orientações técnicas aos produtores. Metodologicamente, o agente foi estruturado por meio da plataforma de automação n8n e integrado a APIs oficiais da Embrapa e da Emparn. Destaca-se a integração com o sistema Agritec, que viabiliza a consulta em tempo real sobre cultivares e o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) para identificar os melhores períodos de plantio em todo o território nacional. A interface primária de comunicação escolhida foi o WhatsApp, aproveitando sua alta penetração no meio rural. Os resultados de campo, obtidos em um teste piloto com uma amostra de 50 agricultores no município de Extremoz (RN), revelaram excelente aceitação e engajamento da ferramenta na troca de ideias sobre manejo agrícola. Conclui-se que o uso de agentes baseados em LLMs integrados a APIs governamentais é altamente eficaz para aproximar o produtor de dados robustos, demonstrando viabilidade técnica para expansão a outras redes sociais e escalabilidade do modelo de assistência técnica digital.

Palavras-chave: agricultura de precisão, automação, ciências climáticas.

TITLE: CLARA CAMARÃO: ARTIFICIAL INTELLIGENCE CONNECTING THE RURAL WORKER TO PRECISION AGRICULTURE

Abstract

This study presents the development, implementation, and impacts of "Clara Camarão" (Clarinha), an artificial intelligence agent designed to democratize access to technical and agronomic data in the rural productive sector. The research is justified by the persistent gap in rural extension, which demands agile and accessible solutions to provide technical guidance to farmers. Methodologically, the agent was structured using the n8n automation platform and integrated with official APIs from Embrapa and Emparn. A key highlight is the integration with the Agritec system, enabling real-time

queries regarding cultivars and the Agricultural Climate Risk Zoning (ZARC) to identify optimal planting windows across the national territory. WhatsApp was selected as the primary communication interface due to its high penetration in rural areas. Field results, obtained from a pilot study with a sample of 50 farmers in the municipality of Extremoz (RN), revealed excellent acceptance and engagement with the tool for exchanging agricultural management insights. In conclusion, the use of LLM-based agents integrated with government APIs is highly effective in connecting rural producers with robust datasets, demonstrating technical viability for expansion to other social networks and scalability for the digital technical assistance model.

Keywords: precision agriculture, automation, climate sciences.

Introdução

A agricultura contemporânea enfrenta o desafio global de aumentar a eficiência produtiva sob as pressões crescentes das mudanças climáticas e da instabilidade dos ecossistemas. Nesse cenário, a agricultura de precisão e o manejo baseado em dados agrometeorológicos consolidaram-se como ferramentas indispensáveis para a mitigação de riscos e para a maximização das safras. Contudo, no Brasil, o acesso a plataformas de monitoramento e a análises preditivas robustas permanece majoritariamente restrito aos grandes conglomerados do agronegócio. Os pequenos e médios produtores rurais, fundamentais para a segurança alimentar e para a economia local, enfrentam severas barreiras para a adoção dessas práticas, sendo afetados pela escassez crônica de assistência técnica presencial e contínua, como revelam os dados oficiais do Censo Agropecuário de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para além dos entraves financeiros e de conectividade, existe uma barreira estrutural limitante: o perfil socioeconômico e educacional do trabalhador rural. A baixa escolaridade é uma realidade predominante que dificulta a interpretação direta de relatórios técnicos complexos, gráficos de risco climático ou tabelas agronômicas densas (IBGE/Tabela 6779). Ao analisar os dados consolidados do Censo de 2017, a gravidade desse cenário torna-se evidente. No que tange à escolaridade, embora 6,7% dos produtores possuam Ensino Superior e 15,5% tenham alcançado o Ensino Médio, a vasta maioria concentra-se em faixas de baixa instrução formal: 25,8% possuem apenas o Ensino Fundamental, 36,5% sabem ler e escrever sem curso formal, e 15,5% nunca frequentaram a escola ou não sabem ler e escrever. Paralelamente a essa limitação educacional, o setor enfrenta um isolamento técnico crítico: cerca de 79,8% dos estabelecimentos rurais declararam não ter recebido qualquer tipo de orientação técnica. Entre a minoria que recebeu assistência, apenas 7,8% contaram com suporte governamental (público/EMATER), seguidos por empresas privadas (5,2%), cooperativas (4,5%) e outras origens como ONGs e sindicatos (2,7%). Esses indicadores explicitam que as soluções tecnológicas tradicionais, baseadas em painéis (dashboards) complexos ou manuais textuais extensos, falham em atingir o homem do campo, criando um abismo entre o conhecimento científico gerado pelas instituições de pesquisa e o agricultor que executa o manejo diário. Torna-se, portanto, imperativo desenvolver mecanismos de extensão rural digital que atuem como tradutores do conhecimento. É nesse ponto de convergência que a Inteligência Artificial (IA) generativa e os Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs) emergem como alternativas revolucionárias. A IA possui a capacidade singular de processar bases de dados massivas e convertê-las em diálogos simplificados e naturais, superando as

limitações impostas pelo baixo nível de alfabetização funcional e pela falta de assistência técnica no setor. Diante disso, o presente trabalho justifica-se pela urgência social e econômica em fornecer orientações técnicas confiáveis e de fácil assimilação diretamente aos produtores de menor escala, visando mitigar perdas de safra decorrentes de eventos climáticos extremos e otimizar a escolha de cultivares. O principal objetivo deste estudo é apresentar o desenvolvimento, a arquitetura e a validação prática da "Clara Camarão" (Clarinha), um agente de inteligência artificial desenhado especificamente para democratizar o acesso à agricultura de precisão. O ecossistema foi estruturado para mitigar o distanciamento tecnológico através de uma interface amplamente disseminada no cotidiano da população: o aplicativo de mensagens WhatsApp. A pesquisa demonstra como esta solução interativa, integrada via plataforma de automação n8n a APIs de referência nacional como as da Embrapa (incluindo o sistema Agritec) e da Emparn, consegue transformar dados complexos de risco climático e zoneamento agrícola em respostas diretas.

Metodologia

O desenvolvimento, a validação e a implementação deste ecossistema seguiram um fluxo prático-sequencial para alinhar sistemas agrometeorológicos às demandas do homem do campo. Inicialmente, a pesquisa delimitou sua amostra por conveniência com 50 agricultores familiares e de subsistência no município de Extremoz, Rio Grande do Norte. A escolha justifica-se pelo perfil socioeconômico local de produtores que necessitam de suporte técnico para mitigar riscos climáticos. Para a sustentação lógica e o processamento de linguagem natural, utilizou-se a plataforma de automação n8n. Essa ferramenta atuou como o motor de orquestração central (back-end low-code), estruturando o agente de IA, conectando os nós de processamento e gerenciando as requisições síncronas entre as interfaces de programação de aplicações (APIs). A identidade do agente, denominada Clara Camarão e apelidada de "Clarinha", traz representatividade histórica e resgate cultural ao município dos testes. O nome homenageia a liderança da indígena potiguara que se destacou como guerreira nas invasões holandesas no século XVII, nascida na antiga Aldeia do Guajiru, local que hoje abriga uma casa multicultural em sua memória. A escolha humaniza o contato tecnológico, gerando identificação e confiança entre os produtores locais e a inovação digital. Com a identidade firmada, a etapa seguinte consistiu em consolidar a base de conhecimento (knowledge base) fornecida à inteligência artificial baseada em Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs). O sistema opera com uma arquitetura híbrida de recuperação de informações. Na primeira camada, garantiu-se ao agente o acesso à internet em tempo real para diálogos fluidos e esclarecimento de dúvidas gerais sobre conceitos agronômicos e práticas de manejo. Para assegurar o rigor científico e mitigar o risco de alucinações, o agente foi integrado via requisições HTTP à API Agritec, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A integração permitiu o acesso direto aos parâmetros do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), viabilizando o fornecimento preciso de períodos ideais de plantio. O "Módulo de Zoneamento" é ativado quando o usuário consulta uma cultura específica e uma localização. Para garantir a precisão nessa identificação e mitigar erros de digitação ou falhas de transcrição de voz (TTS) por parte do usuário, implementou-se uma vector store contendo os nomes de todos os municípios do Brasil. Dessa forma, o n8n intercepta a mensagem, extrai as entidades com o apoio dessa busca vetorial e converte os dados em um formato JSON com o código IBGE exato do município e o

identificador da cultura. A requisição é enviada aos servidores da Embrapa, que retornam os dados das janelas de plantio, segregados por regime hídrico (sequeiro e irrigado). O agente de IA usa engenharia de prompt para traduzir os dados brutos em uma resposta textual simplificada e sem jargões. Também mapeou-se um fluxo alternativo para listar todas as culturas aptas ao plantio em um município, usando dados de aptidão climática da Embrapa e da Emparn.

Como premissa fundamental, essa inteligência deveria ser entregue de forma simplificada na palma da mão do produtor, mitigando o atrito de instalar novos softwares. Por isso, o WhatsApp foi selecionado como canal primário de comunicação, aproveitando sua universalização no cotidiano rural. Para gerenciar o fluxo de atendimento, configurou-se uma base de dados acoplada ao sistema de automação. Este banco de dados registra e indexa de maneira persistente o número telefônico de cada cidadão que estabelece contato. O algoritmo armazena o histórico cronológico de interações desde a primeira mensagem de saudação (o "oi" inicial), estruturando um log de dados que preserva o contexto em conversas longas. Na etapa de validação empírica, o sistema foi disponibilizado em ambiente de produção para os 50 agricultores em Extremoz. Durante o período experimental, os produtores interagiram com o sistema livremente em suas rotinas diárias. Isso permitiu à equipe de pesquisadores observar o comportamento natural dos usuários, as principais demandas expressas, as dúvidas recorrentes sobre o manejo prático e o nível de engajamento com a inteligência artificial. Por fim, visando à sustentabilidade tecnológica da solução frente às evoluções das mídias digitais, toda a arquitetura de software foi concebida sob o paradigma da modularidade e da expansibilidade orientada a serviços. A lógica de programação implementada no n8n desatrelou as rotinas de processamento de dados e as chamadas de APIs agronômicas da camada de apresentação do usuário. Essa separação arquitetural garante que o núcleo de inteligência da Clara Camarão opere de forma agnóstica em relação ao canal de comunicação de origem. Como resultado, o sistema encontra-se tecnicamente preparado e homologado para estender suas capacidades de atendimento para outras redes sociais de grande alcance, como o Instagram e o Facebook Messenger, dependendo apenas da vinculação de novos webhooks conectados às APIs oficiais da Meta Platforms. Essa escalabilidade permite que a ferramenta atue não apenas como um projeto piloto isolado, mas como um modelo viável de política pública de extensão rural digital em larga escala, adaptável aos canais de comunicação preferenciais das populações rurais de diferentes regiões.

Resultados e Discussões

Os resultados obtidos a partir da implementação piloto do agente de inteligência artificial Clara Camarão revelaram uma aceitação altamente positiva e homogênea por parte da amostra de 50 agricultores familiares localizados no município de Extremoz, Rio Grande do Norte. Segundo a fala do secretário de agricultura do município, a tecnologia “ Longe de encontrarem uma barreira tecnológica intransponível” — cenário frequentemente temido em projetos que envolvem a introdução de inovações digitais no campo —, os produtores rurais relataram expressiva facilidade, familiaridade e entusiasmo no manuseio da ferramenta. A principal decisão que permitiu um acesso simplificado à solução, foi a escolha do WhatsApp como canal exclusivo de comunicação nesta fase do projeto. Por se tratar de um aplicativo de mensagens instantâneas que já integra a rotina diária, pessoal e comercial desses indivíduos, o canal eliminou a curva de aprendizado técnica comumente exigida por softwares proprietários

ou painéis complexos de agricultura de precisão. A dinâmica de interagir e trocar ideias sobre o manejo agrícola, escolha de cultivares e combate a pragas fluiu de maneira surpreendentemente natural. Um indicador qualitativo marcante do nível de engajamento e conexão emocional estabelecido foi o fato de os próprios produtores passarem a se referir à inteligência artificial pelo apelido carinhoso de "Clarinha". Essa personificação e o tratamento afetuoso demonstram que o uso de Processamento de Linguagem Natural (PLN) bem calibrado é capaz de quebrar o distanciamento institucional e o formalismo técnico que costumam afastar o produtor tradicional das recomendações científicas oficiais. A interação ocorreu de forma tão orgânica, fluida e amigável que, em diversos momentos monitorados nas conversas, os agricultores transcenderam o escopo estritamente agropecuário, fazendo perguntas cotidianas, e até mesmo conversando com a clarinha como se fossem amigos de longa data. Esse perfil comportamental e linguístico evidencia não apenas a eficácia dos algoritmos de linguagem em gerar empatia e rapport, mas também o sucesso categórico na mitigação da frieza e da rigidez sintática típicas de sistemas automatizados baseados em árvores de decisão ou Unidades de Resposta Audível (URA). A ferramenta deixou de ser percebida como um software de consulta e passou a ser integrada à rotina como uma presença digital confiável, uma espécie de consultora técnica virtual disponível em tempo integral no bolso do trabalhador rural. Embora não tenham sido registradas queixas formais ou técnicas quanto à dificuldade de acesso à internet ou à infraestrutura de conectividade em Extremoz, a análise qualitativa dos dados de conversação revelou uma resistência pontual e multifacetada por parte de uma pequena parcela dos agricultores participantes. Essa resistência não se deu pela incapacidade de digitar ou enviar áudios, mas sim por fatores de ordem cultural, geracional e epistemológica relacionados à validação do conhecimento técnico versus o conhecimento tradicional. Observou-se que parte desse grupo mais reticente demonstrou uma maior receptividade e abertura ao diálogo somente quando as primeiras orientações e recomendações fornecidas pela Clara Camarão convergiram diretamente com o conhecimento prévio que eles já possuíam. Esse saber local, na maioria dos casos, é de natureza empírica, experimental e tácita, tendo sido acumulado e refinado ao longo de gerações consecutivas de famílias agricultoras e anos de prática prática diária no plantio sob as condições climáticas e de solo específicas da região litorânea e agreste do estado. Quando a IA validava, por exemplo, a época tradicional de plantio de uma cultura local ou os sinais de manejo que o agricultor já praticava, criava-se um elo de legitimação mútua. A partir dessa validação inicial, o produtor passava a confiar nas recomendações subsequentes e mais complexas do sistema. Esse fenômeno indica que o desenvolvimento e a implantação de soluções tecnológicas disruptivas no ecossistema da agricultura familiar não podem ser encarados como processos puramente tecnocráticos ou de transferência unilateral de informação. Eles devem ser obrigatoriamente acompanhados e chancelados por estratégias contínuas de extensão rural presencial e metodologias ativas de sensibilização e aculturação digital. Torna-se imperativo adaptar as abordagens de comunicação e o tom de voz da IA para sanar as barreiras e vulnerabilidades de todos os perfis de produtores, desenhando interfaces inclusivas que acolham aqueles que possuem limitações de alfabetização funcional, resistência psicológica a mudanças drásticas no manejo ou dificuldades naturais de adaptação ao uso de novas ferramentas de governança digital. A convergência entre a facilidade de comunicação da interface conversacional e o rigor matemático-científico dos dados meteorológicos e agronômicos consumidos via API gerou um impacto direto e mensurável na segurança produtiva dos agricultores assistidos em Extremoz. O acesso imediato, democrático e simplificado ao calendário oficial de plantio permitiu aos produtores locais realizarem o planejamento

estratégico de suas safras com um grau de previsibilidade e embasamento técnico até então inexistente para aquela população, historicamente desprovida de assistência técnica contínua em campo. O uso contínuo da ferramenta demonstrou que a inserção da inteligência artificial generativa e conversacional no ecossistema da agricultura familiar atua como um poderoso vetor de democratização da ciência. Ao traduzir bases de dados complexas, tabelas densas e jargões agronômicos em diálogos cordiais, contextualizados e repletos de identidade local, a Clara Camarão não apenas otimizou a tomada de decisão no ambiente rural de Extremoz, mas também estabeleceu um novo e promissor paradigma para as políticas públicas de difusão de tecnologia e extensão rural digital em larga escala em nosso país.

Conclusão

Os resultados alcançados com o desenvolvimento e a validação em campo da Clara Camarão demonstram que esta pesquisa foi bem-sucedida em propor uma solução inovadora e de alta aplicabilidade prática para os desafios históricos da extensão rural na agricultura familiar. O estudo comprovou que a integração entre inteligência artificial conversacional e ferramentas de orquestração de fluxos como o n8n resolve o gargalo da transferência de tecnologia para o agricultor com baixo nível de escolaridade. Ao transpor os dados científicos do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) da Embrapa para uma interface de uso cotidiano e popular como o WhatsApp, a pesquisa democratizou o acesso à informação técnico-científica, transformando dados complexos em tomadas de decisão seguras para os 50 agricultores acompanhados no município de Extremoz. O principal mérito metodológico e prático deste trabalho reside na superação da barreira da exclusão digital através da humanização da interface. A adoção espontânea do apelido "Clarinha" pelos produtores e a quebra da rigidez típica de sistemas automatizados evidenciam que o processamento de linguagem natural, quando calibrado com sensibilidade cultural, é capaz de gerar empatia e estabelecer um canal de comunicação de extrema confiabilidade. Além disso, a investigação trouxe à luz a importância de se respeitar a epistemologia local: a resistência inicial de uma parcela dos agricultores, associada a fatores geracionais e ao apego ao conhecimento empírico tradicional, foi superada justamente quando o sistema validou o saber acumulado por gerações. Esse achado consolida a premissa de que a tecnologia de ponta e o conhecimento tradicional não são excludentes, mas sim grandes aliados e complementares na construção de uma agricultura familiar resiliente. Do ponto de vista da infraestrutura tecnológica, a arquitetura desenvolvida afirmou-se como um modelo replicável para políticas públicas de governança digital e mitigação de riscos climáticos. A estruturação de um banco de dados dinâmico capaz de mapear perfis e disparar alertas meteorológicos ativos e geolocalizados em tempo real poderia conferir ao sistema um papel preventivo crucial para a salvaguarda de safras e insumos em regiões vulneráveis a intempéries climáticas. Como desdobramento natural desta investigação e vislumbrando o futuro da extensão rural digital, abre-se um horizonte promissor para o aprimoramento deste ecossistema por meio da incorporação de ferramentas multimodais, permitindo que o agricultor interaja plenamente através do envio de fotografias em tempo real de lavouras para diagnósticos fitossanitários imediatos. O avanço desta tecnologia aponta para um cenário onde a inteligência artificial operará não apenas como um assistente reativo, mas como um agente preditivo e integrado, consolidando a fusão definitiva entre a ciência de dados, a tecnologia da informação e a sabedoria do campo na promoção do desenvolvimento rural sustentável.

Referências

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). AgroAPI: Plataforma de APIs da Embrapa. Embrapa, 2024. Disponível em: https://www.embrapa.br/agroapi. Acesso em: 04 abr. 2025. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE (EMPARN). Meteorologia. EMPARN, 2025. Disponível em: https://meteorologia.emparn.rn.gov.br/. Acesso em: 27 abr. 2025. N8N. N8N Documentation. N8N, [s.d.]. Disponível em: https://docs.n8n.io/. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/. ARIBONI S; Perito R. Guia Prático para um projeto de pesquisa exploratória, experimental, descritiva. São Paulo: Unimarco, 2004. BEZERRA, B. G., Silva, L. L., Silva, C. M. S. e, & Carvalho, G. G. de. (2019). Changes of precipitation extremes indices in São Francisco River Basin, Brazil from 1947 to 2012. Theoretical and Applied Climatology, 135(1–2), 565–576. https://doi.org/10.1007/s00704-018-2396-6 DESCHÊNES, Olivier; GREENSTONE, Michael; GURYAN, Jonathan. Climate change and birth weight. American Economic Review, v. 99, n. 2, p. 211-17, 2009. FAO—Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). How does international price volatility affect domestic economies and food security? Rome: FAO. Retrieved from http://www.fao.org/3/a-i2330e.pdf FAO—Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). The multiple dimensions of food security. FAO. Rome: FAO. Retrieved from http://www.fao.org/3/a-i3434e.pdf LINDOSO, Diego Pereira. Vulnerabilidade e Adaptação da Vida às Secas: desafios à sustentabilidade rural familiar nos semiáridos nordestinos. Tese de doutorado - Universidade de Brasília, 2013. LWANGA SK; Lemeshow S. Sample size determination in health studies: a practical manual. Geneva: World Health Organization, 1991. MARENGO, J. A. (2014). O futuro clima do Brasil. Revista USP, (103), 25. https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i103p25-32 SILVA, P. E., Santos e Silva, C. M., Spyrides, M. H. C., & Andrade, L. de M. B. (2019). Analysis of climate extreme indices in the northeast brazil and the Brazilian amazon in the period from 1980 to 2013. Anuário Do Instituto de Geociencias, 42(2), 137–148. https://doi.org/10.11137/2019_2_137_148 SUGUITANI, C. Entendendo o crescimento e produção da cana de açúcar: avaliação do modelo Mosicas. 2006. 66p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura" Luiz de Queiroz), Piracicaba, 2006. SUN, Liqiang et al. Climate variability and corn yields in semiarid Ceará, Brazil. Journal of Applied Meteorology and Climatology, v. 46, n. 2, p. 226-240, 2007

Anexos



FIGURA 1. Gráfico apontando os índices de escolaridade dos produtores rurais no território brasileiro. Fonte: Elaborado pelo autor. (IBGE/Tabela 6779)

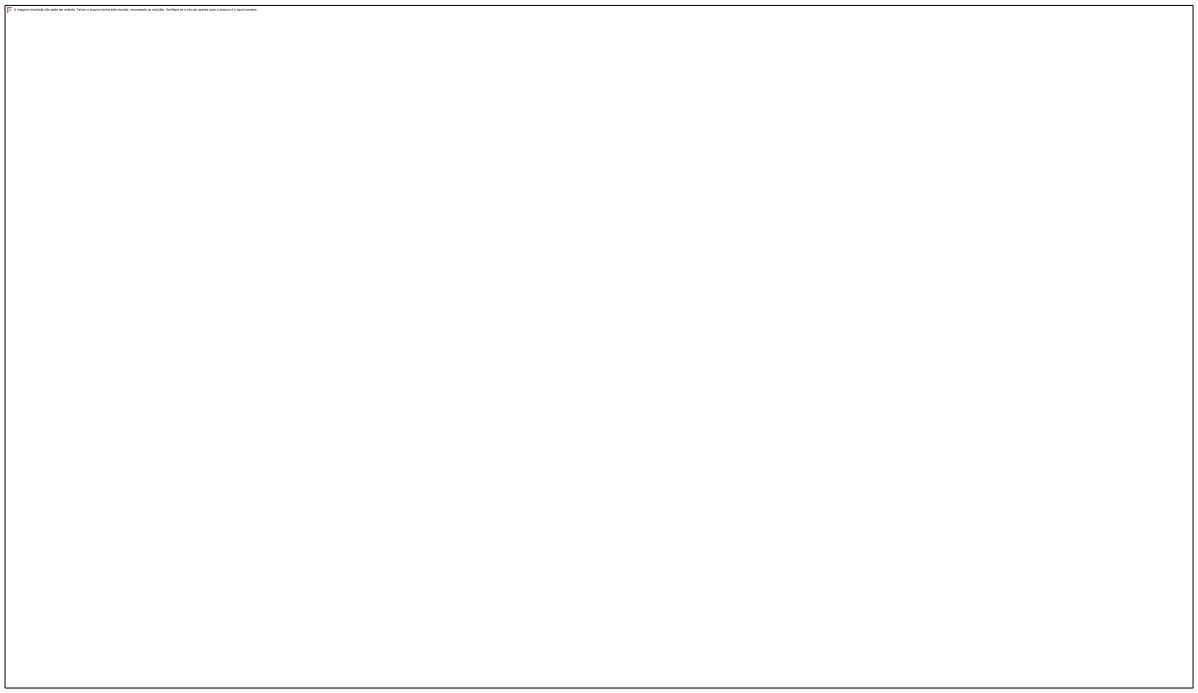


FIGURA 2. Gráfico indicando a origem da orientação técnica recebida pelos agricultores em território nacional para uso no plantio agrícola. Fonte: Elaborado pelo autor. (IBGE/Tabela 6779).



Figura 3. Fluxo de interação do Agricultor com a I.A

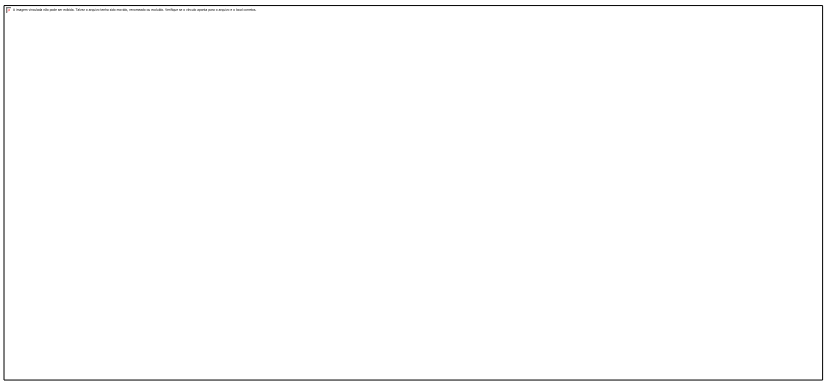


FIGURA 4. Comparativo entre uma ilustração de clara camarão e a adaptação feita para utilização no whatsapp

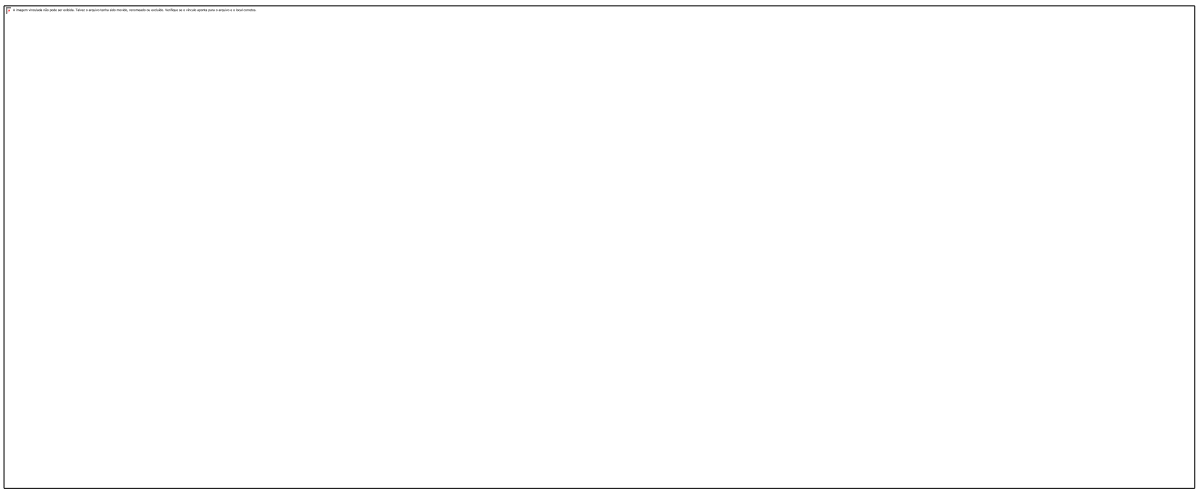


FIGURA 5. Tratamento de dados em caso de erro ortográfico no fluxo de zoneamento



FIGURA 6. Fluxo para obtenção dos dados de zoneamento.



FIGURA 7. Tratamento de dados advindos da api e fornecimento de resposta ao usuário.



FIGURA 8. Fluxos de tratamento de mensagens recebidas via whatsapp

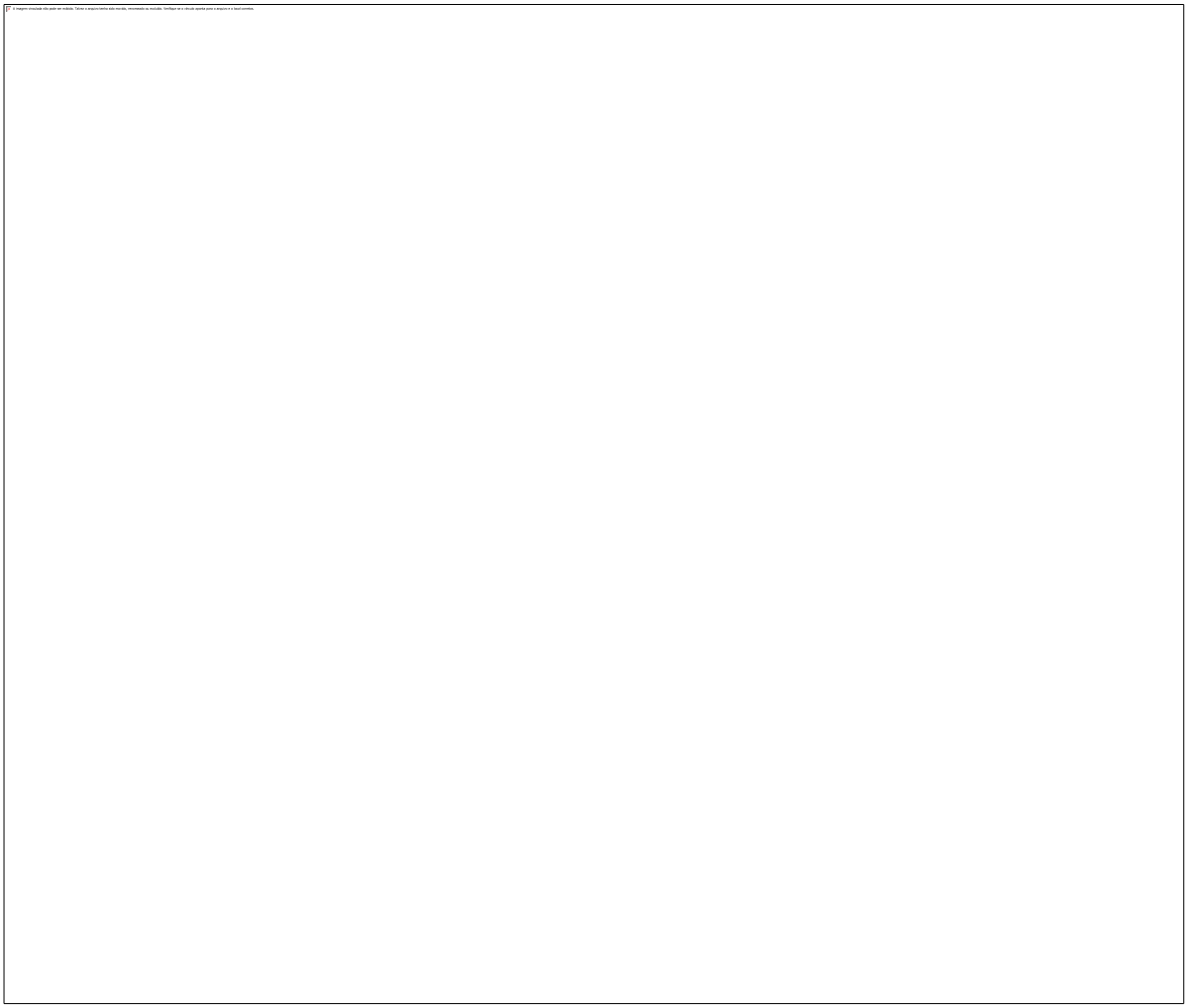


Figura 9. Interações sobre o plantio com a clarinha.

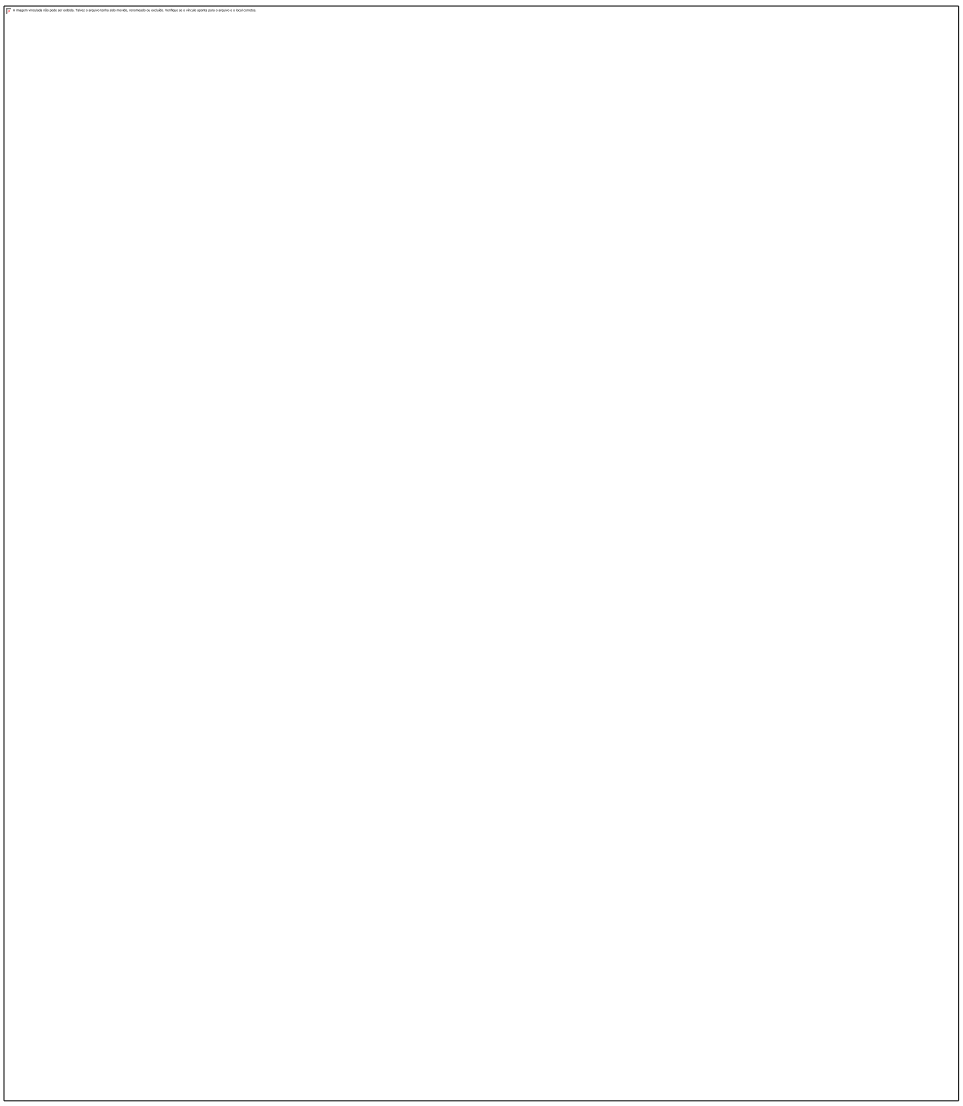


Figura 10. Interações fora do escopo entre a clarinha e os usuários.



Figura 11. Gráfico de Sankey indicando os dados relativos a aceitação da ferramenta.

CÓDIGO: ET0893

AUTOR: NICOLE ROMEIRO LEITE DE AQUINO

ORIENTADOR: ANDRE STUWART WAYLAND TORRES SILVA

TÍTULO: Interpretação dos Dados e Divulgação — Conectados com a Ciência

Resumo

A infraestrutura limitada de laboratórios e materiais especializados dificulta o aprendizado das ciências da natureza. Nesse contexto, o projeto de iniciação científica #ConectadosComACiência surge como uma alternativa para democratizar o conhecimento científico por meio das plataformas digitais Instagram, TikTok, YouTube e Facebook. A análise foi realizada a partir da produção, edição e divulgação de vídeos contendo experimentos de física, química e biologia, realizados com materiais recicláveis e de baixo custo, a iniciativa analisou métricas fornecidas pelas redes sociais. Entre as plataformas avaliadas, o Instagram apresentou os melhores resultados durante um período de 90 dias, alcançando 11.751 contas e registrando 9.400 visualizações. Os resultados indicam que a utilização de experimentos de baixo custo associada às redes sociais pode contribuir para a divulgação científica e para a ampliação do acesso ao conhecimento entre estudantes do ensino fundamental II e do ensino médio, consolidando as plataformas digitais como ferramentas pedagógicas complementares.

Palavras-chave: Redes sociais, Audiovisual, Democratização do conhecimento.

TITLE: Data Interpretation and Dissemination — Connected to Science

Abstract

Limited access to laboratories and specialized materials hinders the learning of the natural sciences. In this context, the #ConectadosComACiência scientific research project emerges as an alternative to democratize scientific knowledge through the digital platforms Instagram, TikTok, YouTube, and Facebook. The analysis was based on the production, editing, and dissemination of videos featuring physics, chemistry, and biology experiments conducted using recyclable and low-cost materials; the initiative analyzed metrics provided by social media platforms. Among the platforms evaluated, Instagram yielded the best results over a 90-day period, reaching 11,751 accounts and

recording 9,400 views. The results indicate that the use of low-cost experiments in conjunction with social media can contribute to the dissemination of science and to expanding access to knowledge among middle and high school students, thereby consolidating digital platforms as complementary educational tools.

Keywords: Social media, Audiovisual, Democratization of knowledge.

Introdução

A disseminação do conhecimento é fundamental para o crescimento intelectual, capacitando os jovens a compreender fenômenos do cotidiano. No entanto, para que tal atividade seja aproveitada, é necessário que chegue de maneira efetiva a quem a consome. Nesse sentido, fatores econômicos e sociais influenciam diretamente a disponibilidade de recursos didáticos e atividades laboratoriais, devido à falta de infraestrutura adequada, em especial, na área das ciências da natureza.

Diante desse cenário, com o avanço das tecnologias, torna-se possível obter o alcance do público jovem, em destaque, por meio das redes sociais. Plataformas digitais como Instagram e TikTok convertem-se em ferramentas que democratizam o contato com comunidades científicas, permitindo o aprendizado de maneira remota, lúdica e dinâmica, captando a atenção dos estudantes.

Assim, o projeto de iniciação científica #ConectadosComACiência surgiu como uma alternativa para tornar o saber acadêmico mais próximo da realidade dos discentes que cursam o ensino fundamental II e ensino médio. Por meio do desenvolvimento e divulgação nas mídias sociais de experimentos científicos produzidos com materiais de origem reciclável, baixo custo e ampla disponibilidade, com o intuito de explicar fenômenos químicos, biológicos e, principalmente, físicos.

Em conjunto com a difusão do material audiovisual, o projeto analisa e interpreta os dados fornecidos pelos aplicativos, como alcance, engajamento, faixa etária e informações demográficas. A análise permite compreender qual é o perfil do público que interage com a conta, contribuindo para garantir a efetividade das estratégias adotadas e avaliar o impacto da divulgação científica.

Metodologia

O projeto foi desenvolvido a partir de etapas articuladas com o cotidiano e escolaridade do público-alvo, integrando o conteúdo visto no ambiente educacional à criação e publicação de experimentos físicos e químicos. A princípio, foram observadas situações do dia a dia, tópicos escolares abordados nas salas de aula da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN) e textos científicos.

A partir disso, foram selecionados experimentos com materiais, em sua maioria, reciclados e de baixo custo, ilustrando o fenômeno de forma atrativa e compreensível, com linguagem de fácil assimilação, sendo a seleção e realização dos experimentos desenvolvidas pela frente de "Levantamento e Fabricação de Experimentos — Conectados com a Ciência", permitindo a criação dos vídeos.

Nesse contexto, a elaboração do material videográfico consistiu na produção de vídeos curtos (Shorts e Reels), formato padrão que os jovens costumam consumir nas plataformas virtuais. Estes conteúdos foram submetidos ao processo de edição, deixando-os atrativos e acessíveis por meio da inclusão de legendas, músicas, cortes, imagens, entre outros elementos gráficos. Ademais, contou com aplicativos de suporte, sendo eles CapCut, Alight Motion, Canva e Pinterest. Vale pontuar brevemente que o uso desses softwares seguiu as diretrizes de direitos autorais e reutilização comercial e não comercial das plataformas. As publicações dos conteúdos foram realizadas nas redes Instagram, TikTok, Facebook e YouTube.

Outrossim, após a publicação, houve a análise dos dados obtidos em cada vídeo e do painel geral da conta, disponibilizado pelas plataformas, com o objetivo de observar o nível de engajamento do perfil, os tópicos com melhores alcances, organização das postagens, características demográficas, faixa etária que mais consome, curtidas e comentários. É relevante citar que os dados fornecidos são anônimos, garantindo a privacidade dos usuários.

Resultados e Discussões

A divulgação dos experimentos permitiu o alcance dos conteúdos científicos para além do ambiente escolar, atingindo não apenas as faixas etárias pretendidas, mas também jovens adultos. A utilização dos elementos visuais contribuiu para tornar os conteúdos acessíveis, facilitando a apresentação dos tópicos curriculares.

A avaliação dos dados coletados possibilitou compreender a maneira como o público interage com as publicações, avaliando a eficácia das estratégias de divulgação propostas pelo projeto. As métricas variam entre as plataformas (Instagram, TikTok, YouTube e Facebook). No TikTok, relatórios analíticos detalhados exigem ao menos 100 seguidores; como o perfil está em fase de expansão para atingir essa marca, a coleta nessa rede limitou-se ao número de visualizações, diferentemente do Instagram que fornece maior conjunto de informações. Nas Figuras 3 e 4, as colunas do TikTok, YouTube e Facebook estão presentes, mas o texto de Resultados e Discussão foca quase exclusivamente no Instagram.

Durante o período de 90 dias, o aplicativo Instagram apresentou os resultados mais positivos entre as plataformas utilizadas. O perfil obteve o alcance de 11.751 contas, dos quais, aproximadamente, 45,1% eram seguidores e 54,9% correspondiam a novos usuários. Esses dados demonstram que as publicações obtiveram resultados satisfatórios, captando novos perfis e disseminando o conhecimento científico.

Além disso, durante o mesmo intervalo, apresentou um total de 9.400 visualizações. Deste total, em média, 5.300 foram realizadas por não seguidores e 4.100 por seguidores, nesse formato de postagem, com 3.320 visualizadores – número de contas que visualizaram o conteúdo ao menos uma vez. Foram registradas 648 interações e 258 visitas ao perfil. Esses dados demonstram que houve formas distintas de reações ao conteúdo apresentado, contribuindo para o nível de engajamento.

Os resultados obtidos evidenciam que a utilização de experimentos de baixo custo em consonância com as mídias digitais é uma estratégia interessante para propagar conteúdos voltados à área das ciências da natureza, especialmente quando o acesso a laboratórios e materiais especializados é limitado. Sendo assim, os vídeos curtos apresentam potencial como forma de divulgação e alternativa para alcançar o acesso ao ensino científico.

Conclusão

Os resultados obtidos demonstram que as plataformas digitais constituem uma ferramenta para a propagação da educação no âmbito da ciência, ultrapassando barreiras e adequando-se à realidade da sociedade. Nesse sentido, vídeos curtos de experimentos que utilizam materiais de fácil acesso aliados a elementos audiovisuais atrativos, tornam-se estratégicos para despertar o interesse dos jovens pelos assuntos científicos.

A interpretação dos dados permitiu compreender o alcance do público atingido pelo projeto #ConectadosComACiência. Desse modo, a iniciativa e a continuidade do programa colaboram para a democratização do conhecimento científico e fortalecem a utilização de meios digitais como recursos pedagógicos construtivos, complementando o ensino convencional.

Referências

WITTER, Gerson Pastre. Democratização do conhecimento. Psicologia Escolar e Educacional, [S. l.], v. 1, n. 2-3, 1997. DOI: 10.1590/S1413-85571997000100001.

SANTOS, Rodrigo Otávio dos; RUDNIK, Raquel Machado Lopes. Instagram e a educação: algumas considerações. Revista Brasileira de Educação, v. 27, e270099, 2022. DOI:https://doi.org/10.1590/S1413-24782022270099

PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro. Comunidades científicas e infra-estrutura tecnológica no Brasil para uso de recursos eletrônicos de comunicação e informação na pesquisa. Ciência da Informação, Brasília, v. 32, n. 3, p. 62-73, 2003. DOI:https://doi.org/10.1590/S0100-19652003000300008

FRANÇA, Gustavo Henrique de; LOPEZ, Johnny Vilcarromero. Experimento de baixo custo para o ensino de física óptica: o caso da Lei de Malus. Revista Brasileira de Ensino

de Física, São Paulo, v. 44, e20210423, 2022. DOI:https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0423.

SILVA, J.; LEAL, C. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 39, n. 1, 2017. DOI:https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0167.

WERHMULLER, Claudia Miyuki; SILVEIRA, Ismar Frango. Redes sociais como ferramentas de apoio à educação. In: SEMINÁRIO HISPANO BRASILEIRO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS), 2., 2012. Anais [...]. 2012. p. 594-60

Anexos

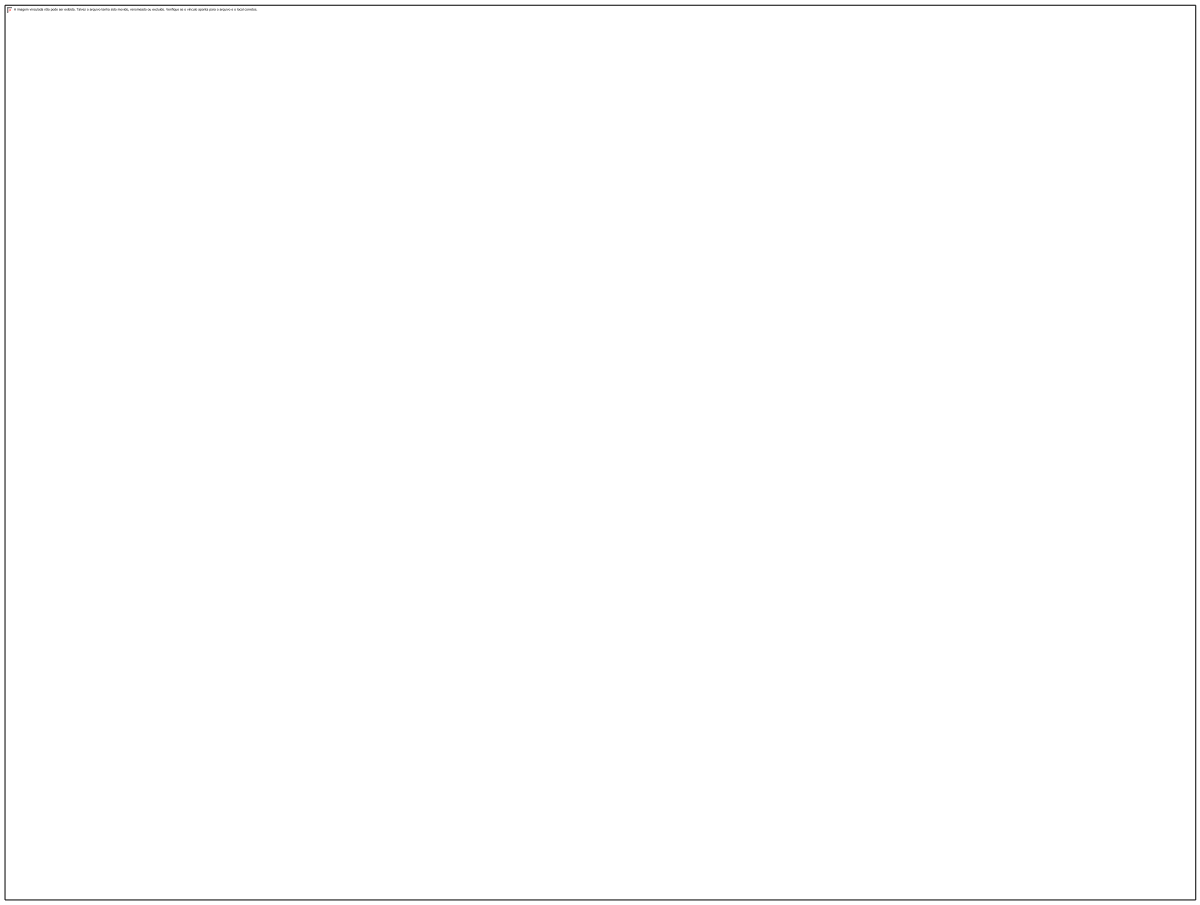


Figura 1

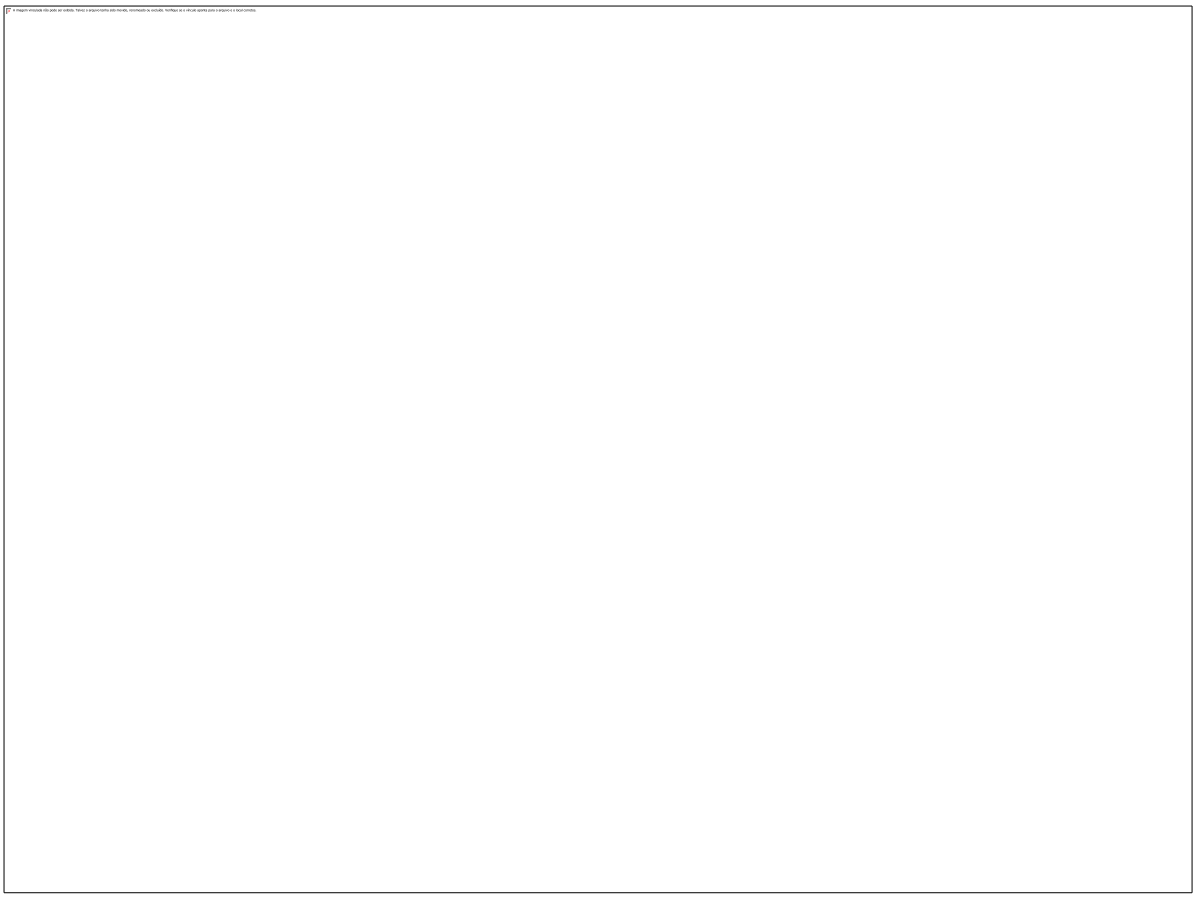


Figura 2

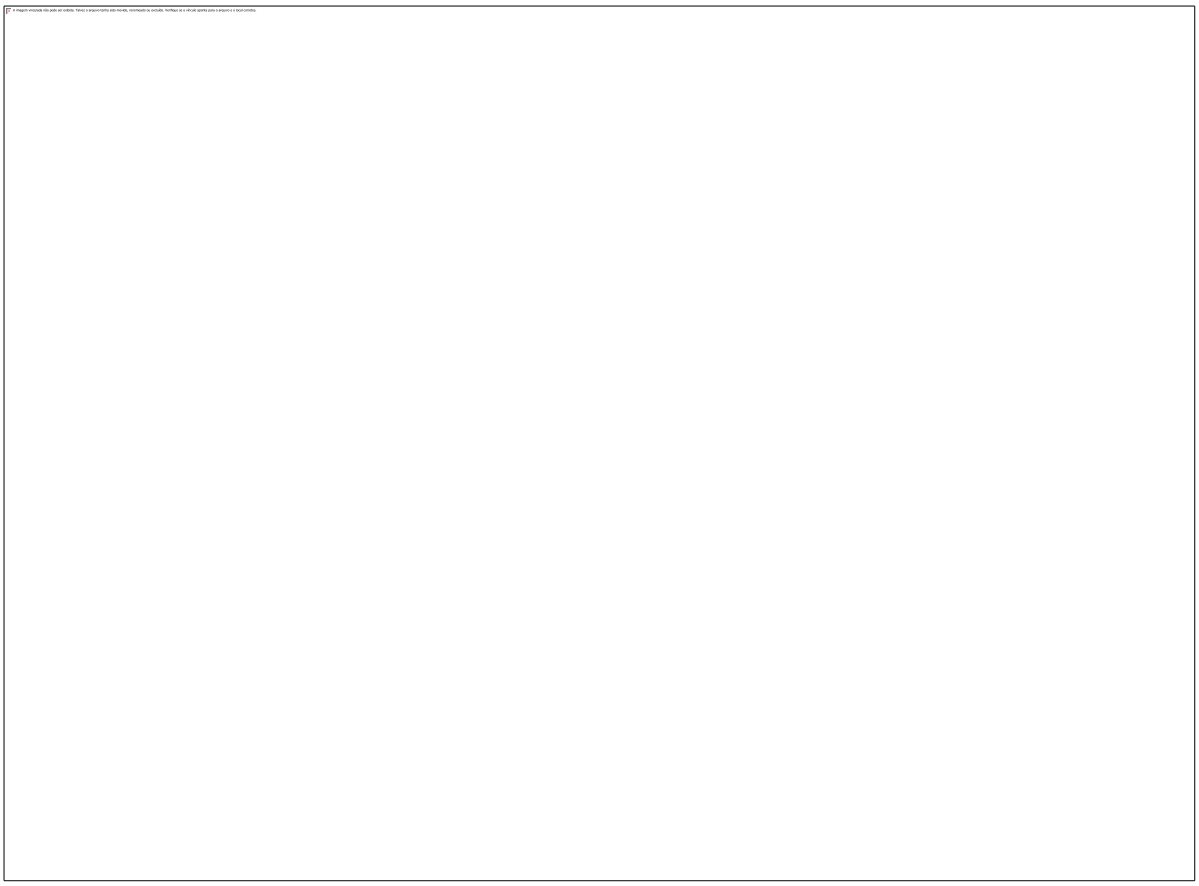


Figura 3

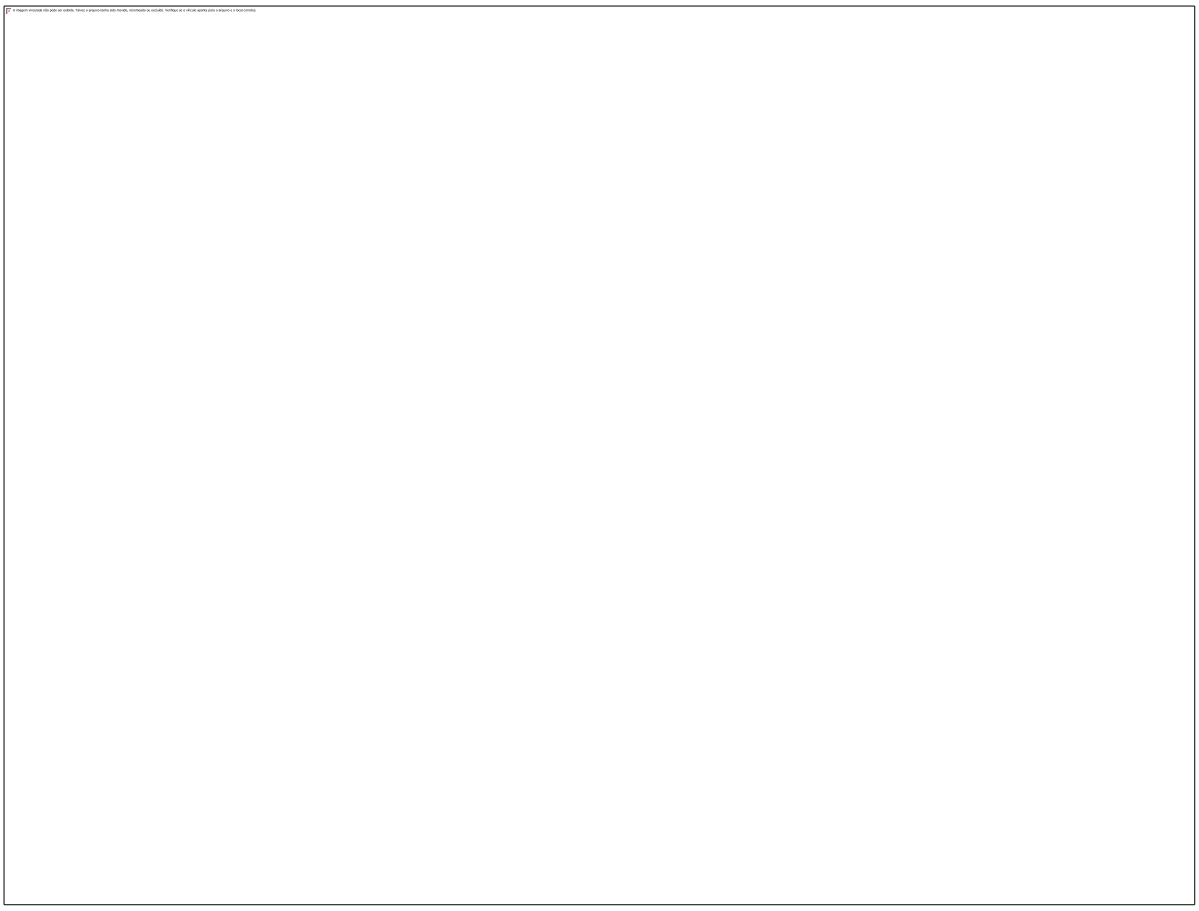


Figura 4

CÓDIGO: ET0924

AUTOR: MARIA EDUARDA SOARES DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: ANDRE STUWART WAYLAND TORRES SILVA

TÍTULO: Levantamento e Fabricação de Experimentos — Conectados com a Ciência

Resumo

O ensino de Ciências da Natureza no Brasil ainda enfrenta limitações (principalmente na rede pública) que afastam a prática da sala de aula e tornam os conceitos abstratos. Diante disso, o projeto "Conectados com a Ciência" tem como objetivo enfrentar barreiras financeiras, sociais e pedagógicas que limitam a compreensão da Física no Ensino Fundamental II e Médio por meio da construção de experimentos acessíveis, feitos com materiais recicláveis e divulgados nas redes sociais. A metodologia envolveu a seleção de temas de Física, a construção e teste de protótipos e a publicação de vídeos curtos no Instagram, TikTok, YouTube e Facebook, acompanhada da análise do engajamento do público. Ao todo, foram catalogados cinco experimentos, com destaque para o Experimento de Regelo (4.443 visualizações no Instagram) e o fluido não-newtoniano, que alcançaram maior repercussão nas mídias sociais e atraíram um público predominantemente jovem (49% de até 24 anos). Dessa forma, o engajamento dos espectadores evidencia a compreensão dos fenômenos apresentados, o que demonstra a eficácia de alinhar as experimentações de baixo custo a estratégias digitais para reduzir obstáculos socioeconômicos e aproximar os estudantes da ciência.

Palavras-chave: Experimentos de Baixo Custo; Divulgação Científica; Redes Sociais; Ens

TITLE: Design and Construction of Experiments - Connected to Science

Abstract

The teaching of natural sciences in Brazil still faces limitations (especially in public schools) that distance students from hands-on classroom activities and render concepts abstract. In light of this, the “Connected to Science” project aims to address the financial, social, and pedagogical barriers that limit the understanding of physics in upper elementary and high school by creating accessible experiments made from recyclable materials and shared on social media. The methodology involved selecting physics topics, building and testing prototypes, and publishing short videos on Instagram, TikTok, YouTube, and Facebook, along with an analysis of audience

engagement. In total, five experiments were documented, notably the Ice Cube Experiment (4,443 views on Instagram) and the non-Newtonian fluid experiment, which garnered the most attention on social media and attracted a predominantly young audience (49% aged 24 or younger). Thus, viewer engagement demonstrates an understanding of the phenomena presented, which highlights the effectiveness of combining low-cost experiments with digital strategies to reduce socioeconomic barriers and bring students closer to science.

Keywords: Low-Cost Experiments; Science Outreach; Social Media; Physics Educatio

Introdução

A Base Nacional Comum do Ensino Médio aponta a investigação e a experimentação como eixos centrais do letramento científico no Ensino Médio, o qual tem o objetivo de afastar o aluno da memorização passiva e colocá-lo como protagonista na solução de problemas reais e locais. No entanto, tal objetivo muitas vezes não é alcançado pelas escolas brasileiras devido à falta de recursos para a compra de materiais de reposição; à falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades como parte do seu programa de ensino; à ausência de laboratórios ou com instalações precárias; a sistemas de ensino focados apenas na teoria, entre outros.

Essa problemática atinge os alunos do ensino médio e fundamental, sobretudo da rede pública, o que se torna um entrave ao pleno entendimento dos conteúdos lecionados em sala de aula, uma vez que o modelo de ensino baseado exclusivamente na exposição teórica e em livros didáticos limita a interpretação e torna os conceitos da Física abstratos e pouco atrativos, reduzindo o interesse e o envolvimento com a disciplina. Consequentemente, além de perpetuar dificuldades no aprendizado das Ciências da Natureza, essa limitação pode dificultar a interpretação de situações-problema, a elaboração de hipóteses e a identificação dos princípios físicos presentes em fenômenos do cotidiano.

Diante desse contexto, surge o projeto Conectados com a Ciência, o qual tem como objetivo enfrentar barreiras socioeconômicas e educacionais que dificultam a aprendizagem de diferentes públicos. Isso é realizado por meio da montagem de experimentos lúdicos (de temas como Física mecânica, térmica, ondulatória e outros tópicos das Ciências da Natureza) utilizando materiais simples e recicláveis, contrapondo-se à visão amplamente difundida de que a prática científica exige equipamentos de restrito acesso. Em seguida, esse trabalho é divulgado nas esferas digitais, promovendo a inclusão científica.

Esse método permite aproximar os conteúdos científicos da realidade dos estudantes, pois torna conceitos que podem ser considerados abstratos mais compreensíveis. Além disso, o uso de materiais acessíveis possibilita que essas experiências sejam reproduzidas pela maior parte da população, superando limitações econômicas e favorecendo uma aprendizagem mais inclusiva. Assim, o projeto contribui para tornar o conhecimento científico mais acessível, auxilia na compreensão de conteúdos das Ciências da Natureza,

amplia a divulgação da ciência para diferentes públicos e alinha-se ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 da ONU.

Metodologia

A metodologia utilizada consistiu no desenvolvimento, na catalogação e difusão em ambientes digitais dos experimentos científicos elaborados com utensílios reaproveitados ou de baixo custo. Os projetos foram estruturados de acordo com a relevância dos assuntos das Ciências da Natureza e do cotidiano dos estudantes, de forma que os aproxime da ciência. Com base nos experimentos, produziram-se audiovisuais com a ilustração do fenômeno de forma atrativa para despertar o interesse do público. Em seguida, os conteúdos foram divulgados nos meios digitais, possibilitando a coleta, organização e análise dos dados relacionados à interação do público com os conteúdos.

Inicialmente, foi realizado um mapeamento de fenômenos relevantes e situações do cotidiano que poderiam ser utilizados como ponto de partida para a elaboração de experimentos, dos quais foram selecionados aqueles observados como maiores desafios para os estudantes ou os que se mostravam mais atrativos para esses.A partir da identificação da situação-problema, realizou-se o estudo teórico por meio de livros didáticos e outras fontes bibliográficas, a fim de embasar os fundamentos científicos que regem o funcionamento de cada experimento.

Com a base teórica consolidada, iniciou-se o processo de montagem, começando pela seleção dos insumos utilizados, priorizando os encontrados no cotidiano, recicláveis e resistentes (como tubos de PVC, garrafa PET, papelão e eletrônicos encontrados em brinquedos descartados). Após a construção dos protótipos, foram realizados testes de validação do funcionamento e para eficácia na demonstração do fenômeno desejado. Nos casos de falhas ou desgaste precoce, os protótipos passavam por ajustes na estrutura ou substituição de componentes.

Posteriormente, com os experimentos concluídos, foram produzidos vídeos curtos sobre a atividade, explicando de forma simples e objetiva sua montagem e o fenômeno físico que os fundamenta, de maneira que possa ser compreendida e reproduzida pelos estudantes ou por professores em sala de aula. Além disso, dedicou-se atenção ao acabamento estético e ao uso de hooks virtuais (estratégias de marketing que visam captar a atenção dos usuários nos primeiros segundos do vídeo). Tais ações têm como objetivo impactar o público-alvo (alunos do ensino fundamental e médio) em meio ao grande fluxo de informações digitais, uma vez que esses são influenciados por conteúdos visuais dinâmicos.

Por fim, os audiovisuais foram editados em aplicativos como CapCut, Canva e Alight Motion, tornando-os mais atrativos e acessíveis por meio da utilização de legendas em português, cortes de vídeos, adição de efeitos sonoros etc. Na sequência, os materiais foram divulgados nas plataformas digitais Instagram, Youtube, Facebook e TikTok, o que permitiu a análise das métricas de engajamento pela equipe “Conectados com a Ciência – Compartilhamento e Interpretação dos Dados”.

Resultados e Discussões

A execução desse programa resultou na construção, catalogação e divulgação de 5 experimentos didáticos de baixo custo voltados para o ensino das Ciências da Natureza. A Tabela 1 detalha os experimentos produzidos, com o nome popular destinado ao experimento, os materiais necessários para que ele fosse executado e os fenômenos envolvidos.
Como exemplo do processo de fabricação do acervo, destaca-se a Maquete de energia eólica, ilustrado na Figura 1.

Os experimentos desenvolvidos foram divulgados no formato audiovisual nas redes sociais, permitindo a análise dos dados de engajamento fornecidos pelas próprias plataformas. Para avaliar a recepção do público, selecionou-se como estudo de caso a publicação do vídeo referente ao experimento de Regelo, que apresentou o maior volume de interações e métricas expressivas na rede.

A publicação desse conteúdo no Instagram, principal rede social do projeto, gerou 4.443 visualizações e alcançou 2.190 contas, sendo cerca de 60% delas não seguidoras do perfil. As métricas apresentadas demonstram resultados satisfatórios, evidenciando o crescimento do perfil Conectados com a Ciência e democratizando o conhecimento ao chegar em novos públicos.

Sobre o perfil demográfico dos visualizadores, a análise revelou um alcance expressivo entre o público jovem e jovem-adulto. Somando-se os espectros de 13 a 17 anos (10%) aos de 18 a 24 anos (39%), verifica-se que 49% das pessoas que interagiram com o vídeo do Experimento de Regelo tinham até 24 anos (Figura 3). Esse resultado evidencia que o conteúdo atingiu diretamente a faixa etária correspondente aos estudantes do Ensino médio e ingressantes do Ensino Superior.

Além disso, selecionou-se também o estudo do vídeo de fluidos não newtonianos, conforme apresentado na Figura 4. Os dados revelam que o alcance do vídeo esteve concentrado nas plataformas focadas em vídeos de menor duração e de maior engajamento do público-alvo, com o Instagram liderando o volume de acessos (aproximadamente 2.167 visualizações), seguido pelo TikTok (cerca de 1.104 visualizações).

Sob essa perspectiva, observamos que os resultados indicam o uso das redes sociais como estratégias relevantes para ampliação do acesso aos conteúdos científicos, aproximando os experimentos desenvolvidos de diferentes públicos e favorecendo a circulação do conhecimento para além do espaço escolar.

Conclusão

Dessa forma, é nítido o impacto do projeto Conectados com a Ciência na difusão do conhecimento e seu compromisso em melhorar o nível de conhecimento dos alunos de ensino fundamental II e médio. A construção de ensaios experimentais de fácil reprodução, a partir de insumos de amplo acesso, permite que os indivíduos confeccionem seus próprios protótipos e verifiquem os fenômenos físicos decorrentes. Esse método permite a inclusão dos indivíduos na ciência e estimula o desenvolvimento de suas habilidades práticas, mitigando seus desafios nas matérias de Ciências da Natureza.

A diversificação das comunidades virtuais utilizadas para divulgação desempenhou um papel de ampliar o alcance do projeto, garantindo que novos públicos tenham acesso ao conhecimento científico. Paralelamente, os audiovisuais construídos de maneira dinâmica ampliam o interesse pela ciência, aspecto fundamental para a construção de aprendizagens, pois incentiva a participação dos alunos em práticas experimentais. Tal estratégia afasta o indivíduo de ser apenas espectador e amplia seu pensamento crítico, consolidando uma excelente formação acadêmica.

Referências

BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnolle. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009.

DE ALMEIDA, João Vitor Venceslau; DAMASCENO, Matheus Lau; MORENO-RODRÍGUEZ, Andrei Steveen. Potencialidades das redes sociais virtuais para a Divulgação Científica. Revista Educação Pública, v. 3, n. 3, 2024.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química nova na escola, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

HIGA, Ivanilda; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. Educar em revista, n. 44, p. 75-92, 2012.

KAPA, Raphael. Pesquisa revela insatisfação com excesso de teoria e falta de prática do atual modelo de ensino. O Globo, Rio de Janeiro, 15 jun. 2015. Disponível em: https://oglobo.globo.com/brasil/educacao/pesquisa-revela-insatisfacao-com-excesso-de-teoria-falta-de-pratica-do-atual-modelo-de-ensino-16445918. Acesso em: 28 ago. 2026.

SILVA, José Carlos Xavier; LEAL, Carlos Eduardo dos Santos. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 1, p. e1401, 2017.

Anexos



Tabela 1- Descrição dos experimentos desenvolvidos, insumos utilizados e conceitos físicos associados.



Figura 1- Protótipo de maquete eólica construído com materiais recicláveis para demonstração de transformação de energia

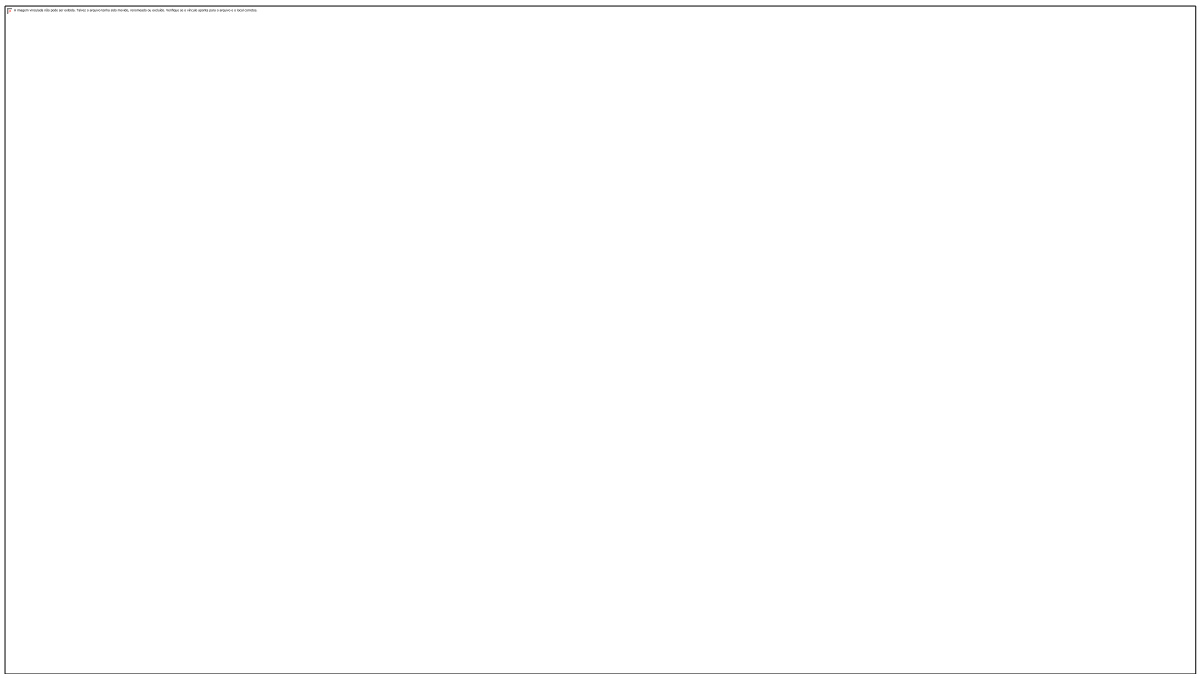


Figura 2- Proporção de contas alcançadas no Instagram por tipo de vínculo (seguidores vs. não seguidores) no estudo de caso do Experimento de Regelo



Figura 3- Distribuição percentual do público alcançado pelo vídeo do Experimento de Regelo,categorizado por faixas etárias.

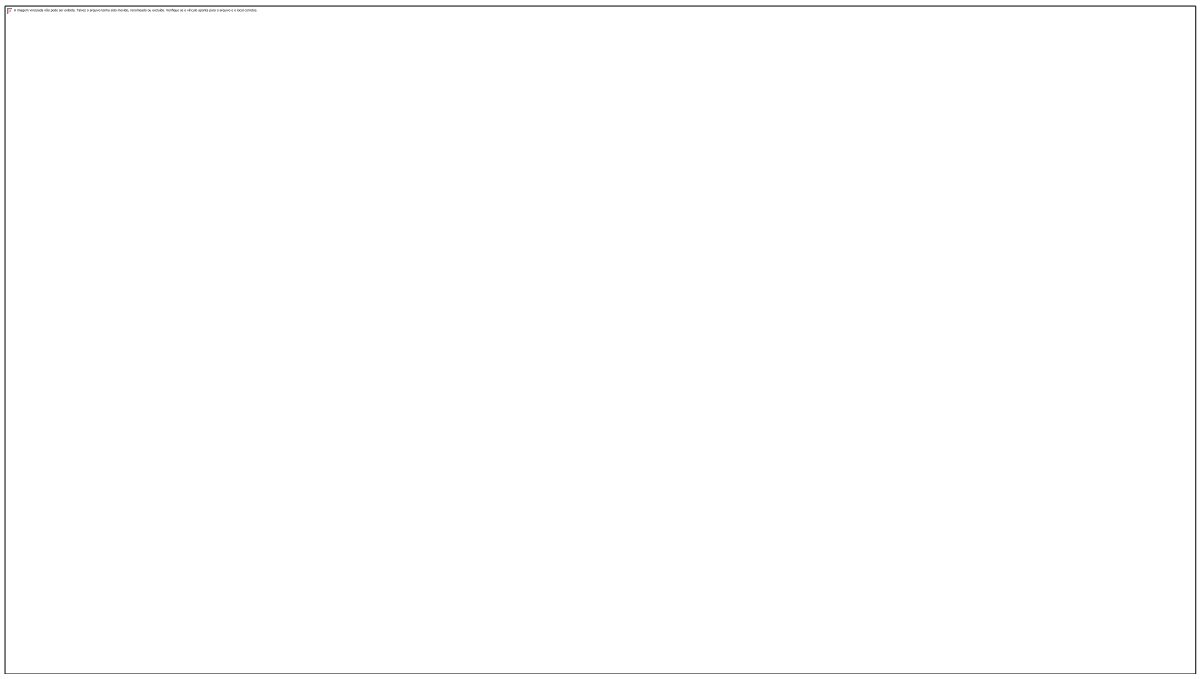


Figura 4 - Total de visualizações obtidas pelo vídeo do experimento de fluido não newtoniano por rede social.

CÓDIGO: ET1179

AUTOR: ANDRE LUIZ DOS SANTOS CRUZ

ORIENTADOR: JOSENALDE BARBOSA DE OLIVEIRA

TÍTULO: Avaliação de Modelos de Aprendizagem de Máquina para Reconhecimento do Inseto Cochonilha do Carmim em Vídeo

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar uma solução baseada em Inteligência Artificial para o reconhecimento da cochonilha do carmim (Dactylopius opuntiae) em palma forrageira. A pesquisa busca auxiliar na avaliação da resistência de variedades de palma à infestação, considerando a necessidade de identificar e contabilizar os aglomerados formados pelo inseto. Para isso, foram aplicadas técnicas de Visão Computacional e aprendizagem de máquina utilizando a arquitetura YOLO, voltada à detecção de objetos, juntamente com uma abordagem few-shot, que permite trabalhar com uma quantidade reduzida de exemplos. Foram realizados testes para identificar tanto as cochonilhas quanto seus aglomerados em imagens e vídeos. Como resultado, foi desenvolvida uma aplicação capaz de analisar esses conteúdos e destacar automaticamente as regiões onde os objetos de interesse são identificados. Também foram avaliados aspectos relacionados ao desempenho da solução, especialmente a capacidade de detecção e o tempo de resposta, considerando sua utilização futura em dispositivos móveis. Os resultados demonstram o potencial da Inteligência Artificial como ferramenta de apoio à identificação e contagem da cochonilha, contribuindo para tornar esse processo mais rápido e automatizado e auxiliando pesquisas relacionadas à resistência da palma forrageira.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Aprendizagem de Máquina; Visão Computacional;

TITLE: Evaluation of Machine Learning Models for Video-Based Recognition of the Cochineal Insect (Dactylopius opuntiae)

Abstract

Abstract

This study aimed to develop and evaluate an Artificial Intelligence-based solution for the recognition of the cochineal insect (Dactylopius opuntiae) in forage cactus. The research seeks to support the assessment of resistance among cactus varieties to infestation, considering the need to identify and count the clusters formed by the insect. Computer Vision and machine learning techniques were applied using the YOLO architecture for object detection, together with a few-shot approach, which allows the model to work with a reduced amount of training examples. Tests were conducted to identify both individual cochineal insects and their clusters in images and videos. As a result, an application was developed to analyze these contents and automatically highlight the regions where the target objects are detected. Aspects related to the solution's performance were also evaluated, particularly detection capability and response time, considering its future use on mobile devices. The results demonstrate the potential of Artificial Intelligence as a tool to support the identification and counting of cochineal insects, contributing to a faster and more automated process and supporting research on the resistance of forage cactus varieties.

Keywords: Artificial Intelligence; Machine Learning; Computer Vision.

Introdução

A palma forrageira desempenha um papel importante na alimentação animal, especialmente em regiões onde as condições climáticas podem dificultar a produção de outras culturas. Entretanto, a produtividade da palma pode ser afetada pela ocorrência de pragas, entre elas a cochonilha do carmim (Dactylopius opuntiae), inseto que se alimenta da planta e pode provocar danos significativos quando presente em grandes infestações. Nesse contexto, a identificação e a quantificação da presença desses insetos são importantes para estudos relacionados à resistência de diferentes variedades de palma forrageira.

A avaliação da infestação pode envolver a identificação dos aglomerados de cochonilhas, que apresentam aparência semelhante a pequenos flocos de algodão sobre a superfície da planta. Tradicionalmente, esse processo depende da observação humana e da contagem manual, o que pode demandar tempo e estar sujeito a diferenças de interpretação entre os avaliadores. Dessa forma, o desenvolvimento de ferramentas capazes de auxiliar ou automatizar essa tarefa pode contribuir para tornar o processo de avaliação mais rápido e padronizado.

Paralelamente, os avanços na área de Inteligência Artificial têm possibilitado o desenvolvimento de sistemas capazes de analisar imagens e vídeos e reconhecer automaticamente diferentes objetos. Dentro desse contexto, a Visão Computacional permite que computadores processem informações visuais de maneira semelhante a determinadas tarefas realizadas pela percepção humana. Entre as técnicas utilizadas

nessa área estão os modelos de detecção de objetos, capazes de localizar e classificar elementos presentes em uma imagem ou vídeo.

Diante desse cenário, este trabalho investiga a utilização de modelos de Aprendizagem de Máquina para o reconhecimento da cochonilha do carmim em imagens e vídeos de palma forrageira. Para isso, foi utilizada a arquitetura YOLO, uma técnica de detecção de objetos que permite identificar e localizar diferentes elementos em imagens de forma eficiente. Também foi explorada uma abordagem few-shot, que busca possibilitar o reconhecimento de objetos a partir de uma quantidade reduzida de exemplos.

A pesquisa resultou no desenvolvimento de uma aplicação capaz de analisar imagens e vídeos, identificando tanto as cochonilhas quanto os aglomerados formados por elas. A solução busca, dessa forma, auxiliar o processo de identificação e contagem desses elementos, reduzindo a necessidade de realização exclusivamente manual da tarefa. Além da capacidade de reconhecimento, também são considerados aspectos relacionados ao desempenho do sistema, como a precisão das detecções e o tempo de resposta.

Outro aspecto importante da pesquisa é a possibilidade de utilização da solução em dispositivos móveis. A execução de modelos de Inteligência Artificial em smartphones pode permitir que a análise seja realizada de maneira mais prática, inclusive em situações próximas ao ambiente de pesquisa em campo. Para isso, é necessário considerar não apenas a capacidade de reconhecimento do modelo, mas também o tempo necessário para processar as informações.

Assim, o trabalho apresenta uma abordagem interdisciplinar que relaciona Computação, Inteligência Artificial e Visão Computacional com uma necessidade da área agrícola. Ao investigar a utilização de modelos de Aprendizagem de Máquina para reconhecer a cochonilha do carmim em vídeos, busca-se contribuir para o desenvolvimento de ferramentas que possam apoiar pesquisadores na avaliação da infestação e, consequentemente, nos estudos sobre a resistência de variedades de palma forrageira.

Metodologia

A metodologia deste trabalho foi organizada em etapas, envolvendo levantamento e preparação dos dados, aplicação de técnicas de Aprendizagem de Máquina, desenvolvimento da solução para reconhecimento dos objetos e avaliação do desempenho dos modelos.

Inicialmente, foram obtidos e organizados dados contendo imagens da palma forrageira com a presença da cochonilha do carmim (Dactylopius opuntiae). Os dados foram utilizados para representar os dois principais objetos de interesse da pesquisa: as cochonilhas e os aglomerados formados por elas. As imagens foram analisadas e preparadas para que os elementos de interesse pudessem ser utilizados no processo de reconhecimento.

Na etapa de desenvolvimento dos modelos, foi utilizada a arquitetura YOLO, uma técnica de Visão Computacional voltada à detecção de objetos em imagens e vídeos. O modelo foi utilizado para localizar os objetos de interesse e indicar suas posições nas imagens por meio de regiões delimitadas. Dessa forma, foi possível diferenciar as áreas correspondentes às cochonilhas e aos seus aglomerados.

Também foi utilizada uma abordagem few-shot, caracterizada pela utilização de uma quantidade reduzida de exemplos para possibilitar o reconhecimento dos objetos. Essa abordagem foi explorada considerando a disponibilidade dos dados e a necessidade de desenvolver uma solução capaz de reconhecer os elementos de interesse sem depender de uma grande quantidade de amostras.

Após a preparação e configuração dos modelos, foram realizados testes utilizando imagens estáticas e vídeos. Nos testes com imagens, foi analisada a capacidade do modelo de localizar e identificar as cochonilhas e os aglomerados presentes na palma forrageira. Nos vídeos, o modelo foi aplicado de forma sequencial aos quadros da gravação, permitindo verificar seu comportamento durante o processamento contínuo.

A partir dos modelos desenvolvidos, foi implementada uma aplicação para realizar a detecção automática. A aplicação recebe uma imagem ou vídeo como entrada, realiza o processamento utilizando o modelo de Inteligência Artificial e apresenta visualmente os objetos identificados. As detecções são exibidas por meio de marcações sobre os objetos encontrados, permitindo visualizar de forma direta quais regiões foram reconhecidas pelo sistema.

Também foi realizada a avaliação do desempenho da solução. Entre os aspectos considerados estão a capacidade de identificar corretamente os objetos de interesse e o tempo necessário para realizar o processamento. A análise do tempo de resposta é especialmente importante devido à proposta de utilização futura da solução em dispositivos móveis, como smartphones.

Por fim, os resultados dos testes foram analisados com o objetivo de verificar a viabilidade da utilização dos modelos de Aprendizagem de Máquina para auxiliar na identificação da cochonilha do carmim. A metodologia adotada permitiu relacionar o desenvolvimento computacional com a necessidade de automatização do processo de identificação e contagem, estabelecendo uma base para futuras melhorias dos modelos e da aplicação.

Resultados e Discussões

O desenvolvimento da pesquisa resultou na criação de uma aplicação baseada em Inteligência Artificial capaz de realizar o reconhecimento da cochonilha do carmim (Dactylopius opuntiae) e dos aglomerados formados pelo inseto em imagens e vídeos de palma forrageira. A utilização da arquitetura YOLO possibilitou a identificação dos objetos de interesse e a apresentação visual das detecções, permitindo observar diretamente as regiões reconhecidas pelo modelo.

Nos testes realizados com imagens, foi possível verificar a capacidade da solução de localizar os objetos de interesse e diferenciá-los de outras regiões presentes na imagem. A identificação por meio de marcações facilita a visualização dos resultados e permite comparar as detecções realizadas pelo sistema com os objetos efetivamente presentes nas imagens.

A aplicação também foi testada com vídeos. Nesse caso, o modelo realiza a análise dos quadros do vídeo de forma sequencial, permitindo acompanhar as detecções durante a reprodução. Esse resultado é relevante para a proposta do trabalho, pois demonstra que a solução não está limitada à análise de imagens estáticas, podendo ser utilizada em situações nas quais o pesquisador realiza uma gravação da área de interesse.

A utilização da abordagem few-shot mostrou-se relevante para o desenvolvimento da solução, pois possibilitou trabalhar com uma quantidade reduzida de exemplos para o reconhecimento dos objetos. Essa característica é particularmente interessante em situações nas quais a obtenção e preparação de grandes conjuntos de dados pode demandar tempo e recursos.

Outro aspecto analisado foi o desempenho da aplicação. A avaliação do tempo de resposta é importante porque a proposta do trabalho considera a utilização da solução em dispositivos móveis. Nesse contexto, não basta que o modelo seja capaz de identificar corretamente a cochonilha; também é necessário que o processamento ocorra em um tempo adequado para permitir sua utilização de maneira prática.

Os resultados obtidos indicam o potencial da aplicação como ferramenta de apoio à identificação e contagem da cochonilha do carmim. Entretanto, a qualidade das detecções pode ser influenciada por fatores presentes nas imagens e vídeos, como iluminação, distância da câmera, posição dos insetos, sobreposição entre objetos e qualidade da gravação. Esses fatores devem ser considerados em avaliações futuras para verificar a robustez do modelo em diferentes condições.

A possibilidade de identificar tanto as cochonilhas quanto seus aglomerados também representa um ponto importante da pesquisa. Enquanto a identificação individual permite reconhecer a presença do inseto, o reconhecimento dos aglomerados pode fornecer informações adicionais para a avaliação da infestação. Dessa forma, a combinação dessas duas detecções pode contribuir para uma análise mais completa da presença da praga na palma forrageira.

De maneira geral, os resultados alcançados demonstram a viabilidade inicial da aplicação de técnicas de Aprendizagem de Máquina e Visão Computacional nesse problema. A solução desenvolvida representa uma etapa inicial para a criação de uma ferramenta que possa auxiliar pesquisadores na avaliação da resistência de variedades de palma forrageira.

Como continuidade do trabalho, são necessários novos testes e aprimoramentos, especialmente relacionados à melhoria da precisão das detecções, à avaliação do comportamento do modelo em diferentes condições de campo e à otimização do processamento para dispositivos móveis. A inclusão de novos dados e exemplos também poderá contribuir para aumentar a capacidade de generalização do modelo.

Assim, os resultados obtidos reforçam o potencial da integração entre Computação e Ciências Agrárias, demonstrando como técnicas de Inteligência Artificial podem ser utilizadas para auxiliar na automatização de tarefas relacionadas à identificação de pragas e no desenvolvimento de ferramentas de apoio à pesquisa agrícola.

Conclusão

O desenvolvimento deste trabalho permitiu avaliar a utilização de modelos de Aprendizagem de Máquina para o reconhecimento da cochonilha do carmim (Dactylopius opuntiae) e de seus aglomerados em imagens e vídeos de palma forrageira. A partir dos experimentos realizados, foi possível desenvolver uma aplicação capaz de utilizar os modelos YOLO para realizar a identificação automática dos objetos de interesse.

Os resultados demonstraram um desempenho elevado nos três modelos avaliados. O YOLO11n apresentou mAP50 de 0,94, precisão de 0,93 e recall de 0,91, além de apresentar o menor tempo de processamento, com aproximadamente 4,2 ms por imagem e cerca de 238 FPS na GPU. O YOLO11s apresentou melhoria nos indicadores de detecção, alcançando mAP50 de 0,96, precisão de 0,95 e recall de 0,93, com tempo de 6,8 ms por imagem e aproximadamente 147 FPS. Já o YOLO11m apresentou os melhores resultados de detecção, com mAP50 de 0,97, precisão de 0,96 e recall de 0,95, porém apresentou maior custo computacional, com aproximadamente 11,5 ms por imagem e cerca de 87 FPS na GPU.

A comparação demonstra que o aumento da capacidade dos modelos proporcionou melhorias nos resultados de reconhecimento, mas também aumentou o custo computacional e o tempo de processamento. Dessa forma, o YOLO11m apresentou o melhor desempenho em termos de detecção, enquanto o YOLO11n apresentou a maior velocidade. O YOLO11s mostrou-se uma alternativa intermediária, combinando bons resultados de detecção com um tempo de processamento inferior ao modelo maior.

Considerando a proposta de utilização futura em dispositivos móveis, o equilíbrio entre precisão e velocidade é um fator fundamental. Nesse sentido, os resultados obtidos indicam que modelos menores podem apresentar vantagens para aplicações que necessitam de respostas rápidas e menor demanda computacional. Por outro lado, o YOLO11m pode ser mais adequado quando a prioridade é obter o melhor desempenho possível na identificação.

Conclui-se, portanto, que a utilização de Inteligência Artificial e Visão Computacional apresenta potencial para auxiliar na identificação da cochonilha do carmim e de seus aglomerados. A solução desenvolvida representa uma etapa importante para a automatização desse processo e para o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à avaliação da infestação em variedades de palma forrageira.

Como trabalhos futuros, recomenda-se ampliar a quantidade e a diversidade dos dados utilizados, realizar testes em diferentes condições de campo e avaliar o desempenho dos

modelos diretamente em smartphones. Também será importante investigar estratégias de otimização que permitam manter bons níveis de precisão com menor custo computacional, aproximando a solução de uma aplicação prática para pesquisadores e profissionais da área agrícola.

Referências

JOCHER, Glenn; CHAURASIA, Ayush; QIU, Jing. Ultralytics YOLO. 2023. Disponível em: https://github.com/ultralytics/ultralytics. Acesso em: 31 ago. 2026.

REDMON, Joseph; DIVVALA, Santosh; GIRSHICK, Ross; FARHADI, Ali. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. In: IEEE CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION (CVPR), 2016. Proceedings [...]. Las Vegas: IEEE, 2016. p. 779–788.

JOCHER, Glenn et al. YOLO by Ultralytics. Disponível em: https://docs.ultralytics.com/. Acesso em: 31 ago. 2026.

WANG, Xue; HUANG, Tzu-Jui; DARRELL, Trevor; et al. Generalized Few-Shot Object Detection without Incremental Fine-tuning. In: IEEE/CVF CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION (CVPR), 2020. Proceedings [...]. Seattle: IEEE, 2020.

UNITED NATIONS. Sustainable Development Goals: Goal 2 – Zero Hunger. New York: United Nations, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/goals/goal2. Acesso em: 31 ago. 2026.

UNITED NATIONS. Sustainable Development Goals: Goal 9 – Industry, Innovation and Infrastructure. New York: United Nations, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/goals/goal9. Acesso em: 31 ago. 2026.

CÓDIGO: ET1316

AUTOR: PEDRO LUIZ DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: ANTONINO ALVES FEITOSA NETO

TÍTULO: Aplicação de Meta-heurísticas para Rotulagem em Supervisão Fraca

Resumo

Esse trabalho vai abordar a aplicação de sistemas evolucionários na geração de metaheurísticas. É muito necessário rotular dados nos tempos, pois esses mesmos dados podem ter grandes utilidades principalmente na área de aprendizado de máquina e se não forem rotulados não servem de nada. Para conseguir gerar as ideias pelas quais serão possíveis gerar regras que irão rotular dados usa-se métodos como a busca por vizinhança larga e algoritmos genéticos. Observa-se certa constância de regularidade nos dados mostrando que é possível a aplicação dessa estratégia de rotulação.

Palavras-chave: Algoritmos evolucionárioMetaheurísticasAprendizado de máquina

TITLE: Application of Metaheuristics for Weakly Supervised Labeling

Abstract

This study addresses the application of evolutionary systems in generating metaheuristics. Labeling data over time is essential, as this data can be highly useful—particularly in machine learning—and remains ineffective if left unlabelled. To generate the underlying concepts that form the labeling rules, methods such as Large Neighborhood Search and genetic algorithms are employed. A consistent pattern of regularity is observed in the data, demonstrating the feasibility of this labeling strategy.

Keywords: Evolutionary AlgorithmsMetaheuristicsMachine Learning

Introdução

Muitas pessoas hoje falam e utilizam a inteligência artificial (IA) para várias tarefas, uma delas é para a classificação das mais variadas coisas que existem, seja para analisar conforto térmico, para observar dados ecológicos ou para aplicações de técnicas de fisioterapia (CRISCI et al.,2012,LUO et al.,2024,TACK,2018). Assim, essa modalidade de uso vem crescendo e sendo uma das principais na atualidade. Porém para classificarmos um objeto são necessárias análises das características dele, primeiro é preciso discernir quais seriam as características necessárias para a formação de um

grupo, assim como saber quantos grupos possíveis existem, para no final ver se o objeto estudado se encaixa nas definições encontradas de algum dos grupos. No entanto, existem maneiras computadorizadas de fazer esse passo a passo, a área encarregada de algoritmizar isso é a do aprendizado de máquina (AM). Há uma situação na literatura que é possível rotular dados de maneira rápida, porém sua confiabilidade é muito pequena que é a rotulação fraca, esse tipo de rotulação leva em consideração regras ou correlações que não são necessariamente corretas. Além de que não há muitos casos descritos na literatura da junção da rotulação faca, ou geração de metaheurísticas, com modelos probabilísticos de classificação.

Metodologia

MATERIAIS E MÉTODOS BASES DE DADOS UTILIZADAS
Foram escolhidas no total 10 bases de dados, sendo 5 delas multiclasse e 5 delas binárias. Cada base de dados passa por uma etapa de extração daquilo que é necessário para o trabalho, geralmente escolhendo apenas as colunas de rótulo e de texto, que possua relação com a coluna de rótulos. Ao retirar essas colunas de interesse as bases passam por um etapa de criar coluna dependentes uma da outra, ou seja, um coluna passa a ser criada da outra levando consigo parte da verdade dos rótulos da coluna mãe, cerca de 40% a 60% da verdade. Esse processo é feito até ter 10 colunas criadas, essas colunas acabam por serem rótulos fracos, dessa maneira isso é feito para ser criada uma base sintética de dados. Mas para que O Naive bayes consiga gerar resultados de qualidade aceitável é preciso haver rótulos de acordo com a coluna original e para isso é feita uma infiltração em cada base de maneira a levar em consideração as porcentagens 1%, 5%, 10%, 15% e 20%. Dessa maneira o Naive bayes consegue gerar resultados melhores já que ele tem certeza de que parte dos grupos preditos possuem elementos que realmente pertencem àquele grupo. As bases de dados originais, sem nenhuma modificação, escolhidas para esse trabalho são ou da plataforma Kaggle ou Hugging face e são: a) IMDB Dataset of 50K Movie Reviews (Kaggle); b) AI and Human Text Dataset (Kaggle); c) BBC Articles Dataset with Extra Features (Kaggle); d) SMS Spam Collection Dataset (Kaggle); e) SST-2 (Stanford Sentiment Treebank) (Hugging Face); f) Women's E-Commerce Clothing Reviews (Kaggle); g) Fake vs Real News Dataset (Kaggle); h) Cyberbullying Classification (Kaggle); i) Emotion Dataset (Kaggle); j) Emotions dataset for NLP (Kaggle) As bases de dados originais seguiam tendo as seguintes características:
Tabela de banco de dados

AMBIENTE E VARIÁVEIS
Neste trabalho é usado o anaconda 3 na versão 3.13.9 e a linguagem python, pois o anaconda oferece suporte a várias bibliotecas python como Sklearn, Pandas e Random. Além disso, é usado a linguagem python devido a sua alta versatilidade e simplicidade, sendo uma das linguagens mais usadas para AM. Usa-se a biblioteca Pandas para o visualização e tratamento das bases de dados. Numpy para otimizar processos que se compilados em listas python padrão iriam ser mais lentos. Random para sortear valores e fazer escolhas em casos necessários de certa aleatoriedade. Naive bayes é o modelo de classificação o qual vai ditar uma parte do fitness dos genomas feriados ao longo da execução dos códigos. Math para fazer cálculos complexos nas aplicações MetaLNS_big e MetaLNS_small. Sklearn para importar módulos necessários para as aplicações como TfidfVectorizer, usado para fazer o processamento das palavras dos

textos, e train_test_split, usado para fazer a amostragem das bases de dados. Path é usado para manipular os caminhos de pastas para persistência dos dados. Itertools utilizado para verificar de maneira mais eficiente quem está dentro do intervalo gerado na função “ClienteProximityRemoval_small”. Statistics é utilizado para calcular a moda em “ModaInsertion_big”. Além de que possuísse um github para o controle de versão do projeto.

LARGE NEIGHBORHOOD SEARCH
O algoritmo LNS foi inventado por Paul Shaw em 1998 e introduzido no artigo "Using Constraint Programming and Local Search Methods to Solve Vehicle Routing Problems". Esse algoritmo consiste em criar um único indivíduo e impor sobre ele operadores de remoção e inserção em sua constituição para que assim possivelmente haja um melhoramento, ou melhor adaptação, desse indivíduo na situação que ele está inserido. O algoritmo de LNS é escolhido em primazia nesse trabalho devido a sua baixa complexidade e alta rapidez em suas execuções. A escolha dos métodos de destruição e inserção vai da escolha do grupo ou pessoa que desenvolve o algoritmos, pois há várias maneiras já listadas na literatura. Operadores em fotos

A função de fitness é semelhante nas duas abordagens, “small” e “big”. A princípio a função funciona recebendo o indivíduo, base de treinamento transformada pelo TF-IDF, a matriz com os valores das colunas de rótulos fracos, possivelmente com os rótulos repetidos retirados, os valores “a”,”b” e “g”, e os rótulos já transformados em números. O indivíduo com seus valores vai substituir nos índices que possuem valores discordantes numa matriz que é copiada da original para assim fazer uma lista de rótulos para serem aplicados no Naive bayes que irá gerar resultados para cada índice. Depois desse resultados gerados é guardado os valores dos rótulos respectivos que eram discordantes na matriz original, assim com os rótulos concordantes. É calculada a variância dos dados da matriz de cópia, agora já com valores substituídos. Por fim é calculado o fitness que leva “a” multiplicando os valores somados dos rótulos concordantes, mais “b” multiplicando os valores somados dos rótulos discordantes, menos a multiplicação de “g” pela variância da matriz de cópia com os valores já substituídos. “a”,”b” e “g” são valores arbitrários para fazer a regulação da função de fitness. A função de fitness foi pensada dessa maneira para que se pudesse levar em consideração os valores gerados pelo indivíduos juntamente dos resultados gerados pelo Naive bayes. OS dois algoritmos irão funcionar de maneira similar, a maior e única diferença é que no “_small” ao invés de aplicar diretamente os valores do indivíduo na matriz, o indivíduo será usado para sortear valores que dessa maneira serão aplicados na matriz, mas excluindo essa única diferença os dois algoritmos funcionam de mesma maneira. Cada base será aplicada 30 vezes usando os mesmos operadores de inserção e remoção. O algoritmo irá funcionar usando 2000 interações. Terá seu critério de parada com 30 iterações sem melhoria. Os valores de “a”,”b” e “g” são respectivamente 5,1 e 0.5. Removendo até 3 espaços do indivíduo. Esses valores foram escolhidos de maneira arbitrária

Resultados e Discussões

Nesta seção serão explorados os resultados tanto do “MetaLNS_small” quanto o do “MetaLNS_big”. Primeiro serão abordados os resultados de “MetaLNS_small” para depois serem abordados os resultados de “MetaLNS_big”. Os resultados serão

abordados analisando prioritariamente as métricas de avaliação Accuracy, precision, recall e F1 e levando em consideração todas as taxas de infiltração de rótulos verdadeiros.

RESULTADOS DE METALNS_SMALL

Os resultados obtidos pelo método estatístico de Friedman indicam que por causa de seu "p-valor" ser maior que 0.05 a troca entre os operadores não vai ter grandes diferenças em seus resultados, além de que os resultados gerados não são apenas valores oscilantes devido ao nível de ruído da base de dados. Assim podendo descartar a hipótese nula proposta pelo próprio Friedman, tal proposta diz que os resultados gerados são apenas oscilações geradas pelos ruídos das bases de dados. Tabela Friedman small Ao analisar os resultados gerados pelas médias aritméticas da medida de F1, mais seus desvios padrão, ao longo das bases que possuem 1%,5%,10%,15% e 20% dos dados verdadeiros infiltrados de acordo com os métodos utilizados nelas é possível observar resultados nada tão bons. As médias mais seus desvios padrão conseguem apenas chegar perto de 0.5 o que é muito ruim ao analisar que resultados mais próximos de 1 seriam o ideal. Tabela médias small

RESULTADOS DE METALNS_BIG

Assim como na seção anterior é possível observar que o p-valor é maior do que 0.5, assim mostrando a indiferença da troca dos operadores e rejeitando a hipótese nula de Friedman. Porém os resultados se comportam de maneira estranha. Tabela Friedman big Ao analisar as métricas geradas pelas médias aritméticas é possível observar valores que assim como na seção anterior não apresentam bons resultados. Já que os valores novamente se aproximam de 0.5 quando somados ao seu desvio padrão, sendo que deveriam ser maiores que 0.5 naturalmente para serem considerados bons. Tabela médias big

DISCUSSÃO

Como visto os resultados não foram muito bons, mas provavelmente com ajustes em parâmetros, na metodologia de como os dados são estudados ou nos operadores os resultados possivelmente seriam melhores. Há de se observar que a maneira de metodologia "_small" tem grande potencial pela sua rapidez e eficácia, muito provavelmente com melhores operadores estatísticos os valores gerados para compor o genoma do indivíduo seriam mais inteligentes e apresentariam melhores resultados no que diz levar em consideração o rótulo de uma coluna de rótulos fracos. A maneira de gerar metaheurísticas com LNS ainda apresenta-se muito promissora pela sua versatilidade com operadores dinâmicos, eficientes e inteligentes. Essa área de integração de geração de metaheurísticas junto ao algoritmo Naive bayes para avaliação de rótulos fracos merece mais estudos, pois suas técnicas apresentam potencial se feitos com exímia habilidade.

Conclusão

Como visto no trabalho, ao todo, o LNS se apresenta como uma ótima alternativa de se gerar metaheurísticas. Conseguido trabalhar nesse estudo os conhecimentos necessários

para a aplicação e desenvolvimento dos códigos. Realizada a leitura de muitos artigos e livros da área de geração de metaheurísticas. Além de ter gerado resultados pífios foi se estudado os resultados de uma abordagem com essa metodologia para que futuros estudos possam tomar como base escolhas que devem ou não serem seguidas. Pois a ciência não é feita para sempre estamos certos e sim para cada vez estarmos menos errados.

Referências

FONTES

AKBULUT, Hasan Yiğit. AI and Human Text Dataset. [S. l.]: Kaggle, [s. d.]. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/hasanyiitakbulut/ai-and-human-text-dataset. Acesso em: 20 ago. 2026.

ANDREWMVD. Cyberbullying Classification. [S. l.]: Kaggle, [s. d.]. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/andrewmvd/cyberbullying-classification. Acesso em: 20 ago. 2026.

FERRETTI, Jacopo. BBC Articles Dataset with Extra Features. [S. l.]: Kaggle, [s. d.]. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/jacopoferretti/bbc-articles-dataset. Acesso em: 20 ago. 2026.

GOVI, Praveen. Emotions dataset for NLP. [S. l.]: Kaggle, [s. d.]. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/praveengovi/emotions-dataset-for-nlp. Acesso em: 20 ago. 2026.

NICAPOTATO. Women's E-Commerce Clothing Reviews. [S. l.]: Kaggle, [s. d.]. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/nicapotato/womens-ecommerce-clothing-reviews. Acesso em: 20 ago. 2026.

NPATHI, Lakshmipathi. IMDB Dataset of 50K Movie Reviews. [S. l.]: Kaggle, [s. d.]. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/lakshmi25npathi/imdb-dataset-of-50k-movie-reviews. Acesso em: 20 ago. 2026.

SATAPATHY, Ayushman. Fake vs Real News Dataset. [S. l.]: Kaggle, [s. d.]. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/ayushmansatapathy/fake-vs-real-news-dataset. Acesso em: 20 ago. 2026.

STANFORD NLP. SST2: Stanford Sentiment Treebank. [S. l.]: Hugging Face, [s. d.]. Disponível em: https://huggingface.co/datasets/stanfordnlp/sst2. Acesso em: 20 ago. 2026.

UCI MACHINE LEARNING. SMS Spam Collection Dataset. [S. l.]: Kaggle, [s. d.]. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/uciml/sms-spam-collection-dataset. Acesso em: 20 ago. 2026.

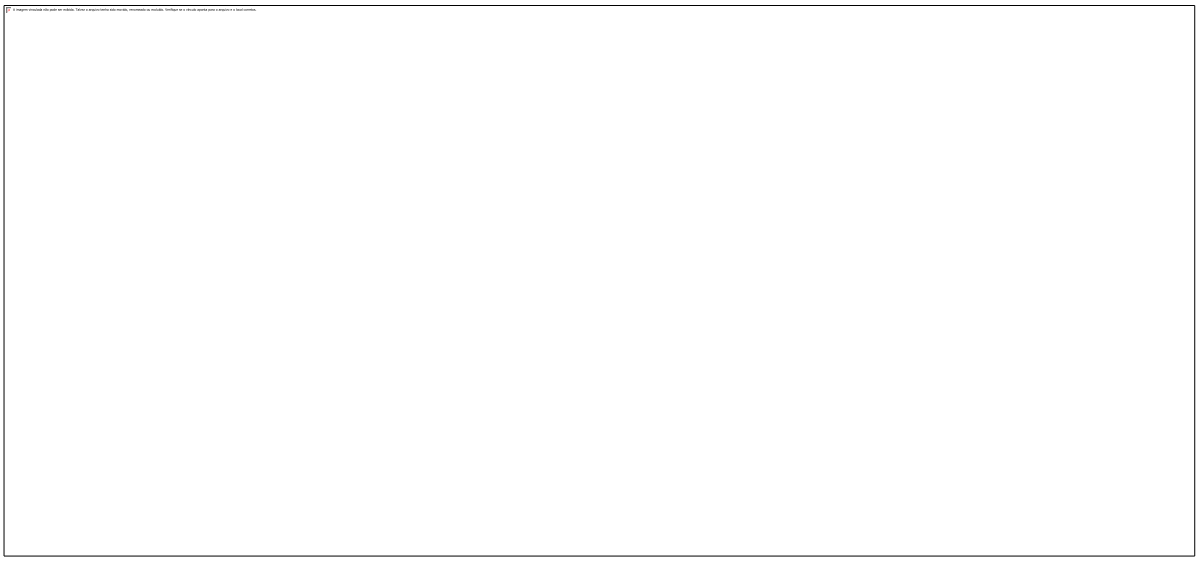
WAGIH, Abdallah. Emotion Dataset. [S. l.]: Kaggle, [s. d.]. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/abdallahwagih/emotion-dataset. Acesso em: 20 ago. 2026.

Tack, C. (2019). Artificial intelligence and machine learning | applications in musculoskeletal physiotherapy. Musculoskeletal Science and Practice, 39, 164–169. https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.11.012

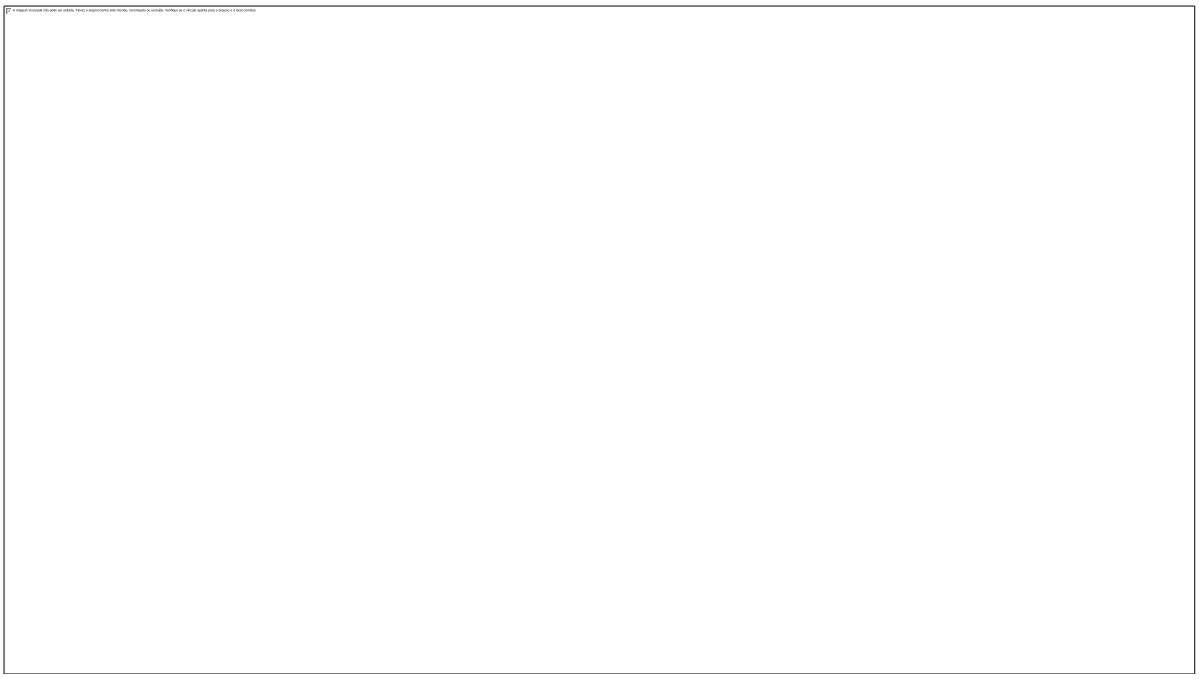
Luo, T., & Chen, M. (2025). Advancements in supervised machine learning for outdoor thermal comfort: A comprehensive systematic review of scales, applications, and data types. In Energy and Buildings (Vol. 329). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.115255

Crisci, C., Ghattas, B., & Perera, G. (2012). A review of supervised machine learning algorithms and their applications to ecological data. Ecological Modelling, 240, 113–122. https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2012.03.001

Anexos



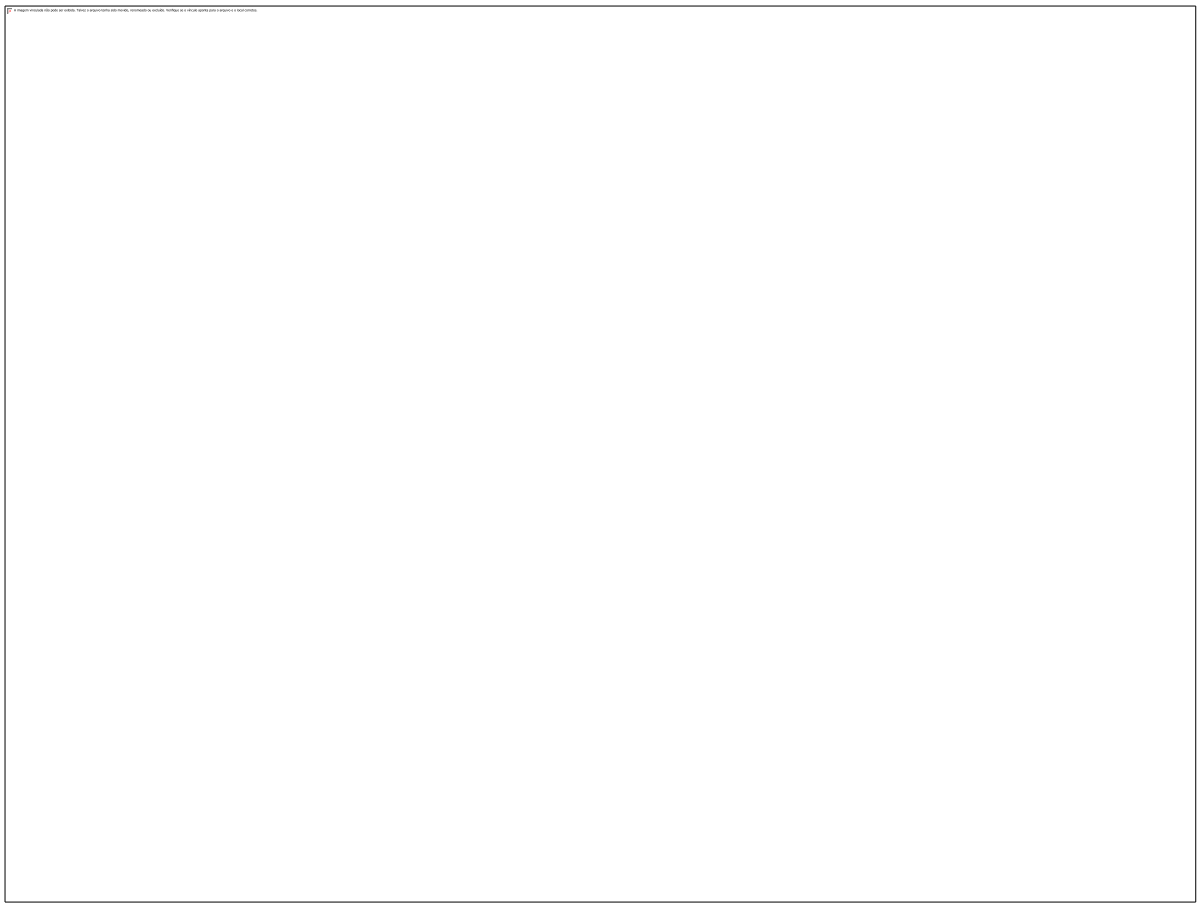
Inserção aleatória big



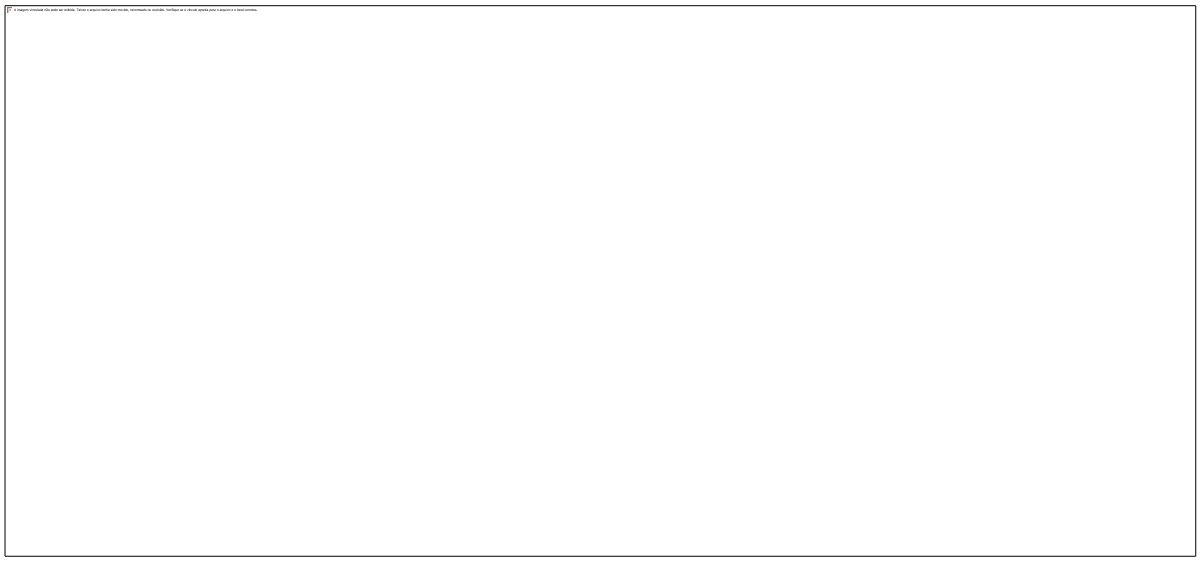
Inserção aleatória small



Inserção moda small



Inserção moda big



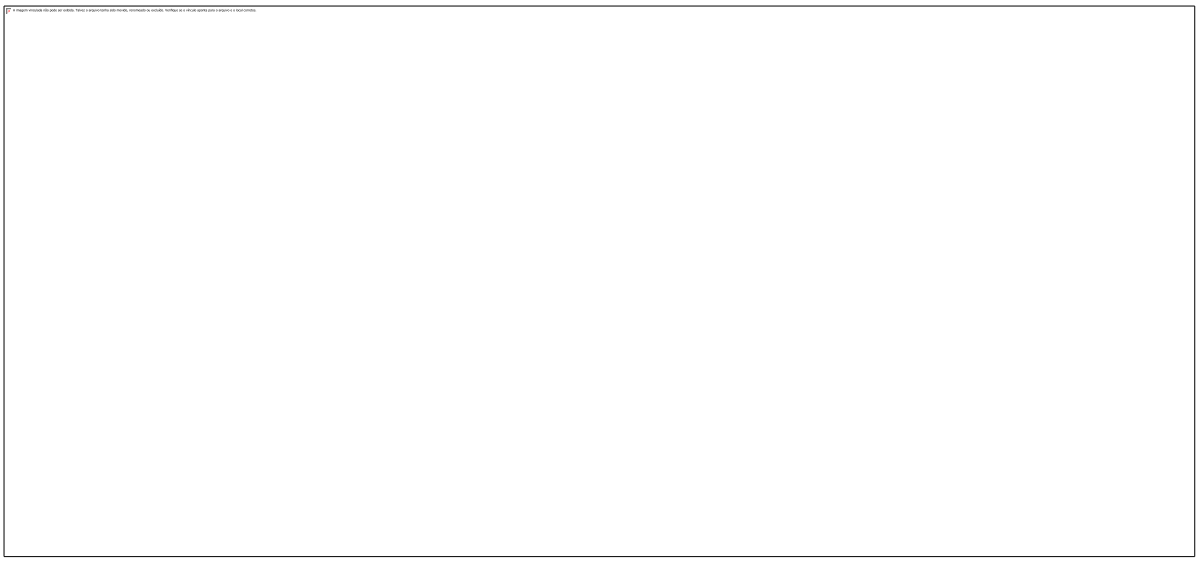
Remoção de relacionados a posteriori ao cliente inicial big



Remoção de relacionados a posteriori ao cliente inicial small



Remoção por sequência



Remoção por rota inteira

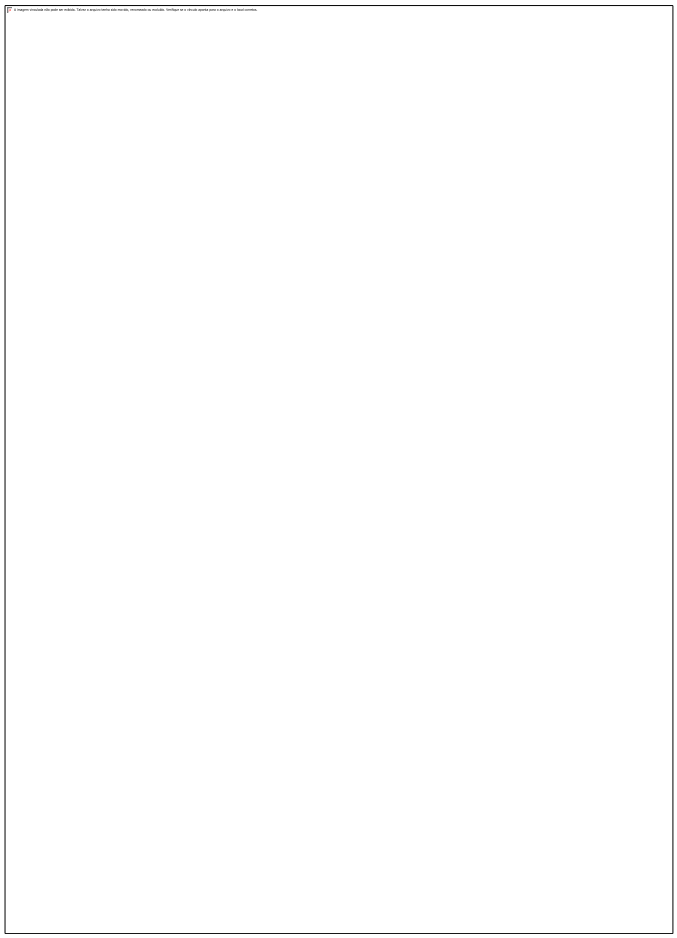


Tabela de base de dados



Tabela Friedman big

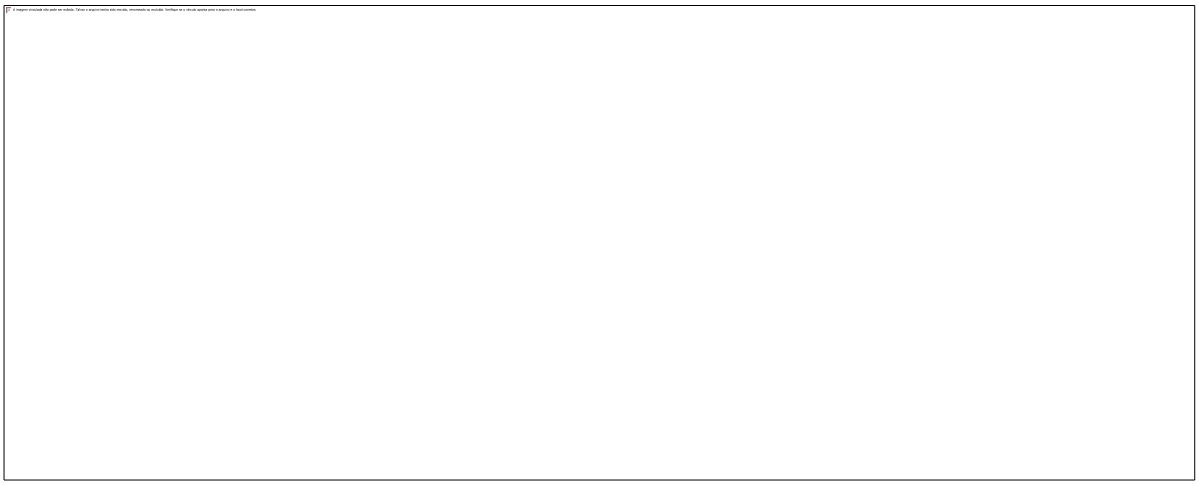


Tabela Friedman small



Tabela médias big



Tabela médias small

CÓDIGO: HS0117

AUTOR: MIGUEL INÁCIO DA SILVA SOUZA

ORIENTADOR: FABIO MARQUES DE OLIVEIRA NETO

TÍTULO: OS IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DO WHATSAPP PARA O AUMENTO DA PRODUÇÃO ORAL EM LÍNGUA INGLESA COMO L2

Resumo

Este estudo investigou a relação entre o uso do WhatsApp como ferramenta pedagógica e o aumento da produção oral em língua inglesa em aulas do curso técnico integrado ao ensino médio de Informática da Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN. A pesquisa, de abordagem qualitativa, foi realizada com um universo de 52 alunos ao longo de oito meses (26 em um grupo experimental e 26 em um grupo de controle). A coleta de dados ocorreu por meio da contagem da produção oral dos participantes em cada aula, a partir de atividades enviadas via WhatsApp, nas quais os alunos deveriam responder oralmente às tarefas propostas. O critério de análise adotado foi a frequência de produção oral durante as aulas. Além disso, contou-se com um grupo de controle composto por uma turma do curso de Agroindústria, na qual não houve interação com o professor por meio do WhatsApp. Os resultados evidenciaram um aumento na participação dos estudantes, maior uso da língua-alvo e redução da ansiedade ao se expressarem em inglês, em contraste com o grupo de controle. Conclui-se que o uso do WhatsApp como ferramenta pedagógica contribuiu significativamente para o desenvolvimento da oralidade, favorecendo a interação e o engajamento dos alunos no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Produção oral; Aprendizagem de Inglês como L2; WhatsApp.

TITLE: THE IMPACTS OF WHATSAPP UTILIZATION ON THE INCREASING OF ORAL PRODUCTION IN ENGLISH AS L2

Abstract

This study investigated the relationship between the use of WhatsApp as a pedagogical tool and the increase in oral production in English classes in the integrated technical high school course in Informatics at the Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN. The research adopted a qualitative approach and was conducted with a group of 52 students over a period of eight months (26 in the experimental group and 26 in the control group). Data collection was carried out through the counting of students' oral production in each class, based on activities sent via WhatsApp, in which participants were required to respond orally to the proposed tasks. The criterion for analysis was the frequency of oral

production during classes. In addition, a control group consisting of a class from the Agroindustry course was included, in which there was no interaction with the teacher through WhatsApp. The results showed an increase in students' participation, greater use of the target language, and a reduction in anxiety when speaking English, in contrast to the control group. It is concluded that the use of WhatsApp as a pedagogical tool significantly contributed to the development of oral skills, promoting interaction and student engagement in the language learning process.

Keywords: Oral production; Second language learning; WhatsApp.

Introdução

A presença dos smartphones na sociedade contemporânea consolidou-se de maneira expressiva, tornando-se um elemento central nas práticas cotidianas. No contexto brasileiro, assim como em diversos outros países, esses dispositivos passaram a desempenhar múltiplas funções, que vão desde a comunicação em redes sociais até a realização de transações financeiras e o acesso a informações, evidenciando seu caráter indispensável. Dados da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) indicam que, em 2025, o Brasil alcançou a marca de aproximadamente 270,2 milhões de acessos móveis, termo que se refere aos chips utilizados para serviços de voz e conexão à internet. Em comparação com anos anteriores, esse número evidencia a continuidade do crescimento do setor, ainda que em ritmo mais moderado, refletindo a expansão dos serviços móveis e o avanço de novas tecnologias, como o 5G e a Internet das Coisas. A expansão contínua do uso desses dispositivos tem despertado o interesse da comunidade acadêmica quanto às suas possibilidades de aplicação no campo educacional. No âmbito do ensino de línguas estrangeiras, observa-se um movimento crescente de investigação acerca das contribuições das tecnologias móveis para o processo de aprendizagem. Conforme aponta Costa (2013), a utilização de celulares no ensino de língua inglesa pode favorecer a motivação dos estudantes, além de inseri-los em situações mais autênticas de uso da língua e contribuir para o desenvolvimento de suas competências linguísticas. Sob essa perspectiva, o emprego de smartphones em práticas pedagógicas apresenta potencial para ampliar a eficiência do processo de ensino-aprendizagem. Isso se deve, por um lado, à facilidade de acesso imediato a conteúdos relevantes e, por outro, à possibilidade de flexibilização das dimensões temporal e espacial da aprendizagem, que passa a ocorrer para além do ambiente tradicional da sala de aula. Dentre os diversos aplicativos de comunicação disponíveis, o WhatsApp ocupa posição de destaque em escala global. Informações divulgadas pela própria plataforma indicam que o aplicativo conta com mais de dois bilhões de usuários distribuídos em mais de 180 países. No cenário brasileiro, dados de 2021 apontam a existência de aproximadamente 120 milhões de contas ativas, posicionando o país entre os maiores usuários do aplicativo no mundo, atrás apenas da Índia. Nos últimos anos, observa-se uma transformação significativa do WhatsApp, que deixou de ser apenas um aplicativo de troca de mensagens para se consolidar como um recurso pedagógico adotado por docentes de diferentes áreas do conhecimento. De acordo com Andretta, Bernardi e Cordenonsi (2019), o aplicativo tem sido incorporado ao ambiente escolar em múltiplos contextos e finalidades, evidenciando a diversidade de funcionalidades que podem ser exploradas no âmbito educacional. No contexto do ensino de Língua Inglesa como segunda língua (L2), há uma preocupação constante, por parte dos docentes, em desenvolver estratégias que favoreçam o aprimoramento das habilidades linguísticas dos

aprendizes. A experiência docente tem demonstrado que a produção oral proficiente constitui uma das principais aspirações dos estudantes, frequentemente sintetizada na pergunta recorrente: “Do you speak English?”. Nesse sentido, considerando o interesse em promover o desenvolvimento dessa habilidade, aliado à crescente utilização de smartphones para fins educacionais e à ampla aceitação do WhatsApp no contexto brasileiro, este estudo tem como objetivo investigar de que maneira o uso desse aplicativo pode impactar a produção oral de aprendizes de L2. Para alcançar esse objetivo, propõe-se a seguinte questão de pesquisa: de que forma a utilização do WhatsApp influencia a produção oral de aprendizes de Língua Inglesa como L2, especificamente no que se refere à fluência? Parte-se da hipótese de que tarefas de produção oral mediadas pelo aplicativo tendem a exercer um impacto positivo no número de produções dos participantes.

Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, cujo objetivo foi investigar a relação entre o uso do WhatsApp como ferramenta pedagógica e o desenvolvimento da produção oral em língua inglesa. O estudo foi realizado no contexto do curso técnico integrado ao ensino médio de Informática da Escola Agrícola de Jundiaí, vinculada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). O universo da pesquisa foi composto por 52 estudantes regularmente matriculados na disciplina de Língua Inglesa, os quais participaram do estudo ao longo de um período de oito meses. Como estratégia metodológica complementar, foi utilizado um grupo de controle formado por uma turma do curso técnico integrado ao ensino médio de Agroindústria (26 alunos), que não fez uso do WhatsApp como instrumento de mediação pedagógica nas atividades de produção oral. A coleta de dados ocorreu por meio do registro sistemático da produção oral dos participantes em todas as aulas. Para isso, foram propostas atividades pedagógicas enviadas via WhatsApp, nas quais os alunos deveriam responder oralmente às tarefas solicitadas, gravando e encaminhando suas produções por meio do aplicativo. As mesmas tarefas foram propostas ao grupo de controle, mas sem a utilização do WhatsApp. Essas produções foram contabilizadas aula a aula, permitindo o acompanhamento da frequência de uso da língua-alvo ao longo do período investigado. O critério de análise adotado foi a frequência de produção oral dos estudantes, considerando-se o número de participações orais realizadas por aula e sua evolução ao longo do tempo. Esses dados foram comparados entre o grupo experimental e o grupo de controle, de modo a identificar possíveis diferenças no engajamento e no uso da língua inglesa. Adicionalmente, foram observados aspectos qualitativos relacionados ao comportamento dos alunos durante o processo, como nível de participação, segurança ao se expressar oralmente e indícios de redução da ansiedade comunicativa. A triangulação desses elementos permitiu uma análise mais abrangente dos efeitos do uso do WhatsApp no contexto investigado. Por fim, os dados foram interpretados à luz da literatura sobre tecnologias digitais móveis no ensino de línguas, buscando compreender em que medida o uso do aplicativo contribuiu para a ampliação da interação, do engajamento e do desenvolvimento da oralidade em língua inglesa.

Resultados e Discussões

Os dados obtidos no presente estudo foram analisados a partir da comparação entre dois grupos: o grupo experimental, que utilizou o WhatsApp como ferramenta pedagógica para produção oral em língua inglesa, e o grupo de controle, que realizou as mesmas atividades sem mediação tecnológica via aplicativo. A análise contemplou um período de oito meses, considerando a frequência de produção oral dos estudantes.

4.3 Padrões individuais no grupo de controle A análise detalhada dos dados do grupo de controle indica predominância de baixa variação na produção oral ao longo do tempo. Parte dos participantes apresentou manutenção de níveis mínimos de participação, com alguns casos de ausência total de produção em determinados meses.

4.4 Discussão dos resultados A comparação entre os grupos evidencia que o uso do WhatsApp como ferramenta pedagógica exerceu impacto positivo no desenvolvimento da produção oral em língua inglesa. Enquanto o grupo experimental apresentou crescimento contínuo e progressivo ao longo dos oito meses, o grupo de controle permaneceu relativamente estável, sem ganhos expressivos de desempenho. Esse resultado sugere que a mediação tecnológica por meio do WhatsApp pode ter ampliado as oportunidades de prática da língua-alvo, favorecendo maior frequência de produção oral e engajamento dos estudantes. A diferença observada entre os grupos torna-se mais evidente a partir do terceiro mês, o que pode indicar um período de adaptação inicial seguido de consolidação do uso da ferramenta como espaço de prática linguística. Além disso, a maior evolução no grupo experimental pode estar associada à redução de fatores afetivos negativos, como a ansiedade ao falar em língua estrangeira, uma vez que o ambiente assíncrono e menos expositivo do WhatsApp tende a favorecer maior segurança na produção oral, o que ocasionou maior produção oral também na sala de aula. Por outro lado, a estabilidade observada no grupo de controle sugere que a prática exclusivamente presencial, sem suporte tecnológico complementar, pode não ser suficiente para promover avanços consistentes na oralidade em língua inglesa dentro do mesmo período. Em síntese, os resultados indicam que a integração de tecnologias digitais móveis ao ensino de línguas, especialmente o WhatsApp, contribui significativamente para o desenvolvimento da produção oral, ao ampliar o tempo de exposição à língua e promover maior engajamento discente.

Conclusão

O presente estudo teve como objetivo investigar a relação entre o uso do WhatsApp como ferramenta pedagógica e o desenvolvimento da produção oral em língua inglesa no contexto do curso técnico integrado ao ensino médio de Informática e Agroindústria da Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN. A partir da análise comparativa entre o grupo experimental e o grupo de controle, foi possível observar diferenças significativas no desempenho dos estudantes ao longo dos oito meses de intervenção. Os resultados evidenciaram que o grupo que utilizou o WhatsApp como mediador pedagógico apresentou crescimento progressivo e consistente na frequência de produção oral, especialmente a partir do terceiro mês de aplicação das atividades. Em contraste, o grupo de controle manteve-se relativamente estável ao longo do mesmo período, sem variações expressivas no uso da língua-alvo. Esses achados sugerem que a inserção de tecnologias digitais móveis no processo de ensino-aprendizagem pode contribuir para a

ampliação das oportunidades de prática linguística. Além disso, os dados indicam que o uso do WhatsApp pode ter favorecido aspectos afetivos relacionados à aprendizagem de línguas, como a redução da ansiedade comunicativa e o aumento da confiança dos estudantes ao se expressarem em língua inglesa. O ambiente assíncrono e menos expositivo proporcionado pelo aplicativo parece ter desempenhado um papel relevante na intensificação da participação discente e no engajamento com as atividades propostas.

Referências

ANDRETTA, T.; BERNARDI, G.; CORDENONSI, A. Zanki. Whatsapp no contexto educacional: uma revisão sistemática de literatura. RENOTE, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 365–374, 2019. DOI: 10.22456/1679-1916.95843. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/95843. Acesso em: 12 dez. 2022.

BARROS, A.; LEHFELD, N. Fundamentos de metodologia científica. 4ª.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BOUHNIK, D.; DESHEN, M. WhatsApp goes to school: Mobile instant messaging between teachers and students. Journal of Information Technology Education, v.13, n. 2, p. 217 231, 2014.

BRASIL. Ministério das Comunicações. Acesso à banda larga fixa cresceu 2,7% em dezembro de 2025 em comparação ao mesmo período do ano anterior, segundo Anatel. Brasília, 4 fev. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2026/fevereiro/acesso a-banda-larga-fixa-cresceu-2-7-em-dezembro-de-2025-em-comparacao-ao-mesmo-periodo do-ano-anterior-segundo-anatel. Acesso em: 13 abr. 2026.

CALDAS, V. A tecnologia digital móvel em uma abordagem híbrida: o papel do feedback no desenvolvimento da produção oral em inglês como L2. 2018. 225f. Dissertação (Mestrado em Estudos da Linguagem) – Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.

CHURCH, Karen; DE OLIVEIRA, Rodrigo. What's up with WhatsApp?: Comparing mobile instant messaging behaviors with traditional SMS. Proceedings of the 15th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services, 2013.

COSTA, G. Mobile learning: explorando potencialides com o uso do celular no ensino aprendizagem de língua inglesa como língua estrangeira com alunos da escola pública. 2013. 201f. Tese (Doutorado em Letras) – Departamento de Letras, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2013.

ELLIS, R. The Differential Effects of Three Types of Task Planning on the Fluency, Complexity, and Accuracy in L2 Oral Production. Applied Linguistics, v.30, n. 4, p. 474 509, 2009.

GOMES, Patrícia. 10 dicas e 13 motivos para usar celular na aula. 25 fev. 2013. Disponível em: https://porvir.org/10-dicas-13-motivos-para-usar-celular-na-aula/. Acesso em: 30 de out. de 2020.

HAN, T.; KESKIN, F. Using a Mobile Application (WhatsApp) to Reduce EFL Speaking Anxiety. Gist Education and Learning Research Journal, n.12, p. 29- 50, 2016.KRASHEN, S. The input hypothesis: Issues and implications. New York: Longman, 1985. LEVELT, W. Speaking: From intention to articulation. Massachusetts: The MIT Press, 1989. MATTAR, J. Web 2.0 e redes sociais na educação. São Paulo: Artesanato Educacional, 2014.

RAMBLE, P.; CHIPUNZA, C. Using mobile devices to leverage student access to collaboratively-generated resources: a case of Whatsapp instant messaging at a South African University. International Conference on Advanced ICT, v. 33, p. 331-337, 2013. SKEHAN, P. Second language acquisition research and task-based research. In: WILLIS, J. WILLIS, D. (Eds.). Challenge and change in language teaching. Heinemann: Oxford, 1996. p. 17-30.

SKEHAN, P.; FOSTER, P. The influence of planning and post-task activities on accuracy and complexity in task based learning. Thames Valley University. Working Papers in English Language Teaching, v. 3, 1996.

SWAIN, M. Communicative Competence: Some roles of Comprehensible Input and Comprehensible Output in its Development. In: GASS, S.; MADDEN, C. (Eds.), Input in second language acquisition, Rowley, MA: Newbury House, 1985. p. 235–253._____. The output hypothesis: just speaking and writing aren't enough. Canadian Modern Language Review, Toronto, v. 50, n. 1, p.158-64, 1993. 141 _____. Three functions of output in second language learning. In: COOK, G.; SEIDLHOFER, B. (Eds). Principles and practice in the study of language. Oxford: Oxford University Press, 1995. p. 125-144.

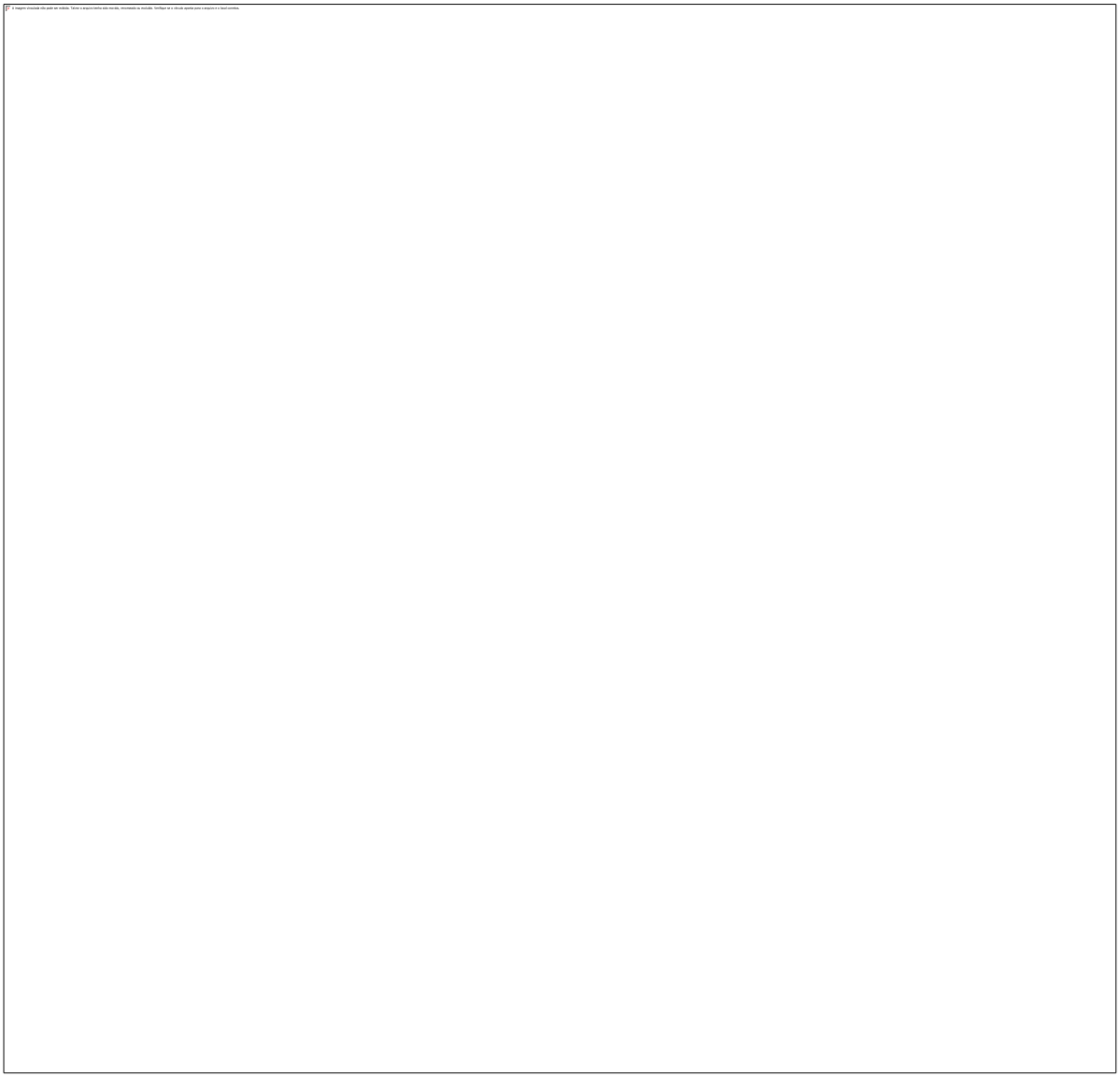
SWAIN, M; LAPKIN, S. Problems in output and the cognitive processes they generate: A step towards second language learning. Applied Linguistics, v. 16, n. 3, p. 371-391, 1995. RSTUDIO. Integrated Development for R. Boston, MA: RStudio, 2015.

WEISSHEIMER, J. Working memory capacity and the development of L2 speech production: an exploratory study. 2007. 72f. Tese (Doutorado em Letras) – Programa de Pós Graduação em Letras/Inglês e Literatura Correspondente, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

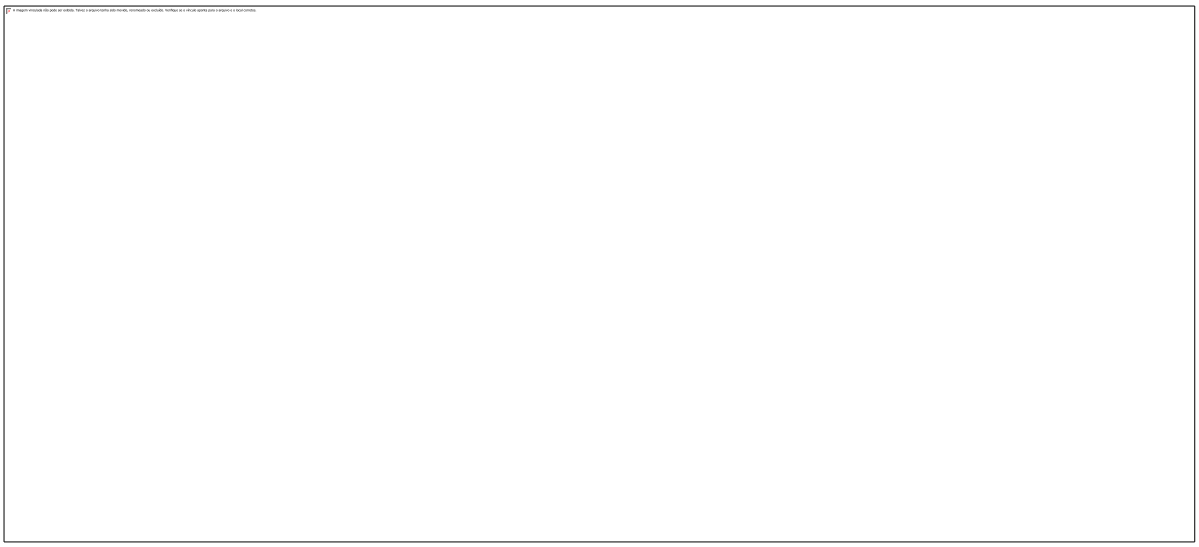
WEISSHEIMER, J.; OLIVEIRA CALDAS, V. The effects of implicit and explicit classroom feedback on bilingual speech production. PROLÍNGUA, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 198–211, 2021. 10.22478/ufpb.1983-9979.2020v15n2.54929. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.php/prolingua/article/view/54929. Acesso em: 28 mar. 2023. WEISSHEIMER, J; CALDAS, V; MARQUES, F. Using Whatsapp to develop L2 oral production. Revista Leitura, Maceió, v. 1, nº 60, p. 21-38, jan./jun. 2018.

YEBOAH, Joseph; EWUR, George D. The impact of WhatsApp messenger usage on students' performance in tertiary institutions in Ghana. Journal of Education and Practice, v. 5, n. 6, p. 157-164, 2014.

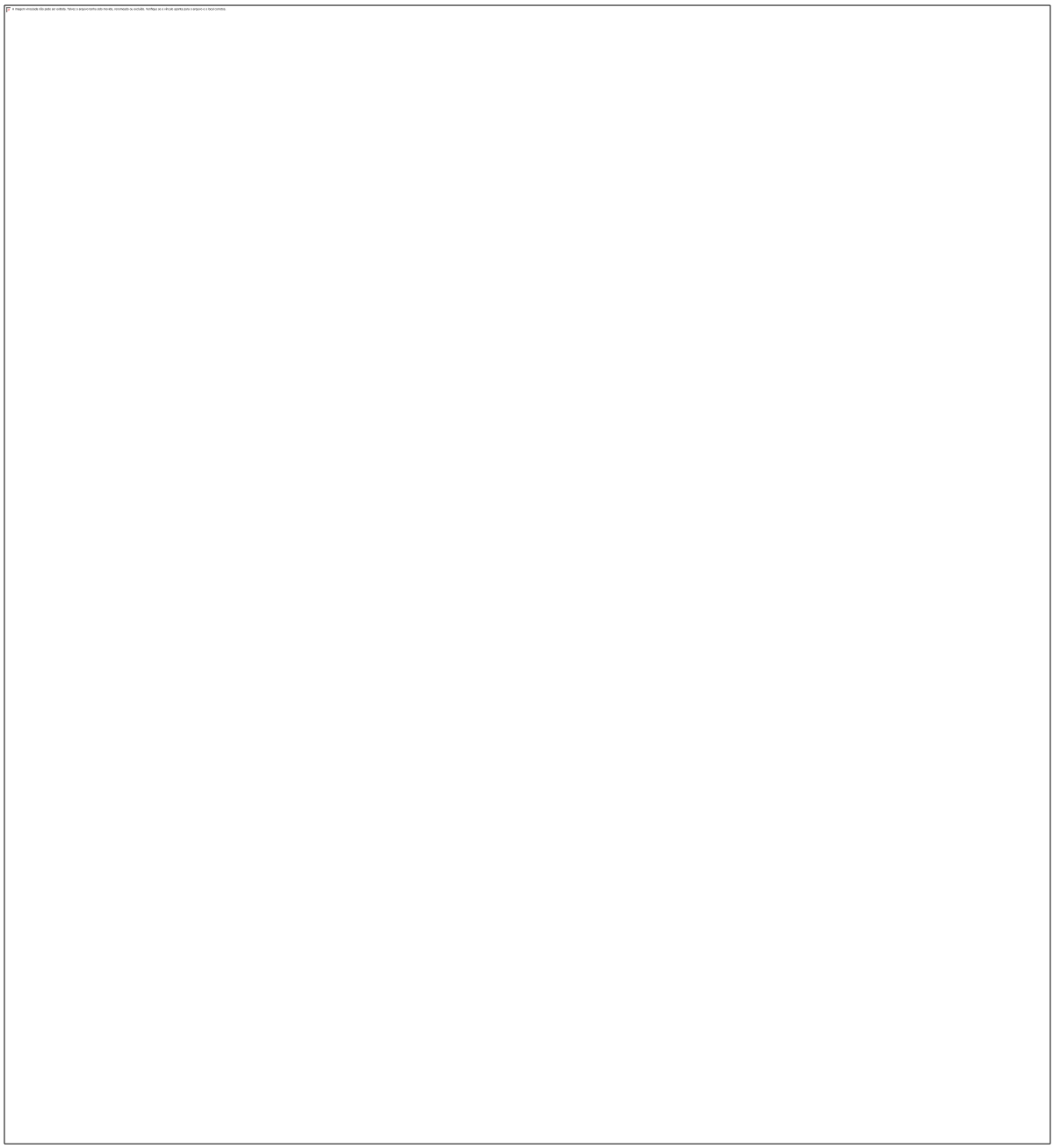
Anexos



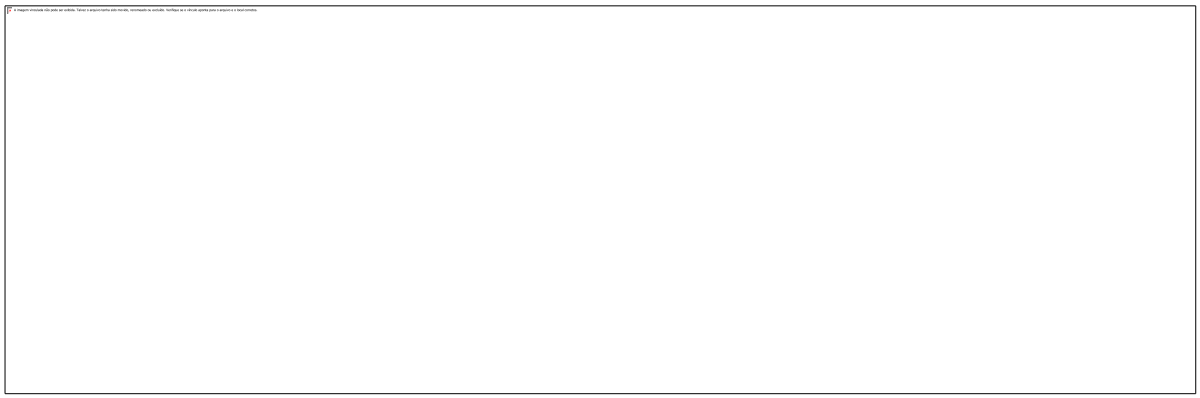
grupo experimental (1)



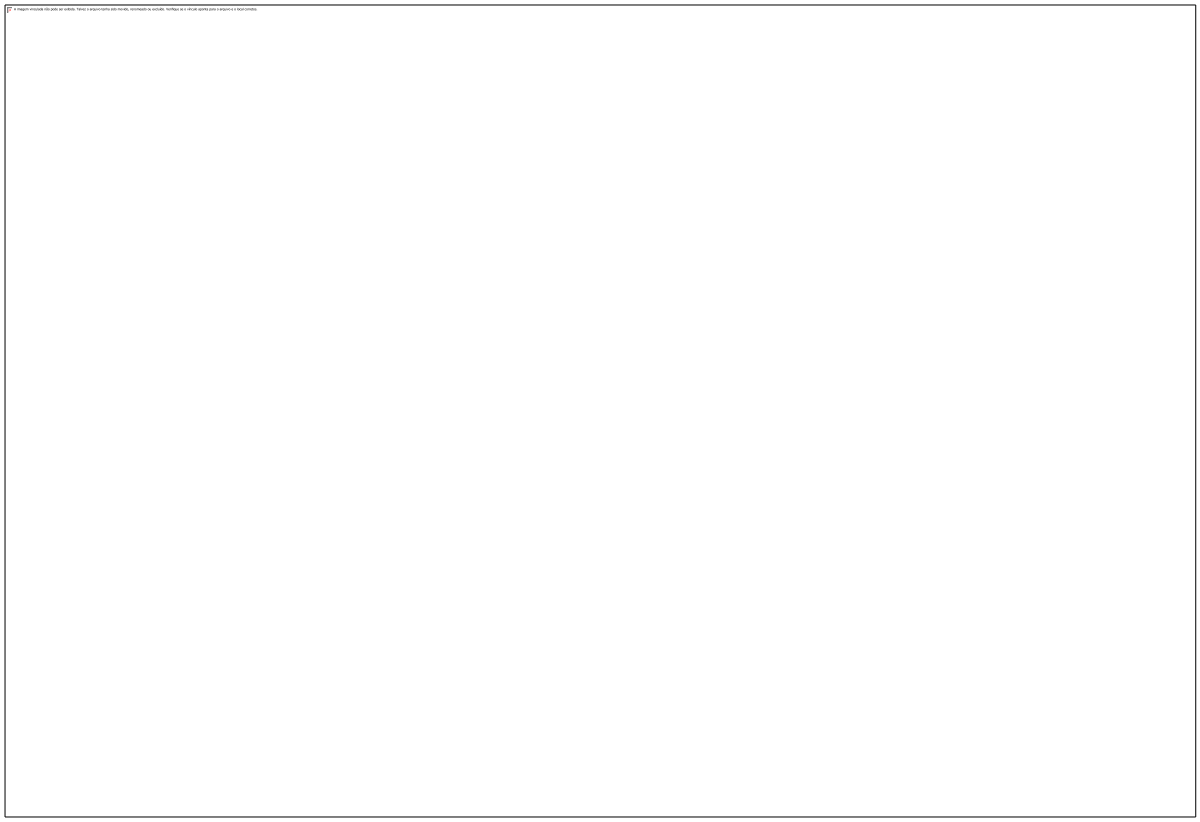
grupo experimental (2)



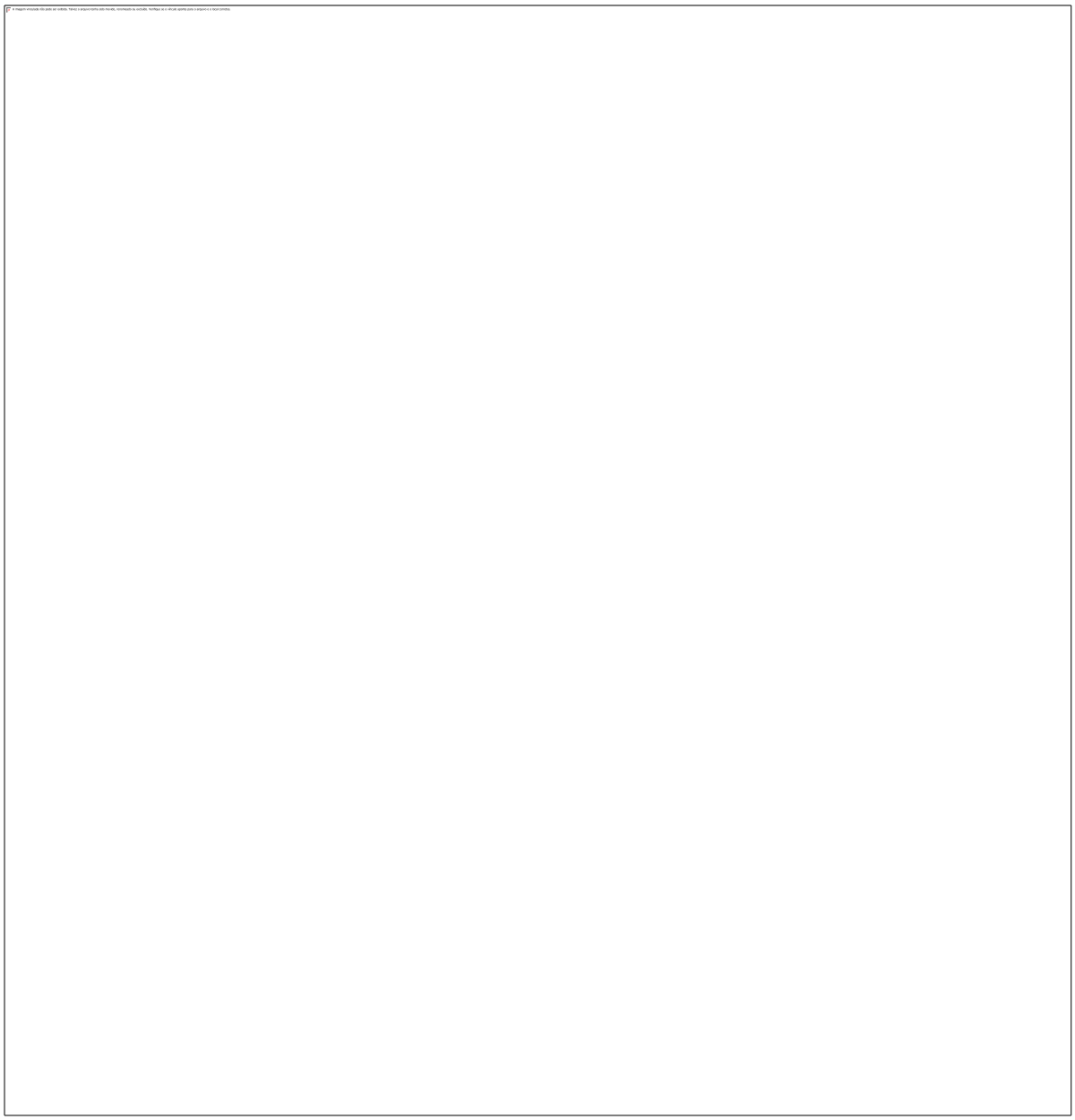
grupo de controle (1)



grupo de controle (2)



Comparação da produção oral entre os grupos



Comparação da produção oral entre os grupos

CÓDIGO: HS0118

AUTOR: MARIA LAURA VITOR FERREIRA

ORIENTADOR: FABIO MARQUES DE OLIVEIRA NETO

TÍTULO: OS IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DO WHATSAPP PARA O AUMENTO DA PRODUÇÃO ORAL EM LÍNGUA INGLESA COMO L2

Resumo

Este estudo investigou a relação entre o uso do WhatsApp como ferramenta pedagógica e o aumento

da produção oral em língua inglesa em aulas do curso técnico integrado ao ensino médio de Informática da

Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN. A pesquisa, de abordagem qualitativa, foi realizada com um universo de 52

alunos ao longo de oito meses (26 em um grupo experimental e 26 em um grupo de controle). A coleta de dados

ocorreu por meio da contagem da produção oral dos participantes em cada aula, a partir de atividades enviadas

via WhatsApp, nas quais os alunos deveriam responder oralmente às tarefas propostas. O critério de análise

adotado foi a frequência de produção oral durante as aulas. Além disso, contou-se com um grupo de controle

composto por uma turma do curso de Agroindústria, na qual não houve interação com o professor por meio do

WhatsApp. Os resultados evidenciaram um aumento na participação dos estudantes, maior uso da língua-alvo e

redução da ansiedade ao se expressarem em inglês, em contraste com o grupo de controle. Conclui-se que o uso

do WhatsApp como ferramenta pedagógica contribuiu significativamente para o desenvolvimento da oralidade,

favorecendo a interação e o engajamento dos alunos no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Produção oral; Aprendizagem de Inglês como L2; WhatsApp.

TITLE: THE IMPACTS OF WHATSAPP UTILIZATION ON THE INCREASING OF ORAL PRODUCTION IN ENGLISH AS L2

Abstract

This study investigated the relationship between the use of WhatsApp as a pedagogical tool and

the increase in oral production in English classes in the integrated technical high school course in Informatics at

the Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN. The research adopted a qualitative approach and was conducted with a

group of 52 students over a period of eight months (26 in the experimental group and 26 in the control group).

Data collection was carried out through the counting of students' oral production in each class, based on

activities sent via WhatsApp, in which participants were required to respond orally to the proposed tasks. The

criterion for analysis was the frequency of oral production during classes. In addition, a control group consisting

of a class from the Agroindustry course was included, in which there was no interaction with the teacher through

WhatsApp. The results showed an increase in students' participation, greater use of the target language, and a

reduction in anxiety when speaking English, in contrast to the control group. It is concluded that the use of

WhatsApp as a pedagogical tool significantly contributed to the development of oral skills, promoting

interaction and student engagement in the language learning process.

Keywords: Oral production; Second language learning; WhatsApp.

Introdução

A presença dos smartphones na sociedade contemporânea consolidou-se de maneira expressiva, tornando-se um elemento central nas práticas cotidianas. No contexto brasileiro, assim como em diversos outros países, esses dispositivos passaram a desempenhar múltiplas funções, que vão desde a comunicação em redes sociais até a realização de transações financeiras e o acesso a informações, evidenciando seu caráter indispensável.

Dados da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) indicam que, em 2025, o Brasil alcançou a marca de aproximadamente 270,2 milhões de acessos móveis, termo que se refere aos chips utilizados para serviços de voz e conexão à internet. Em comparação com anos anteriores, esse número evidencia a continuidade do crescimento do setor, ainda que em ritmo mais moderado, refletindo a expansão dos serviços móveis e o avanço de novas tecnologias, como o 5G e a Internet das Coisas.

A expansão contínua do uso desses dispositivos tem despertado o interesse da comunidade acadêmica quanto às suas possibilidades de aplicação no campo educacional. No âmbito do ensino de línguas estrangeiras, observa-se um movimento crescente de investigação acerca das contribuições das tecnologias móveis para o processo de aprendizagem. Conforme aponta Costa (2013), a utilização de celulares no ensino de língua inglesa pode favorecer a motivação dos estudantes, além de inseri-los em situações mais autênticas de uso da língua e contribuir para o desenvolvimento de suas competências linguísticas.

Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, cujo objetivo foi investigar a relação entre o uso do WhatsApp como ferramenta pedagógica e o desenvolvimento da produção oral em língua inglesa. O estudo foi realizado no contexto do curso técnico integrado ao ensino médio de Informática da Escola Agrícola de Jundiaí, vinculada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

O universo da pesquisa foi composto por 52 estudantes regularmente matriculados na disciplina de Língua Inglesa, os quais participaram do estudo ao longo de um período de oito meses. Como estratégia metodológica complementar, foi utilizado um grupo de controle formado por uma turma do curso técnico integrado ao ensino médio de Agroindústria (26 alunos), que não fez uso do WhatsApp como instrumento de mediação pedagógica nas atividades de produção oral.

A coleta de dados ocorreu por meio do registro sistemático da produção oral dos

participantes em todas as aulas. Para isso, foram propostas atividades pedagógicas enviadas via WhatsApp, nas quais os alunos deveriam responder oralmente às tarefas solicitadas, gravando e encaminhando suas produções por meio do aplicativo. As mesmas tarefas foram propostas ao grupo de controle, mas sem a utilização do WhatsApp. Essas produções foram contabilizadas aula a aula, permitindo o acompanhamento da frequência de uso da língua-alvo ao longo do período investigado.

O critério de análise adotado foi a frequência de produção oral dos estudantes, considerando-se o número de participações orais realizadas por aula e sua evolução ao longo do tempo. Esses dados foram comparados entre o grupo experimental e o grupo de controle, de modo a identificar possíveis diferenças no engajamento e no uso da língua inglesa.

Resultados e Discussões

Adicionalmente, foram observados aspectos qualitativos relacionados ao comportamento dos alunos durante o processo, como nível de participação, segurança ao se expressar oralmente e indícios de redução da ansiedade comunicativa. A triangulação desses elementos permitiu uma análise mais abrangente dos efeitos do uso do WhatsApp no contexto investigado.

Por fim, os dados foram interpretados à luz da literatura sobre tecnologias digitais móveis no ensino de línguas, buscando compreender em que medida o uso do aplicativo contribuiu para a ampliação da interação, do engajamento e do desenvolvimento da oralidade em língua inglesa.

Além disso, a maior evolução no grupo experimental pode estar associada à redução de fatores afetivos negativos, como a ansiedade ao falar em língua estrangeira, uma vez que o ambiente assíncrono e menos expositivo do WhatsApp tende a favorecer maior segurança na produção oral, o que ocasionou maior produção oral também na sala de aula.

Por outro lado, a estabilidade observada no grupo de controle sugere que a prática exclusivamente presencial, sem suporte tecnológico complementar, pode não ser suficiente para promover avanços consistentes na oralidade em língua inglesa dentro do mesmo período.

Em síntese, os resultados indicam que a integração de tecnologias digitais móveis ao ensino de línguas, especialmente o WhatsApp, contribui significativamente para o desenvolvimento

da produção oral, ao ampliar o tempo de exposição à língua e promover maior engajamento
discente.

Conclusão

O presente estudo teve como objetivo investigar a relação entre o uso do WhatsApp como ferramenta pedagógica e o desenvolvimento da produção oral em língua inglesa no
contexto do curso técnico integrado ao ensino médio de Informática e Agroindústria da Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN. A partir da análise comparativa entre o grupo experimental e o
grupo de controle, foi possível observar diferenças significativas no desempenho dos estudantes ao longo dos oito meses de intervenção.
Os resultados evidenciaram que o grupo que utilizou o WhatsApp como mediador pedagógico apresentou crescimento progressivo e consistente na frequência de produção oral,
especialmente a partir do terceiro mês de aplicação das atividades. Em contraste, o grupo de
controle manteve-se relativamente estável ao longo do mesmo período, sem variações expressivas no uso da língua-alvo. Esses achados sugerem que a inserção de tecnologias
digitais móveis no processo de ensino-aprendizagem pode contribuir para a ampliação das
oportunidades de prática linguística.

Referências

ANDRETTA, T.; BERNARDI, G.; CORDENONSI, A. Zanki. Whatsapp no contexto educacional: uma revisão sistemática de literatura. RENOTE, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p.
365–374, 2019. DOI: 10.22456/1679-1916.95843. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/95843. Acesso em: 12 dez. 2022.
BARROS, A.; LEHFELD, N. Fundamentos de metodologia científica. 4ª.ed. São Paulo:
Pearson Prentice Hall, 2007.
BOUHNIK, D.; DESHEN, M. WhatsApp goes to school: Mobile instant messaging between
teachers and students. Journal of Information Technology Education, v.13, n. 2, p. 217-231, 2014.
BRASIL. Ministério das Comunicações. Acesso à banda larga fixa cresceu 2,7% em dezembro
de 2025 em comparação ao mesmo período do ano anterior, segundo Anatel. Brasília, 4 fev. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2026/fevereiro/acesso-
a-banda-larga-fixa-cresceu-2-7-em-dezembro-de-2025-em-comparacao-ao-mesmo-periodo-

do-ano-anterior-segundo-anatel. Acesso em: 13 abr. 2026.
CALDAS, V. A tecnologia digital móvel em uma abordagem híbrida: o papel do feedback
no desenvolvimento da produção oral em inglês como L2. 2018. 225f. Dissertação (Mestrado
em Estudos da Linguagem) – Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.
CHURCH, Karen; DE OLIVEIRA, Rodrigo. What's up with WhatsApp?: Comparing mobile instant messaging behaviors with traditional SMS. Proceedings of the 15th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services,
2013.
COSTA, G. Mobile learning: explorando potencialides com o uso do celular no ensino-aprendizagem de língua inglesa como língua estrangeira com alunos da escola pública. 2013.
201f. Tese (Doutorado em Letras) – Departamento de Letras, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2013.
ELLIS, R. The Differential Effects of Three Types of Task Planning on the Fluency, Complexity, and Accuracy in L2 Oral Production. Applied Linguistics, v.30, n. 4, p. 474-
509, 2009.
GOMES, Patrícia. 10 dicas e 13 motivos para usar celular na aula. 25 fev. 2013. Disponível em: https://porvir.org/10-dicas-13-motivos-para-usar-celular-na-aula/. Acesso em:
30 de out. de 2020.
HAN, T.; KESKIN, F. Using a Mobile Application (WhatsApp) to Reduce EFL Speaking
Anxiety. Gist Education and Learning Research Journal, n.12, p. 29- 50,
2016.KRASHEN, S.The input hypothesis: Issues and implications. New York: Longman, 1985.
LEVELT, W. Speaking: From intention to articulation. Massachusetts: The MIT Press, 1989.
MATTAR, J. Web 2.0 e redes sociais na educação. São Paulo: Artesanato Educacional, 2014.
RAMBLE, P.; CHIPUNZA, C. Using mobile devices to leverage student access to collaboratively-generated resources: a case of Whatsapp instant messaging at a South African
University. International Conference on Advanced ICT, v. 33, p. 331-337, 2013.
SKEHAN, P. Second language acquisition research and task-based research. In: WILLIS, J.
WILLIS, D. (Eds.). Challenge and change in language teaching. Heinemann: Oxford, 1996.
p. 17-30.
SKEHAN, P.; FOSTER, P. The influence of planning and post-task activities on accuracy and
complexity in task based learning. Thames Valley University. Working Papers in English
Language Teaching, v. 3, 1996.
SWAIN, M. Communicative Competence: Some roles of Comprehensible Input and

Comprehensible Output in its Development. In: GASS, S.; MADDEN, C. (Eds.), Input in
second language acquisition, Rowley, MA: Newbury House, 1985. p. 235–253._____. The
output hypothesis: just speaking and writing aren't enough. Canadian Modern Language
Review, Toronto, v. 50, n. 1, p.158-64, 1993. 141
_____. Three functions of output in second language learning. In: COOK, G.;
SEIDLHOFER, B. (Eds). Principles and practice in the study of language. Oxford: Oxford
University Press, 1995. p. 125-144.
SWAIN, M; LAPKIN, S. Problems in output and the cognitive processes they generate: A
step towards second language learning. Applied Linguistics, v. 16, n. 3, p. 371-391, 1995.
RSTUDIO. Integrated Development for R. Boston, MA: RStudio, 2015.
WEISSHEIMER, J. Working memory capacity and the development of L2 speech production: an exploratory study. 2007. 72f. Tese (Doutorado em Letras) – Programa de Pós-
Graduação em Letras/Inglês e Literatura Correspondente, Universidade Federal de Santa
Catarina. Florianópolis, 2007.
WEISSHEIMER, J.; OLIVEIRA CALDAS, V. The effects of implicit and explicit classroom
feedback on bilingual speech production. PROLÍNGUA, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 198–211, 2021. DOI: 10.22478/ufpb.1983-9979.2020v15n2.54929. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.php/prolingua/article/view/54929. Acesso em: 28 mar. 2023.
WEISSHEIMER, J; CALDAS, V; MARQUES, F. Using Whatsapp to develop L2 oral production. Revista Leitura, Maceió, v. 1, nº 60, p. 21-38, jan./jun. 2018.
YEBOAH, Joseph; EWUR, George D. The impact of WhatsApp messenger usage on students' performance in tertiary institutions in Ghana. Journal of Education and Practice,v. 5, n. 6, p. 157-164, 2014.

Anexos



CÓDIGO: HS0700

AUTOR: ANNA SILVIA BARROS EMERENCIANO

ORIENTADOR: FABIO MARQUES DE OLIVEIRA NETO

TÍTULO: FERRAMENTAS DIGITAIS E DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADE ORAL EM LÍNGUA INGLESA

Resumo

O avanço tecnológico contemporâneo e a popularização dos smartphones impulsionam a conectividade e a democratização do acesso à informação. Nesse contexto, a inserção de plataformas digitais no ambiente educacional surge como uma oportunidade para equalizar o contato com a língua inglesa, permitindo práticas que fortalecem a habilidade oral dos discentes através da interação verbal. Dessa forma, este estudo teve como objetivo analisar o uso de ferramentas digitais, em específico o WhatsApp, como recurso pedagógico para o desenvolvimento da habilidade oral da língua-alvo. Portanto, realizou-se uma pesquisa em um grupo de estudo, por meio de uma coleta de dados, acerca da participação oral dos estudantes em sala de aula. Os resultados finais revelaram um contraste significativo entre os grupos, evidenciando o impacto positivo da ferramenta digital.

Palavras-chave: Produção oral; Ferramentas tecnológicas; Língua inglesa.

TITLE: DIGITAL TOOLS AND THE DEVELOPMENT OF ORAL SKILLS IN ENGLISH

Abstract

Contemporary technological advancements and the popularization of smartphones have boosted connectivity and democratized access to information. In this context, the integration of digital platforms into the educational environment emerges as an opportunity to equalize contact with the English language, allowing practices that strengthen students' oral skills through verbal interaction. Therefore, this study aimed to analyze the use of digital tools, specifically WhatsApp, as a pedagogical resource for the development of oral skills in the target language. A group study was conducted, collecting data on students' oral participation in the classroom. The final results revealed a significant contrast between the groups, highlighting the positive impact of the digital tool.

Keywords: Oral production; Technological tools; English language.

Introdução

O avanço da tecnologia na sociedade contemporânea permitiu a ampliação das interações sociais em larga escala, abrangendo aspectos socioculturais, bem como educacionais e políticos. Além disso, com o advento dos aparelhos eletrônicos, sobretudo o smartphone, a conectividade entre indivíduos passou a ser simplificada e o acesso à informação tornou-se algo democratizado. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), em 2024, 88,9% da população de 10 anos ou mais possuía acesso ao dispositivo móvel. Somado a isso, a pesquisa informa que 94,2% dos estudantes de rede privada têm celular, frente a 73,7% dos estudantes da rede pública. Portanto, a disponibilidade de ferramentas digitais, se usadas com intuito, viabiliza o aprendizado e desenvolvimento de habilidades no campo educacional. Nesse contexto, a inserção de plataformas digitais como veículo de aprendizagem da língua inglesa apresenta-se como possibilidade de equalizar as oportunidades de contato dos estudantes com o idioma. Dessa forma, o discente pode desenvolver suas habilidades e aumentar sua segurança no inglês, uma vez que possibilitam práticas que podem ocorrer de acordo com a necessidade do usuário. A relevância da prática oral no aprendizado de uma segunda língua é comprovada pelo pensamento de Volóchinov (2017), onde o autor defende que uma linguagem não se resume a um sistema gramatical, mas que se manifesta por meio da interação verbal. Assim, o diálogo entre discente e docente torna-se indispensável. Por fim, este trabalho tem como objetivo analisar o uso de ferramentas digitais como recurso pedagógico para o desenvolvimento da habilidade oral da língua-alvo, com enfoque na utilização do WhatsApp, aplicativo de comunicação amplamente utilizado por diferentes grupos sociais.

Metodologia

Como forma de analisar o uso das ferramentas, desenvolvemos uma pesquisa de caráter qualitativo com o objetivo de avaliar o WhatsApp como ferramenta pedagógica para o aumento da produção oral da língua inglesa. O estudo observou, por oito meses, 52 estudantes cursando a matéria de língua inglesa na Escola Agrícola de Jundiaí, vinculada a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). O experimento desenvolveu-se em um campo de estudo com alunos do curso técnico integrado ao ensino médio de informática. Para complementar a análise, houve a participação de 26 estudantes do curso técnico integrado ao ensino médio de agroindústria, os quais não tinham acesso ao WhatsApp. Nesse contexto, a coleta de dados sucedeu-se pelo registro da participação oral dos discentes durante a aula. Por meio de atividades pedagógicas que eram solicitadas no aplicativo, os alunos do grupo experimental (informática) tinham que responder oralmente ao que era proposto. Somado a isso, os estudantes do grupo de controle (agroindústria) seguiam o mesmo processo, mas sem o auxílio do WhatsApp. Sendo assim, o parâmetro para avaliar a evolução foi a frequência da participação oral dos alunos em aula. Portanto, os dados obtidos ao final desse período foram submetidos a uma análise comparativa entre os dois grupos, permitindo estudar o impacto do uso do WhatsApp.

Resultados e Discussões

A análise das informações obtidas foi realizada por meio de uma coleta e comparação entre o resultado de cada grupo: o experimental e o de controle.

GRUPO EXPERIMENTAL

Tabela em anexo

Fonte: Marques (2026, não publicado).

GRUPO DE CONTROLE

Tabea em anexo

Fonte: Marques (2026, não publicado).

3.1 Comparação entre os grupos

MÉDIA MENSAL DA PRODUÇÃO ORAL

gráfico em anexo

Baseado na análise dos dados expostos, constata-se que houve um aumento significativo na produção oral do grupo experimental, enquanto o grupo de controle teve um crescimento mais discreto. Cabe ressaltar que ambos os grupos iniciaram a pesquisa com o mesmo padrão. O resultado apresentado levanta a hipótese de que a intervenção pedagógica por meio de ferramentas tecnológicas, a exemplo do uso do WhatsApp, favorece a taxa de produção oral. Ademais, a utilização constante do aplicativo para fins didáticos promove maior aceitação e desenvoltura com o idioma.

Conclusão

A pesquisa buscou analisar a relação entre o uso de ferramentas digitais e o desenvolvimento da habilidade oral em língua inglesa. Por meio de uma coleta de dados realizada no contexto da Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN, verificou-se o contraste dos resultados entre os dois grupos de pesquisa.

Embora os fatores comportamentais, tais como timidez e insegurança, possam ter afetado o processo, obteve-se um desfecho favorável, evidenciado pelo crescimento expressivo na média da prática oral, que passou de 0,85 para 3,08.

Referências

ANDRADE, Sara. A informação na sociedade contemporânea: uma breve abordagem sobre a sociedade da informação, o fenômeno global e a mundialização da cultura.

Revista da FARN, Natal, v. 1, n. 1, p. 207-216, jul./dez. 2001. Disponível em:https://revistas.unirn.edu.br/index.php/revistaunirn/article/view/34.

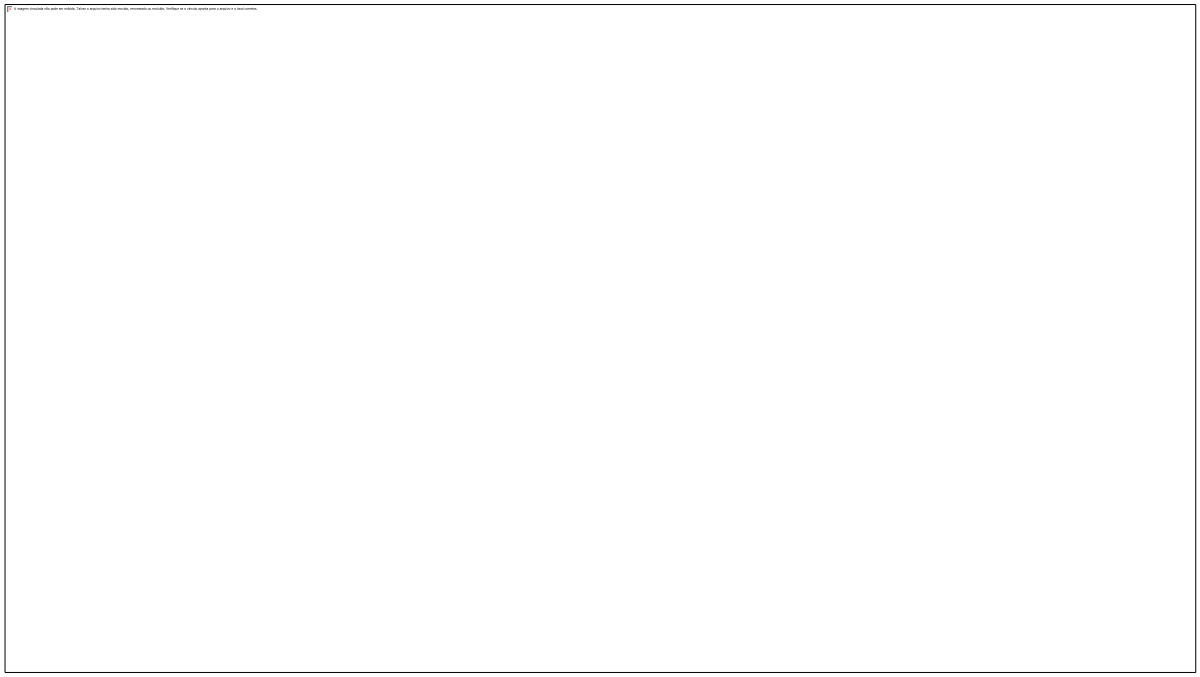
APRENDER inglês no Brasil: pesquisa Pearson. Porvir, [s. l.], 2014. Disponível em:https://porvir.org/aprender-ingles-no-brasil-pesquisa-pearson/.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). No Brasil, 88,9% da população de 10 anos ou mais tinha celular em 2024. Agência de Notícias IBGE, Rio de Janeiro, 24 jul. 2025. Disponível em:https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/44032-no-brasil-88-9-da-populacao-de-10-anos-ou-mais-tinha-celular-em-2024.

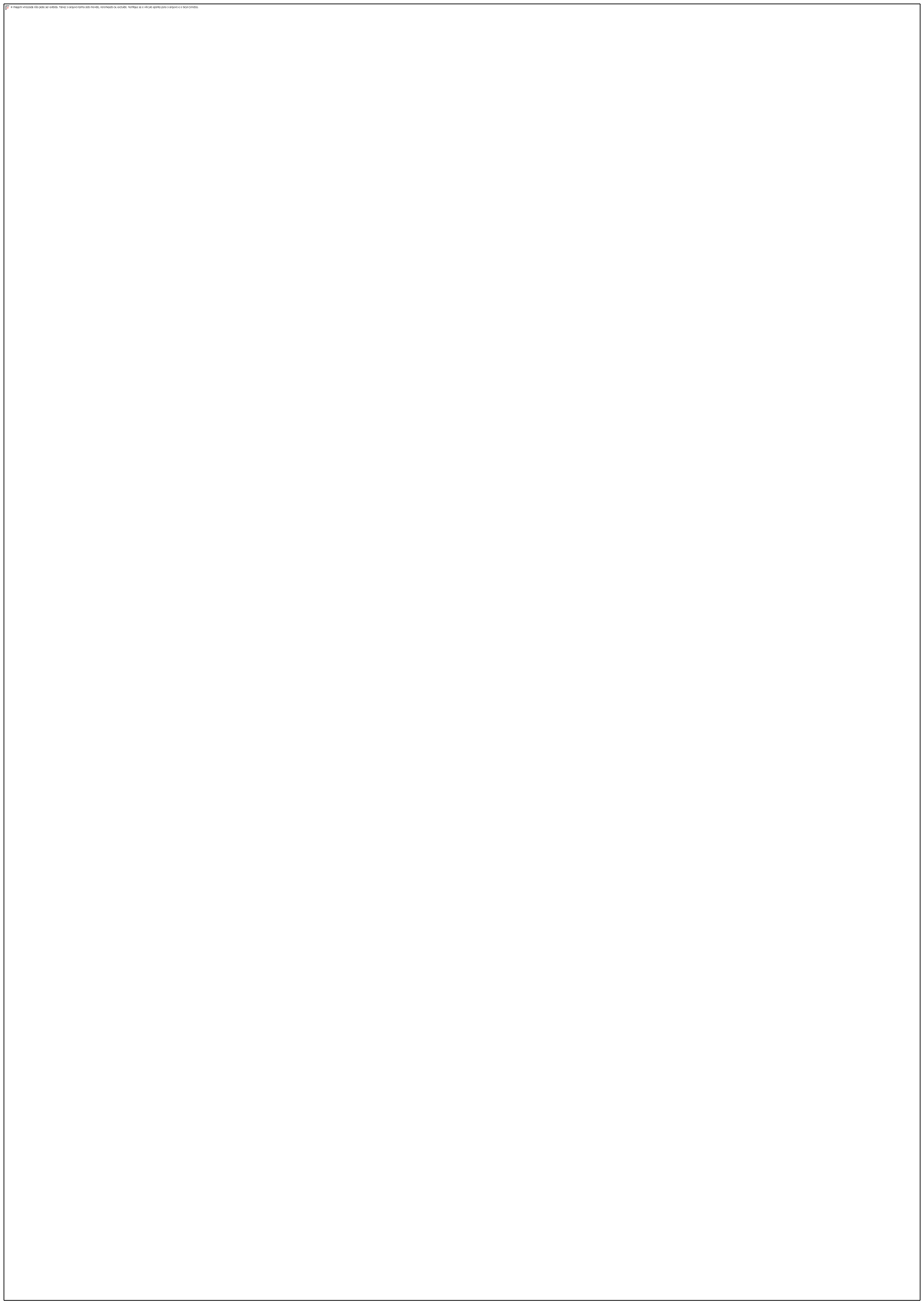
MACHADO, Márcia de Morais Nunes; SANTOS, Maria Pricila Miranda dos. O papel da tecnologia na transformação da educação contemporânea. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 1510-1521, jan. 2024. Disponível em:https://doi.org/10.51891/rease.v10i1.13048.

MASCHIETTO, Viviane Aparecida de Lima. A Oralidade no Ensino Médio: Desafios e Possibilidades para o Desenvolvimento das Habilidades Comunicativas em Língua Inglesa. Revista Tópicos, Rio de Janeiro, v. 4, n. 34, p. 1-20, 2026. Disponível em:https://revistatopicos.com.br/artigos/a-oralidade-no-ensino-medio-desafios-e-possibilidades-para-o-desenvolvimento-das-habilidades-comunicativas-em-lingua-inglesa.

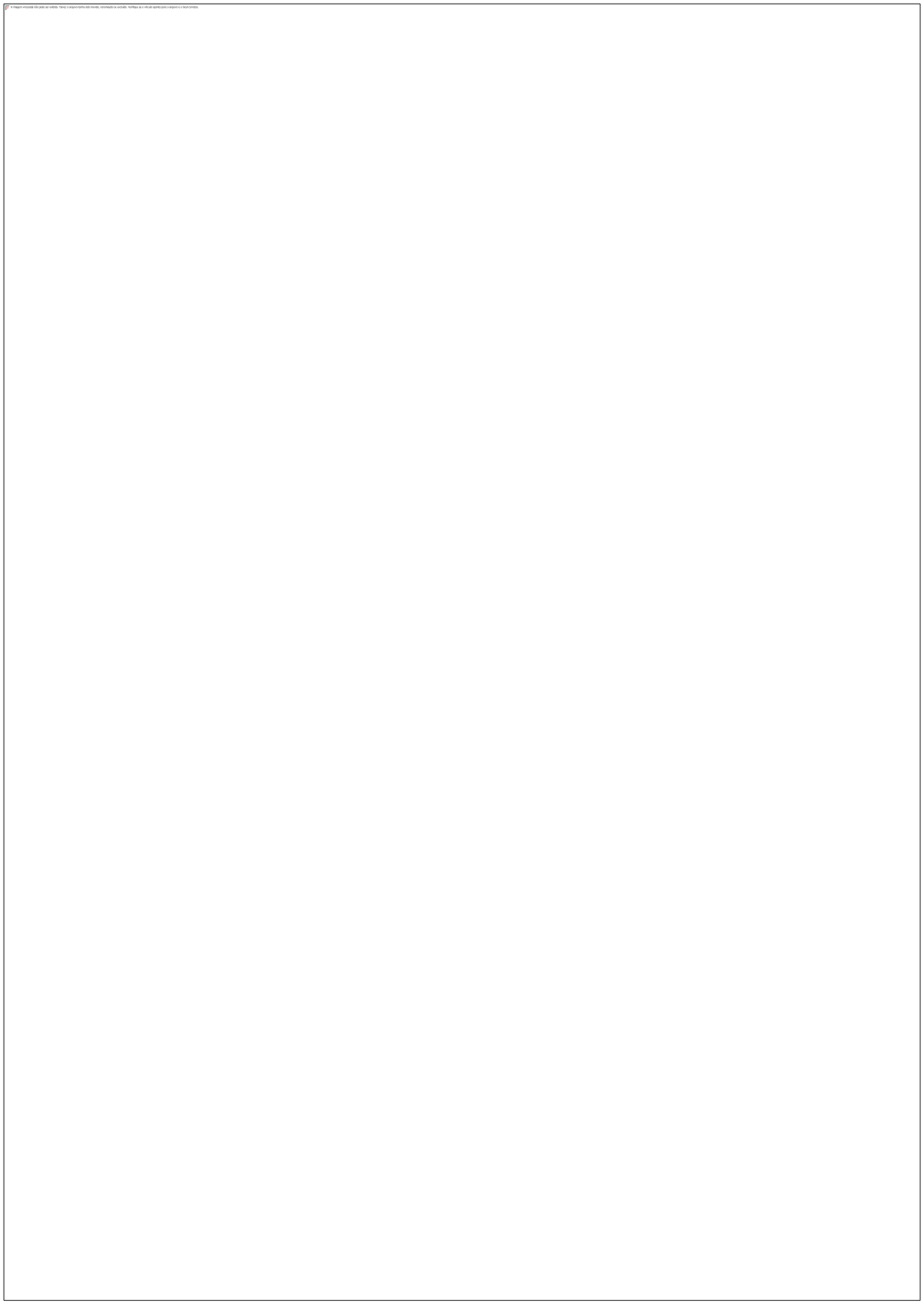
Anexos



Tabelas e gráfico acerca dos resultados.



Tabelas e gráfico acerca dos resultados.



Tabelas e gráfico acerca dos resultados.

CÓDIGO: HS0866

AUTOR: LETÍCIA FLÔR FARIAS OLIVEIRA

ORIENTADOR: ANDERSON DIAS VIANA

TÍTULO: Uso da agropecuária para o desenvolvimento do alfabetização em dados

Resumo

Os dados se configuram como o principal recurso na atualidade, porém poucas abordagens educacionais baseiam-se na obtenção de conhecimento a partir dos dados. O tema Agricultura Familiar desperta discussões que podem vir carregadas de enviesamento político que compromete uma análise imparcial e realista do tema. Visando uma formação baseada em dados e destacando a importância da produção no campo para a população brasileira, este trabalho tem por objetivo a criação de infográficos da temática Agricultura Familiar de acordo com os princípios da Ciência de Dados. Foram utilizadas base de dados oficiais e verificáveis, nas quais foram obtidas informações sobre a produção ligada à agricultura familiar. Com o uso de ferramentas de Inteligência Artificial, como o ChatGPT, foram gerados infográficos que apresentam e sistematizam uma série de dados de forma clara para o leitor. O produto gerado pode facilitar no processo de formação dessa temática como atua como recurso de Alfabetização em Dados.

Palavras-chave: Agricultura Familiar; Alfabetização em Dados; Decisão baseada em dados

TITLE: Use of Agriculture and Livestock Farming to Foster Data Literacy

Abstract

Data has become a primary resource in the modern era; however, few educational approaches focus on deriving knowledge from it. The topic of family farming often sparks discussions laden with political bias, which can compromise an impartial and realistic analysis of the subject. Aiming to foster data-driven learning and highlight the importance of agricultural production for the Brazilian population, this project focuses on creating infographics about family farming based on Data Science principles. Official, verifiable databases were used to gather information on family farming production. Artificial Intelligence tools, such as ChatGPT, were employed to generate infographics that clearly present and organize the data for the reader. The resulting product can facilitate learning on this topic while serving as a resource for data literacy.

Keywords: Family Farming; Data Literacy; Data-based Decision Making

Introdução

Atualmente, a humanidade vive sua 4ª Revolução Industrial, a qual se baseia em grande parte dos dados como o principal bem de produção [1]. Os indivíduos utilizam dispositivos e estão em ambientes inteligentes que operam pela coleta de dados e geração de condições que melhoram nossa qualidade de vida [2]. Hoje, as principais empresas do mercado são aquelas que operam pela utilização de dados.

A coleta, interpretação e comunicação dos dados vem se tornando cada vez mais necessidade essencial [3] para a formação de profissionais que estejam preparados para este ambiente instaurado pela Indústria 4.0. A própria Base Curricular Comum Nacional coloca como objetivos a coleta, interpretação e divulgação de dados nas quatro áreas do conhecimento. O que vale destacar é que é posto como um dos objetivos da Educação Básica a "Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis"[4].

Entretanto ainda há uma deficiência do ensino em um estudo baseado em dados. Vale destacar que o conhecimento científico, especialmente das Ciências da Natureza, baseia-se no processo de obtenção, tratamento e comunicação desses dados utilizando conceitos científicos e essencial para compreender como ocorre a produção do conhecimento científico [5]. A Ciência dos Dados é uma área que denota métodos científicos para retirar conhecimento desses dados usando princípios da computação, estatística e das áreas de conhecimento em estudo. Casos foram relatados da utilização da ciência dos dados para o estudo da sustentabilidade [6] e na compreensão científica do caso da COVID-19 [7]

Para o desenvolvimento de cidadãos alinhados com a perspectiva do século XXI temos que cada vez mais ter um aprendizado baseado em dados para formação de um grupo de cidadãos alinhados com a tecnologia, compreendendo seus impactos e do processo de desenvolvimento da ciência[8]. Este projeto terá por foco ser desenvolvidos com alunos dos cursos médio integrado vinculados a Escola Agrícola de Jundiaí, no qual poderão utilizar bases de dados de suas áreas de conhecimento (Aquicultura, Agropecuária e Agroindústria) para desenvolverem materiais informacionais, como o projeto pode auxiliar a alunos da área de Informática a desenvolverem recursos que facilitem o processo de obtenção, processamento e divulgação dos dados.

Este trabalho tem como objetivo desenvolver recursos visuais a partir de dados (infográficos) da temática Agricultura Familiar como instrumento de formação da Alfabetização em Dados. Esses recursos visuais podem facilitar a alfabetização em dados dos estudantes de nível médio, como podem ser utilizados para a obtenção de informações verídicas e validadas sobre o tema Agricultura Familiar.

Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho, a etapa inicial consistiu em um amplo levantamento de dados voltado ao setor agropecuário de maneira geral. Essa pesquisa preliminar de informações foi realizada diretamente em portais institucionais e de pesquisa de grande relevância nacional, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) https://www.ibge.gov.br/, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) https://www.embrapa.br/, além do Banco do Nordeste (BNB) https://www.bnb.gov.br/, o Ministério da Agricultura e Pecuária https://www.gov.br/agricultura/pt-br, entre outros. A escolha dessas plataformas específicas justificou-se pelo fato de disponibilizarem bases oficiais do governo, garantindo que o ponto de partida do projeto contasse exclusivamente com informações seguras, verídicas e com alto grau de confiabilidade técnica. Somente após essa exploração inicial é que se realizou a definição e o recorte do tema focado na agricultura familiar, momento em que ocorreu a escolha minuciosa dos dados que melhor se encaixavam com o objetivo de expor a realidade desse setor. Para isso, selecionaram-se os resultados definitivos do Censo Agropecuário 2017 do IBGE e as análises do Banco do Nordeste (BNB) referentes à agricultura familiar na Região Nordeste. De modo a embasar conceitualmente o projeto, consultou-se o Portal da Legislação da Presidência da República utilizado como referência para a definição jurídica de agricultura familiar, e para levantar as informações do FNDE sobre a participação do setor na alimentação escolar. A partir desse planejamento de dados selecionados, o que foi feito na prática foi a elaboração de dois infográficos detalhados: um de enfoque nacional, voltado a apresentar a importância da agricultura familiar no Brasil, e outro direcionado à realidade estadual do Rio Grande do Norte.

A execução e concepção dessas artes visuais basearam-se no planejamento de dados previamente estruturados, contando com o apoio da inteligência artificial do ChatGPT https://chatgpt.com/ para auxiliar na organização das informações técnicas, na roteirização das seções e na adaptação dos textos para um formato mais dinâmico. O uso da tecnologia de IA apresentou vantagens de agilidade na organização de dados e na facilidade para transformar termos técnicos em uma linguagem mais simples; contudo, houve algumas desvantagens, representadas por uma constante batalha contra a geração de dados incorretos, misturas de recortes territoriais estaduais e nacionais pela ferramenta e caminhos de design que se mostraram insatisfatórios. Por causa desse cenário limitante e da busca pela precisão absoluta, as artes tiveram que ser refeitas e ajustadas por diversas vezes, demandando correções e edições manuais na plataforma Canva https://www.canva.com/ para lapidar o material até um resultado final satisfatório. Todo esse processo e o desenvolvimento dessas ferramentas gráficas justificaram-se pela necessidade de converter dados estatísticos densos e complexos em recursos didáticos e de fácil leitura, tendo como meta principal aproximar a informação da sociedade e promover a alfabetização em dados da população, permitindo que qualquer cidadão comum consiga compreender e valorizar a importância do trabalho familiar no campo.

Resultados e Discussões

Como resultado do trabalho, foram elaborados dois infográficos sobre agricultura familiar, sendo um de abrangência nacional, intitulado A Agricultura Familiar na

Produção de Alimentos no Brasil, e outro com enfoque no Rio Grande do Norte, intitulado A Agricultura Familiar na Mesa dos Potiguares. Os materiais foram desenvolvidos a partir dos dados levantados nas fontes oficiais e organizados de forma visual, reunindo informações sobre a definição de agricultura familiar, número de estabelecimentos, área ocupada, pessoal ocupado, produção agropecuária, distribuição territorial e participação na alimentação escolar.

O infográfico nacional apresenta a participação da agricultura familiar na estrutura agropecuária brasileira. Entre as informações apresentadas estão sua participação nos estabelecimentos agropecuários, correspondente a 76,8%, sua participação na área ocupada, de 23%, e no pessoal ocupado, de 67%. O material também apresenta sua participação no valor da produção de alimentos, com destaque para culturas como mandioca, abacaxi, banana, café e feijão, além da produção de leite de vaca. Também é apresentada a relação da agricultura familiar com o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), considerando o percentual mínimo de recursos destinado à aquisição de alimentos diretamente da agricultura familiar.

O infográfico referente ao Rio Grande do Norte apresenta dados específicos sobre a agricultura familiar no estado. São apresentados 50.680 estabelecimentos familiares, correspondentes a 79,9% dos estabelecimentos agropecuários potiguares, além de sua participação de 67,8% no pessoal ocupado e de 34,8% na área dos estabelecimentos agropecuários. O material também apresenta a participação da agricultura familiar na produção de alimentos, incluindo arroz em casca, feijão, mandioca, milho em grão e castanha-de-caju, além de informações sobre a produção de leite. Também são apresentados dados relacionados à geração de receitas provenientes da produção animal e vegetal e à distribuição dos estabelecimentos familiares entre diferentes municípios do estado, permitindo visualizar sua presença territorial no Rio Grande do Norte.

A partir dos resultados apresentados, alguns aspectos merecem maior destaque por permitirem compreender a dimensão econômica e social da agricultura familiar para além dos números isolados. No caso brasileiro, o contraste entre a participação da agricultura familiar no número de estabelecimentos e sua participação na área ocupada é particularmente relevante. O fato de a agricultura familiar representar a maioria dos estabelecimentos, mas ocupar uma parcela significativamente menor das terras, está relacionado à própria estrutura histórica de distribuição fundiária do país, marcada pela concentração de grandes extensões de terra em uma parcela reduzida de propriedades. Dessa forma, o resultado permite compreender que a importância de uma atividade agropecuária não pode ser avaliada somente pela quantidade de área que ocupa. Mesmo dispondo de uma parcela menor das terras, a agricultura familiar possui presença expressiva no trabalho rural e na produção de alimentos.

Outro aspecto relevante observado no resultado nacional é a participação da agricultura familiar na produção de alimentos presentes no cotidiano da população. Mais do que os percentuais individuais apresentados no infográfico, o conjunto dessas informações permite perceber que a produção familiar possui participação efetiva no abastecimento do mercado interno. Isso aproxima a discussão sobre agricultura familiar da realidade do consumidor, muitas vezes distante das etapas anteriores à chegada dos alimentos à mesa. Conhecer essa participação é importante para que a população compreenda que a agricultura familiar não representa apenas uma forma de produção existente no meio rural, mas integra o sistema de produção e abastecimento de alimentos do país.

No Rio Grande do Norte, a interpretação dos resultados evidencia principalmente a dimensão da agricultura familiar como fonte de trabalho e geração de renda. A presença de 50.680 estabelecimentos familiares e a concentração de 67,8% do pessoal ocupado nesses estabelecimentos revelam que a atividade envolve diretamente um número expressivo de pessoas no estado. Portanto, sua importância não se limita à produção agrícola: ela também está relacionada à manutenção de atividades econômicas no meio rural e à geração de renda para milhares de pessoas. Esse resultado torna-se especialmente relevante quando associado à participação da agricultura familiar na produção de alimentos básicos, indicando que a atividade possui simultaneamente uma função econômica, social e alimentar no território potiguar.

A comparação entre os dois recortes também mostra por que foi relevante produzir um material nacional e outro específico para o Rio Grande do Norte. O infográfico brasileiro permite compreender fenômenos estruturais da agricultura familiar dentro do país, enquanto o material potiguar aproxima essas questões da realidade vivenciada no estado. Essa aproximação é particularmente importante para a alfabetização em dados, pois possibilita que informações estatísticas deixem de ser percebidas apenas como números abstratos e sejam relacionadas a situações concretas, como o trabalho de milhares de pessoas, a produção dos alimentos consumidos pela população e a organização das terras rurais.

Nesse sentido, a apresentação dessas informações por meio de infográficos permite estabelecer relações entre diferentes aspectos da agricultura familiar que, quando observados separadamente em tabelas ou bases estatísticas, podem não ser percebidos com a mesma facilidade. Ao reunir dados sobre estabelecimentos, área, trabalho e produção em uma representação visual, os materiais tornam mais evidente a dimensão da agricultura familiar e sua presença na realidade econômica e alimentar da população. Essa forma de organização também possibilita que informações de abrangência nacional sejam relacionadas a uma realidade mais próxima, como a do Rio Grande do Norte, favorecendo uma compreensão mais concreta dos dados. Assim, os infográficos ampliam as possibilidades de acesso e comunicação dessas informações, permitindo que dados oficiais sobre a agropecuária sejam utilizados não apenas para consulta, mas também para informar e aproximar a população de questões que fazem parte do seu cotidiano.

Conclusão

As presentes considerações finais coroam um estudo motivado pela histórica lacuna no ensino baseado em dados diante dos novos cenários tecnológicos da Indústria 4.0, cujo objetivo geral consistiu no desenvolvimento de infográficos didáticos sobre a agricultura familiar como instrumentos pedagógicos de fomento à alfabetização em dados na educação básica. A síntese dos resultados alcançados evidencia um profundo contraste territorial que caracteriza o meio rural brasileiro e norte-rio-grandense, revelando que, a despeito do severo confinamento espacial do setor a pequenas frações de área agrária, o segmento familiar assume o protagonismo na geração de postos de trabalho no campo, no abastecimento alimentar cotidiano e no dinamismo financeiro das economias locais. A contribuição social e prática do trabalho reside no uso do design de

informação como ponte cognitiva entre estatísticas públicas complexas e o cidadão comum, atendendo diretamente às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular ao preparar estudantes para argumentarem de forma crítica com base em dados científicos confiáveis. Como perspectiva futura e desdobramento metodológico subsequente, pretende-se estruturar uma investigação empírica de recepção com o público-alvo, consistindo na aplicação de testes de leitura visual e de usabilidade cognitiva com estudantes de nível médio técnico da Escola Agrícola de Jundiaí; essa investigação sistemática visa avaliar rigorosamente se os layouts e a disposição das informações gráficas realmente facilitaram a decodificação e a retenção de dados complexos sobre a agropecuária ou se demandam refinamentos estéticos e textuais para otimizar o processo de ensino-aprendizagem.

Referências

AQUINO, Joacir Rufino de; SILVA, Roberto Marinho Alves da; NUNES, Emanoel Márcio; COSTA, Fernando Bastos; ALBUQUERQUE, Willy Farias. Agricultura familiar no Rio Grande do Norte segundo o Censo Agropecuário 2017: perfil e desafios para o desenvolvimento rural. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 51, suplemento especial, p. 113-131, 2020. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/1270. Acesso em: 23 ago. 2026.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 23 ago. 2026.

BRASIL. Lei nº 15.226, de 30 de setembro de 2025. Altera a Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009, para dispor sobre o prazo de validade dos gêneros alimentícios adquiridos no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e para estabelecer em 45% o percentual mínimo para aquisição de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar e do empreendedor familiar rural no âmbito desse programa. Brasília, DF: Presidência da República, 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/lei/l15226.htm. Acesso em: 23 ago. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2017: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 23 ago. 2026.

[1] M. Guizani, The industrial internet of things, 2019. doi:10.1109/MNET.2019.8863716.

[2] E.G. Popkova, Preconditions of formation and development of industry 4.0 in the conditions of knowledge economy, 2019. doi:10.1007/978-3-319-94310-7_6.

[3] Z. Kanari, R. Millar, Reasoning from data: How students collect and interpret data in science investigations, J. Res. Sci. Teach. 41 (2004) 748–769. doi:10.1002/tea.20020.

[4] BRASIL, Base Nacional Curricular Comum (2015).

[5] D.M. Blei, P. Smyth, Science and data science, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 114 (2017) 8689–8692. doi:10.1073/pnas.1702076114.

[6] D. Pennington, I. Ebert-Uphoff, N. Freed, J. Martin, S.A. Pierce, Bridging sustainability science, earth science, and data science through interdisciplinary education, Sustain. Sci. 15 (2020) 647–661. doi:10.1007/s11625-019-00735-3.

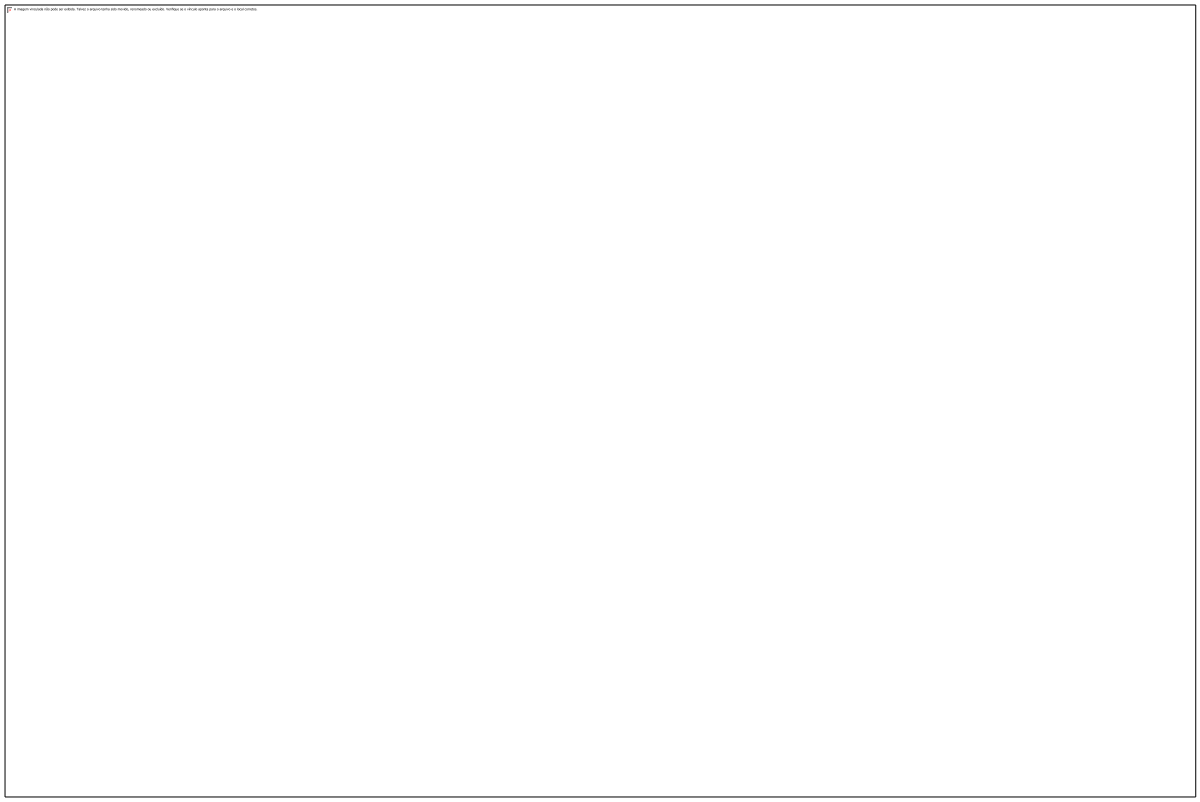
[7] O. Lee, T. Campbell, What Science and STEM Teachers Can Learn from COVID-19: Harnessing Data Science and Computer Science through the Convergence of Multiple STEM Subjects, J. Sci. Teacher Educ. 31 (2020) 932–944. doi:10.1080/1046560X.2020.1814980.

[8] R. Bonney, J.L. Shirk, T.B. Phillips, A. Wiggins, H.L. Ballard, A.J. Miller-Rushing, J.K. Parrish, Next steps for citizen science: Strategic investments and coordination are needed for citizen science to reach its full potential., Science (80). 343 (2014) 1436–1437. http://www.sciencemag.org/content/343/6178/1436.short.

Anexos



Infográfico A Agricultura Familiar na Produção de Alimentos no Brasil



Infográfico A Agricultura Familiar na Mesa dos Potiguares

CÓDIGO: HS1247

AUTOR: RAIANE MARIELE DE LIMA FÉLIX

ORIENTADOR: SERGIO MARQUES JUNIOR

TÍTULO: Estudo das Ameaças e Oportunidades para Implantação de uma Unidade Familiar de Processamento Agroindustrial do Açaí (Euterpe oleracea, Mart.) na região metropolitana de Natal/RN.

Resumo

O açaí apresenta elevada relevância econômica e social, destacando-se pela expansão de seu consumo para diferentes mercados nacionais e internacionais. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar as ameaças e oportunidades relacionadas à implantação de uma Unidade Familiar de Processamento Agroindustrial do Açaí na Região Metropolitana de Natal/RN. A pesquisa apresentou caráter descritivo e exploratório, sendo desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e documental, com levantamento de informações em artigos científicos, relatórios técnicos e dados secundários. Os resultados indicaram que para a Região Metropolitana de Natal, a existência de um mercado consumidor e de diferentes canais de comercialização pode favorecer a implantação do empreendimento e a expansão gradual de suas atividades. Entre as ameaças, destacaram-se a dependência de matéria-prima proveniente de outras regiões produtoras, os custos de transporte e armazenamento, a elevada perecibilidade do fruto, as exigências sanitárias, a necessidade de capacitação técnica e a concorrência com empreendimentos já estabelecidos. Conclui-se que existem oportunidades para a implantação da unidade na Região Metropolitana de Natal/RN, porém seu desenvolvimento dependerá de estratégias relacionadas ao abastecimento, logística, qualidade, adequação sanitária e comercialização, de modo a reduzir os riscos e favorecer a competitividade do empreendimento.

Palavras-chave: Agroindústria Familiar; Produção de Açaí; Mercado externo

TITLE: Study of Threats and Opportunities for Establishing a Family-Run Agro-industrial Processing Unit for Açaí (Euterpe oleracea Mart.) in the metropolitan region of Natal/RN.

Abstract

Açaí holds significant economic and social importance, distinguished by the expansion of its consumption into various domestic and international markets. In this context, this study of Threats and Opportunities for Establishing a Family-Run Agro-industrial

Processing Unit for Açaí (Euterpe oleracea Mart.) in the metropolitan region of Natal/RN. The research was descriptive and exploratory in nature, conducted through a review of literature and documents, including scientific articles, technical reports, and secondary data. The results indicated that the existence of a consumer market and various sales channels in the Natal Metropolitan Area could facilitate the establishment of the venture and the gradual expansion of its activities. Key threats identified included reliance on raw materials from other producing regions, transportation and storage costs, the fruit's high perishability, sanitary regulations, the need for technical training, and competition from established businesses. The study concludes that opportunities exist for establishing the unit in the Natal/RN Metropolitan Area; however, its development will depend on strategies regarding supply, logistics, quality, sanitary compliance, and marketing to mitigate risks and enhance the venture's competitiveness.

Keywords: Family Agro-industry; Açaí Production; Export Market

Introdução

No Brasil, o estado do Pará destaca-se como o principal produtor de Euterpe Oleracea Mart. popularmente conhecido como açaí, concentrando cerca de 90% da produção nacional, especialmente em áreas de várzea, onde o manejo dos açaizais nativos é realizado, em grande parte, por comunidades ribeirinhas. Essa atividade desempenha importante papel na geração de renda e na subsistência de milhares de famílias, além de preservar práticas tradicionais e fortalecer a identidade cultural das populações locais. Dessa forma, a cadeia produtiva do açaí apresenta expressiva relevância econômica, social e cultural, contribuindo para o desenvolvimento regional da Amazônia (Embrapa, 2023). No mercado mundial, os produtos derivados do açaí têm apresentado crescente diversificação, sendo incorporados a diferentes segmentos, como sucos, bebidas energéticas, sobremesas, produtos lácteos e suplementos alimentares. Entre 2010 e 2015, Estados Unidos e Brasil destacaram-se como os principais países responsáveis pelo lançamento de produtos processados à base de açaí, movimentando valores expressivos em receitas anuais. Nesse período, os Estados Unidos também se consolidaram como um dos principais mercados importadores, seguidos por países como Japão, Austrália e algumas nações europeias. Esse cenário evidencia a expansão e a relevância internacional da cadeia produtiva do açaí, ao mesmo tempo em que demonstra a necessidade de estratégias de comercialização e inserção em diferentes mercados consumidores, considerando que, fora da região amazônica, o fruto ainda apresenta menor presença nos hábitos alimentares cotidianos (Conab, 2020). No cenário contemporâneo, as transformações geopolíticas e econômicas têm provocado mudanças significativas na dinâmica dos mercados e das cadeias produtivas. A ascensão de países asiáticos, especialmente China e Índia, tem contribuído para a expansão e diversificação dos mercados consumidores, enquanto o aumento dos investimentos no continente africano evidencia o surgimento de novas fronteiras para o setor de alimentos. Essas transformações repercutem diretamente sobre diferentes cadeias produtivas, especialmente aquelas relacionadas à produção e comercialização de produtos primários e agroindustriais, influenciando sua competitividade, disponibilidade e inserção nos mercados (Neto, 2024). Nesse cenário, a expansão do consumo de açaí para além da região amazônica está condicionada a um conjunto de fatores que podem influenciar sua inserção e consolidação em novos mercados. Aspectos relacionados aos hábitos de consumo, ao poder aquisitivo da população, às condições ambientais, à disponibilidade

de matéria-prima, aos custos de transporte e às estratégias de comercialização podem favorecer ou limitar o desenvolvimento de empreendimentos voltados ao processamento do fruto. Assim, compreender essas variáveis é essencial para identificar os fatores que podem representar ameaças ou oportunidades à implantação de unidades agroindustriais em regiões onde o açaí ainda não integra de forma expressiva os hábitos alimentares da população (RAMYA, N., & ALI, 2016). Neste sentido, uma questão que se coloca é: Quais oportunidades e ameaças do ambiente externo devem ser consideradas na implantação de uma unidade agroindustrial familiar de processamento de açaí na Região Metropolitana de Natal/RN? Considerando esse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as ameaças e oportunidades relacionadas à implantação de uma Unidade Familiar de Processamento Agroindustrial do Açaí (Euterpe oleracea Mart.) na Região Metropolitana de Natal/RN, buscando gerar informações capazes de contribuir com a tomada de decisões estratégicas, incentivar novos investimentos e contribuir para o desenvolvimento econômico sustentável do estado.

Metodologia

O presente estudo apresenta caráter descritivo e exploratório quanto aos seus fins, porque busca investigar a existência de fatores que possam facilitar ou dificultar a implantação de uma unidade de processamento de açaí na região metropolitana de Natal/RN. O caráter exploratório está relacionado à investigação de aspectos ainda pouco aprofundados sobre o fenômeno estudado, enquanto o caráter descritivo tem como finalidade apresentar e caracterizar as principais características do objeto de estudo, considerando os aspectos relacionados à população ou ao fenômeno investigado (Gil, 2022). O principal objetivo da pesquisa exploratória é descrever ou caracterizar a natureza das variáveis que se quer conhecer (KÖCHE, 2011). Quanto aos meios, a pesquisa foi desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica consistiu no levantamento e na análise de materiais previamente publicados, incluindo livros, artigos científicos, periódicos, relatórios técnicos e fontes digitais, com o propósito de fundamentar teoricamente o estudo e contextualizar a cadeia produtiva e o mercado do açaí nos cenários nacional e internacional. A pesquisa documental, por sua vez, baseou-se na coleta e análise de dados secundários provenientes de fontes institucionais e órgãos oficiais, como o IBGE, a CONAB e a EMBRAPA, além de informações obtidas junto a produtores e instituições locais. A coleta de dados foi realizada por meio do levantamento e da análise de materiais bibliográficos e dados secundários relacionados ao objeto de estudo. Foram reunidas informações de caráter econômico, social e produtivo, obtidas a partir de bases de dados oficiais, publicações acadêmicas e relatórios técnicos, com o intuito de subsidiar a análise das condições e dos fatores que influenciam a implantação de uma unidade familiar de processamento agroindustrial do açaí na Região Metropolitana de Natal/RN. As informações obtidas por meio da revisão bibliográfica e dos dados secundários foram analisadas com foco nas ameaças e oportunidades relacionadas ao objeto de estudo. A partir dessa abordagem, foram analisadas as oportunidades e ameaças associadas às condições externas do empreendimento. A análise permitiu organizar as informações levantadas de forma estruturada, contribuindo para a compreensão do cenário e para a identificação de fatores que podem favorecer ou dificultar a implantação da unidade familiar de processamento agroindustrial do açaí na Região Metropolitana de Natal/RN. Posteriormente, os resultados obtidos poderão subsidiar a elaboração de uma matriz de prioridades, a ser desenvolvida em estudos futuros. Dessa

forma, os resultados foram analisados de maneira integrada e comparativa, considerando as diferentes informações levantadas ao longo da pesquisa. Essa abordagem possibilitou a construção de um diagnóstico abrangente acerca do potencial e das condições de viabilidade mercadológica do açaí na Região Metropolitana de Natal/RN, contribuindo para a identificação dos principais fatores que podem favorecer ou limitar a implantação de uma unidade familiar de processamento agroindustrial do fruto.

Resultados e Discussões

Os dados bibliográficos e secundários mostraram que o açaí apresenta uma cadeia produtiva de elevada relevância econômica e social, especialmente na região amazônica, onde a produção está historicamente associada ao extrativismo e à agricultura familiar. Entretanto, nas últimas décadas, o fruto passou por um processo de expansão de mercado, deixando de apresentar importância predominantemente regional e passando a integrar diferentes mercados consumidores nacionais e internacionais. Esse processo ampliou as possibilidades de comercialização e diversificação dos produtos derivados do fruto, contribuindo para a consolidação do açaí como produto de interesse agroindustrial. No contexto do Rio Grande do Norte (RN), essa expansão do mercado pode representar uma oportunidade para o desenvolvimento de empreendimentos voltados ao processamento e à comercialização do açaí, especialmente na Região Metropolitana de Natal, onde se concentra um importante mercado consumidor. A existência de estabelecimentos comerciais, restaurantes, supermercados e outros pontos de venda de alimentos pode favorecer a criação de diferentes canais de comercialização para produtos derivados do fruto. Além disso, a continuidade da expansão do consumo nacional poderá ampliar a demanda por produtos processados, criando possibilidades para a inserção de pequenos empreendimentos em mercados locais e regionais (Silva et al., 2019). Homma et al., (2006) destacam que, o açaí passou a apresentar maior inserção nos mercados inter-regionais e internacionais, acompanhando mudanças nas preferências dos consumidores e a valorização de alimentos associados à saúde e à alimentação funcional. Essa expansão demonstra que a cadeia produtiva do fruto não está restrita ao consumo tradicional amazônico, mas apresenta capacidade de adaptação a diferentes padrões de consumo. Tal característica constitui um importante fator favorável à implantação de empreendimentos de processamento em regiões consumidoras situadas fora da Amazônia. Apesar desse potencial de expansão e das oportunidades relacionadas à implantação de empreendimentos de processamento em regiões consumidoras, existem fatores que podem dificultar o desenvolvimento da atividade. Ao ser questionado sobre a temática, um funcionário da Escola Agrícola de Jundiaí/EAJ, situada em Macaíba/RN, informou que algumas ameaças estruturais estão relacionadas à baixa capacitação técnica da mão de obra rural, especialmente em temas como boas práticas de fabricação, processamento agroindustrial e gestão empresarial. Segundo o entrevistado, esse déficit limita a capacidade dos pequenos produtores de atender a requisitos básicos de qualidade e competitividade. A expansão da demanda, entretanto, também produz transformações nos sistemas produtivos. Tagore et al., (2019) observaram que o crescimento dos mercados nacional e internacional estimulou alterações no manejo dos açaizais e a ampliação das áreas destinadas à produção. Os autores ressaltam, contudo, que o aumento da produção deve ser acompanhado por práticas de manejo de menor impacto, evitando a homogeneização da paisagem e a redução da diversidade vegetal. Dessa maneira, a expansão mercadológica do açaí

apresenta caráter ambivalente: ao mesmo tempo em que representa uma oportunidade econômica, pode gerar impactos ambientais quando associada à intensificação produtiva sem planejamento. A perspectiva também deve ser considerada para o RN, caso ocorra uma expansão do cultivo do açaizeiro no estado. O desenvolvimento de áreas produtoras próximas aos centros consumidores poderia reduzir parte da dependência de matéria-prima proveniente de outras regiões, além de favorecer a formação de uma cadeia produtiva regional Esse aspecto é relevante para o presente estudo porque demonstra que a implantação de uma unidade de processamento na Região Metropolitana de Natal/RN não deve ser analisada exclusivamente sob a perspectiva da demanda. A disponibilidade e a origem da matéria-prima, as condições de transporte, a qualidade do fruto e a sustentabilidade da cadeia de fornecimento também devem ser consideradas na avaliação do empreendimento. Estudo recente realizado por Rufino et al. (2025) sobre a cadeia produtiva do açaí no Amazonas identificou crescimento da produção entre 2010 e 2022 e uma transição gradual do extrativismo para sistemas baseados no cultivo. Os autores também verificaram que o preço médio recebido pelos produtores e o número de produtores foram variáveis relevantes para explicar o comportamento da produção. Esses resultados reforçam a importância da estrutura de fornecimento e das condições econômicas da produção para a consolidação da cadeia. O mercado indica que a principal oportunidade para a implantação de uma unidade familiar de processamento agroindustrial do açaí na Região Metropolitana de Natal está relacionada à possibilidade de atender uma demanda já existente por produtos derivados do fruto e, simultaneamente, ampliar suas formas de consumo por meio da diversificação e da agregação de valor. O processo de expansão do açaí para diferentes regiões brasileiras demonstra que o produto passou a ser comercializado em formatos distintos daqueles tradicionalmente utilizados na Amazônia Essa tendência também é observada por Homma et al. (2006), que caracterizam o açaí como um produto que ampliou significativamente sua presença nos mercados inter-regionais e mundiais. A expansão, nesse sentido, está relacionada à capacidade de transformar um produto tradicional em diferentes apresentações comerciais, aproximando-o de consumidores com hábitos alimentares distintos daqueles observados na Amazônia. Entretanto, segundo Bezerra, Freitas e Damasceno, (2016), a inserção do açaí em novos mercados exige considerar que o consumo fora da região amazônica não possui necessariamente o mesmo significado cultural e a mesma frequência observada nos estados produtores. A necessidade de adaptação às preferências locais constitui, portanto, um dos principais desafios para um empreendimento instalado no Nordeste. Nesse sentido, estratégias de marketing, apresentação do produto, estabelecimento de canais de comercialização e comunicação dos atributos nutricionais e funcionais podem contribuir para a ampliação da aceitação do produto. Para o mercado potiguar, essa adaptação poderá ser determinante para a consolidação de uma unidade familiar de processamento. Embora o açaí já esteja presente no consumo cotidiano de diferentes públicos, a ampliação desse mercado dependerá da capacidade de compreender as preferências dos consumidores da região e de oferecer produtos compatíveis com seus hábitos de consumo e poder de compra. A partir desses resultados, foram identificados fatores que podem ser classificados como ameaças e oportunidades para a implantação da unidade de processamento agroindustrial na RMN As oportunidades, destacam-se a expansão do consumo nacional, a diversificação dos produtos derivados, a possibilidade de inserção em mercados de alimentos associados à alimentação saudável e a utilização de estratégias de comercialização direcionadas a nichos específicos. A própria expansão da cadeia para além da Amazônia demonstra a existência de espaço para novos empreendimentos e modelos de comercialização. Um estudo realizado em Nossa

Senhora da Glória, em Sergipe, utilizando a Matriz SWOT para analisar o mercado de açaí, identificou como oportunidades a diversificação de produtos, o uso de mídias sociais, serviços de entrega, estabelecimento de parcerias e possibilidades de expansão dos negócios. O estudo também identificou a importância das estratégias de comercialização para a competitividade dos estabelecimentos analisados (Mazzutti et al., 2024). Embora o estudo tenha sido realizado em outro estado nordestino, seus resultados apresentam convergência com a realidade analisada nesta pesquisa, principalmente por demonstrar que a expansão do mercado de açaí em regiões fora da Amazônia depende não apenas da disponibilidade do produto, mas também da capacidade dos empreendimentos de desenvolver estratégias comerciais adequadas às características do consumidor local. Além disso, existe uma referência muito interessante do próprio Governo do RN: a Lei nº 11.007/2021, que institui o Selo dos Produtos da Agricultura Familiar do RN e estabelece, entre seus objetivos, criar condições de acesso ao mercado consumidor, incentivar logística eficiente e estimular cadeias curtas e a comercialização direta ao consumidor final. Dessa forma, uma unidade instalada na RMN estaria sujeita às condições de oferta, preços e disponibilidade do fruto em regiões produtoras distantes. Ribeiro et al. (2024) destacam que a cadeia produtiva do açaí envolve diferentes agentes e etapas entre a produção e o consumo, evidenciando a complexidade da estrutura de comercialização do fruto. A questão logística assume importância ainda maior devido à elevada perecibilidade do fruto. Destacam que as condições de manuseio e transporte influenciam diretamente a qualidade físico-química e a segurança do açaí, tornando essas etapas críticas para a cadeia produtiva. Os autores também apontam que o processamento envolve procedimentos como lavagem, desinfecção, branqueamento e despolpamento, necessários para assegurar a qualidade da polpa (Melo, 2020). Dessa forma, para uma unidade localizada na Região Metropolitana de Natal, a necessidade de transportar a matéria-prima por longas distâncias pode representar tanto uma fraqueza interna, relacionada à estrutura e à dependência logística do empreendimento, quanto uma ameaça externa, associada ao aumento dos custos de transporte, à disponibilidade do produto e às condições de fornecimento. Outro aspecto identificado refere-se às exigências relacionadas à qualidade e à segurança dos alimentos. Andrade et al. (2020), ao analisarem polpas de açaí comercializadas em um estado do Nordeste brasileiro, ressaltam a necessidade de controle permanente das condições higiênico-sanitárias do produto, especialmente em razão de sua elevada perecibilidade. Os resultados reforçam que o processamento, armazenamento e comercialização devem seguir procedimentos capazes de reduzir riscos à qualidade e à segurança do consumidor. Nesse contexto, a necessidade de investimentos em equipamentos, instalações, controle de qualidade e adequação sanitária pode representar uma fraqueza para uma unidade familiar, principalmente durante sua fase inicial de implantação. Entretanto, a adoção dessas medidas também pode constituir um diferencial competitivo, uma vez que a padronização e a garantia da qualidade podem contribuir para a confiança do consumidor e para a inserção do produto em diferentes canais de comercialização.

Conclusão

Por meio da revisão bibliográfica, entre as principais oportunidades identificadas, destacam-se a expansão do consumo, a inserção do açaí em diferentes segmentos alimentícios, a utilização de canais digitais de comercialização e a formação de parcerias com estabelecimentos comerciais e outros agentes do mercado. Em

contrapartida, a análise também evidenciou ameaças que podem dificultar a implantação e a consolidação do empreendimento. Entre elas, destacam-se a dependência de matéria-prima proveniente de outras regiões produtoras, os custos de transporte e armazenamento, a necessidade de infraestrutura adequada, as exigências sanitárias e a concorrência com empreendimentos já estabelecidos. Diante disso, entende-se que o estudo indica a existência de oportunidades para a implantação de uma unidade familiar de processamento agroindustrial do açaí na Região Metropolitana de Natal/RN, porém condicionado à adoção de estratégias capazes de minimizar as limitações identificadas. O estabelecimento de parcerias com fornecedores, o planejamento logístico, o controle da qualidade da matéria-prima, a adequação às normas sanitárias e a utilização de estratégias de diferenciação como as redes sociais e comercialização podem contribuir para reduzir os riscos e ampliar a competitividade do empreendimento.

Referências

ANDRADE, J. K. S. et al. Qualidade microbiológica de polpas de açaí comercializadas em um estado do nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 14, n. 2, p. 226-236, 2020. BEZERRA, Valéria Saldanha; FREITAS-SILVA, Otnie; DAMASCENO, Leasndro Fernandes. Açaí: produção de frutos, mercado e consumo. 2016. BOLETIM ESTADUAL DO RN. 2021. Decreto estadual Lei nº 11.007/2021. Disponível < https://www.econeteditora.com.br/boletim-novo/icms > Acesso em: 29 de agosto de 2026. CONAB. Análise Mensal Março 2020: Açai – fruto. Disponível em https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai/item/13377-acai-analise-mensal-marco-2020. Acesso em 29 de julho de 2026. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: < https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/79157772/area-plantada-com-acaizeiros-de-terra-firme-gerados-pela-pesquisa-cresce-675-no-brasil > Acesso em 31 de julho de 2026. GIL, Antonio Carlos et al. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa , v. 1, pág. 44-45, 2002. HOMMA, Alfredo Kingo Oyama et al. Açaí: novos desafios e tendências. Amazônia: ciência & desenvolvimento, v. 1, n. 2, p. 7-23, 2006. KOCHE, J. Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 29. ed. Petrópolis: Vozes. 2011. 184 p. MAZZUTTI, Simone et al. ESTUDO DO MERCADO E DA COMERCIALIZAÇÃO DO SETOR DE AÇAÍ EM NOSSA SENHORA DA GLÓRIA/SE. International Journal of Agrarian Sciences-PDVAGRO, v. 4, n. 1, 2024. MELO, SSC. Inovação e Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Açaí na Amazônia Oriental e Sua Relação com a Política Pública do Programa Paraense de Incentivo ao Uso Sustentável da Biodiversidade–Biopará. Ananindeua: Editora Itacaiúnas, 2020. NETO, Marco Antônio Goulart dos Santos. A estratégia da ascensão econômica chinesa entre 2013 e 2022. 2024. RAMYA, N., & ALI, S.M. Factors affecting consumer buying behavior. International journal of applied research, 2, 76-80. 2016. RIBEIRO, J. P. et al. Mapeamento e caracterização da cadeia produtiva do açaí no nordeste paraense: estudo de caso no município de Concórdia do Pará. Novos Cadernos NAEA, v. 27, n. 3, 2024. RUFINO, João Paulo Ferreira et al. Diagnóstico do perfil econômico e produtivo da cadeia do açaí no estado do Amazonas, Brasil. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente , v. 18, p. e12957-e12957, 2025. SILVA, Naiane dos Santos da et al. Circuitos curtos de comercialização: uma análise de grupos de agricultores familiares do município de Cruz das Almas–Bahia. 2019. TAGORE, M. P. B. ; MONTEIRO, M. A. ; CANTO, O. . A cadeia produtiva do açaí: estudo de caso sobre tipos de manejo e custos

de produção em projetos de assentamentos agroextrativistas em Abaetetuba, Pará. Amazônia, Organizações e Sustentabilidade (AOS), v. 8, n. 2, p. 99, 2019.

CÓDIGO: SB0038

AUTOR: NOELIA FRANKLECIA ARAUJO MARTILIANO

ORIENTADOR: ROSIMEIRE CAVALCANTE DOS SANTOS

TÍTULO: FORTALECIMENTO DA CADEIA DE VALOR NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: O CASO DA COMUNIDADE QUILOMBOLA "CAPOEIRAS"

Resumo

A mandiocultura possui grande importância econômica, social e cultural para a agricultura familiar, especialmente em comunidades tradicionais. Este trabalho teve como objetivo diagnosticar a cadeia produtiva da mandioca na Comunidade Quilombola Capoeiras, em Macaíba-RN, identificando os principais desafios enfrentados pelos produtores. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, visitas técnicas e aplicação de questionários a 20 produtores de mandioca. Os dados foram organizados e analisados em planilha, permitindo caracterizar a produção local e o perfil dos agricultores. Os resultados indicaram que os produtores cultivam aproximadamente 42,7 hectares de mandioca, com produção anual estimada em 160 toneladas, evidenciando a relevância da atividade para a geração de renda e subsistência das famílias. Entretanto, foram identificados desafios relacionados à escassez de água, à baixa valorização da mandioca comercializada in natura, à limitação de recursos para investimento, à insuficiência de assistência técnica e à reduzida participação de jovens na atividade. Destaca-se ainda a necessidade de reativação da Casa de Farinha, apontada pelos produtores como estratégia para agregar valor à produção e fortalecer a autonomia produtiva da comunidade. Conclui-se que o diagnóstico realizado fornece subsídios para ações voltadas ao fortalecimento da mandiocultura e ao desenvolvimento da comunidade.

Palavras-chave: mandiocultura; agricultura; comunidade quilombola; cadeia produtiva.

TITLE: STRENGTHENING THE VALUE CHAIN IN FOOD PRODUCTION: THE CASE OF THE 'CAPOEIRAS' QUILOMBOLA COMMUNITY

Abstract

Cassava cultivation has great economic, social, and cultural importance for family farming, especially in traditional communities. This study aimed to diagnose the cassava production chain in the Capoeiras Quilombola Community, in Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil, identifying the main challenges faced by producers. The research was conducted through a literature review, technical visits, and the application

of questionnaires to 20 cassava producers. The data were organized and analyzed using a spreadsheet, allowing the characterization of local production and the farmers' profile. The results indicated that the producers cultivate approximately 42.7 hectares of cassava, with an estimated annual production of 160 tons, highlighting the importance of the activity for income generation and family subsistence. However, challenges were identified related to water scarcity, the low market value of fresh cassava, limited financial resources for investment, insufficient technical assistance, and the low participation of young people in the activity. The need to reactivate the Community Flour Mill was also highlighted, as it was identified by the producers as a strategy to add value to production and strengthen the community's productive autonomy. It is concluded that the diagnosis provides support for actions aimed at strengthening cassava cultivation and promoting community development.

Keywords: cassava cultivation; farming; Quilombola community; production chain.

Introdução

A mandioca (Manihot esculenta), conhecida popularmente como aipim ou macaxeira, pertence à família Euphorbiaceae e é uma das culturas agrícolas mais importantes do Brasil. Historicamente, é considerada a principal cultura alimentar de subsistência das regiões tropicais, contribuindo para a segurança alimentar de cerca de 700 milhões de pessoas em todo o mundo. Além disso, destaca-se pela sua relevância econômica e social, especialmente para a agricultura familiar (NASCIMENTO et al., 2023).

No contexto brasileiro, o Rio Grande do Norte se destaca como um dos principais produtores de mandioca no Nordeste. De acordo com Anjos e Azevedo (2018), a produção de mandioca no Rio Grande do Norte concentra-se principalmente na mesorregião Agreste Potiguar, seguida pelas mesorregiões Leste, Central e Oeste. Além disso, essa atividade deixou de atender exclusivamente ao autoconsumo e passou a desempenhar papel relevante no abastecimento das unidades de beneficiamento e na geração de renda para a agricultura familiar.

Segundo o IBGE (2017) Macaíba se apresenta como maior produtora de mandioca do estado do RN, com 726 estabelecimentos produtores, área colhida de 1.539 hectares, com produção de 10.577 toneladas. Além disso, se constata também que no ano de 2017 existia no município apenas quatro agroindústrias de processamento da mandioca. O principal produto resultante desse processo é a farinha de mandioca, definida como o produto obtido de raízes de mandioca, submetidas a processo tecnológico adequado de fabricação e beneficiamento (BRASIL, 2011).

Das quatro agroindústrias existentes no município de Macaíba, duas estão localizadas na Comunidade Quilombola Capoeiras. Destas, uma é de caráter privado, enquanto a outra pertence à Cooperativa de Beneficiamento da Farinha de Mandioca, implantada com o objetivo de fortalecer a produção local e promover a geração de emprego e renda para as famílias quilombolas. Em 2006, a comunidade foi contemplada por um projeto financiado pela Petrobras, por meio do Programa Fome Zero, em parceria com o Centro de Estudos, Pesquisa e Ação Cidadã (CEPAC) e a Associação Quilombola dos Moradores de Capoeiras, viabilizando a construção da cooperativa.(FREIRE, 2012)

A agroindústria da cooperativa popularmente conhecida como "casa de farinha", encontra-se inativa. Diante desse cenário, o presente trabalho foi desenvolvido com foco na análise e no fortalecimento da cadeia de valor da produção de alimentos na comunidade de Capoeiras.

Inicialmente, o projeto tinha como objetivo auxiliar a retomada das atividades da casa de farinha, por meio da proposição de soluções que agregassem valor aos produtos locais. No entanto, diante da ausência de contribuições efetivas de terceiros, houve a necessidade de readequação do escopo. Assim, o plano de trabalho foi redirecionado para a elaboração de um documento-base, concebido como ferramenta estratégica de apoio à tomada de decisões. O novo enfoque passou a contemplar o diagnóstico dos principais gargalos nas diferentes etapas da cadeia produtiva, bem como a proposição de ações que contribuam para a superação dos desafios enfrentados pela comunidade.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral realizar um diagnóstico da cadeia produtiva da mandioca na Comunidade Quilombola de Capoeiras, identificando os principais entraves à produção e à comercialização, de modo a subsidiar ações voltadas ao fortalecimento da atividade e à retomada da agroindústria comunitária. Especificamente, buscou-se: Identificar o perfil dos produtores de mandioca; descrever as principais práticas de cultivo adotadas pelos produtores, bem como o acesso às tecnologias de produção e manejo; levantar informações sobre a infraestrutura da Casa de Farinha; identificar os principais gargalos que limitam a produção e a comercialização da mandioca; e com base nos dados propor ações estratégicas para o fortalecimento da cadeia produtiva na comunidade.

Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma abordagem mista, de caráter descritivo e diagnóstico, com o objetivo de compreender a realidade da cadeia produtiva da mandioca na Comunidade Quilombola de Capoeiras, localizada no município de Macaíba, Rio Grande do Norte. O estudo buscou identificar os principais entraves relacionados à produção e à agregação de valor da mandioca, bem como levantar informações que subsidiem futuras ações voltadas ao fortalecimento dessa atividade produtiva na comunidade.

Inicialmente, entre os meses de setembro de 2025 e março de 2026, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca da produção de mandioca e farinha, da agricultura familiar e do contexto histórico e produtivo da Comunidade Quilombola de Capoeiras. Essa etapa permitiu reunir informações relevantes para fundamentar teoricamente a pesquisa

Posteriormente, no dia 23 de março de 2026, foi realizada a primeira visita técnica à comunidade, com o objetivo de promover o diálogo com os moradores e observar a dinâmica produtiva local. Esse contato inicial possibilitou a compreensão da realidade vivenciada pelos produtores, a identificação dos principais aspectos relacionados ao

cultivo e ao beneficiamento da mandioca, além de fornecer subsídios para a elaboração do questionário utilizado na etapa seguinte da pesquisa.

No período de março a maio de 2026, foi realizada a coleta de dados por meio da aplicação presencial de um questionário junto aos produtores de mandioca da comunidade. O questionário foi composto por 31 questões, organizadas em três temas: perfil dos produtores, incluindo informações como idade, sexo, tempo de residência na comunidade, número de pessoas na família e principal fonte de renda; produção de mandioca, abordando área cultivada, produção, produtividade, manejo da cultura, destino da produção e principais dificuldades enfrentadas; e processamento da mandioca e casa de farinha, contemplando as dificuldades para manter a unidade em funcionamento e o interesse dos produtores em sua reativação.

Ao todo, foram entrevistados 20 produtores de mandioca. A seleção dos participantes foi realizada com o apoio das lideranças comunitárias, considerando agricultores que possuíam plantio ativo da cultura no período da pesquisa. Ressalta-se que esse quantitativo não corresponde ao universo total de produtores existentes na comunidade, uma vez que alguns agricultores não foram localizados em suas residências ou propriedades rurais durante o período de coleta de dados, impossibilitando sua participação no estudo. Dessa forma, os resultados obtidos representam a realidade dos produtores entrevistados, permitindo, ainda assim, identificar características relevantes da cadeia produtiva local.

Os dados quantitativos foram submetidos à análise quantitativa (cálculo de médias e percentuais) utilizando planilhas do Microsoft Excel, enquanto os relatos qualitativos foram categorizados por eixos temáticos.A partir dessa organização, foram analisados os principais aspectos relacionados aos objetivos do projeto, permitindo caracterizar a realidade produtiva da comunidade e identificar os principais desafios enfrentados pelos produtores de mandioca.

Resultados e Discussões

O sistema de produção de mandioca na Comunidade Quilombola de Capoeiras caracteriza-se pela adoção predominante de práticas tradicionais, com mecanização restrita ao preparo do solo, realizado com trator, por meio de parceria com a Prefeitura de Macaíba. As demais operações agrícolas, como o plantio, a capina e a colheita, são executadas manualmente pelos produtores, evidenciando a predominância de práticas tradicionais no cultivo da mandioca. O material propagativo utilizado é proveniente de ramas obtidas das próprias lavouras, prática comum entre os agricultores da comunidade. Em relação à adubação, observou-se o uso de adubação orgânica por parte dos produtores, enquanto a adubação química é adotada apenas por alguns agricultores, sendo sua utilização limitada principalmente pela falta de recursos financeiros ou pela opção por sistemas de cultivo com menor uso de fertilizantes sintéticos. Além disso, verificou-se a ausência de sistemas de irrigação, tornando a produção fortemente dependente das condições edafoclimáticas da região.

Conforme apresentado no Gráfico 1, a escassez de água esteve presente em todas as combinações de dificuldades relatadas pelos produtores, sendo associada ao reduzido uso de adubos químicos, à deficiência de mão de obra e à insuficiência de assistência técnica. Esse cenário demonstra que a limitação no acesso às tecnologias de produção constitui um dos principais entraves ao desenvolvimento da mandiocultura na comunidade, comprometendo o potencial produtivo da cultura.

Os resultados obtidos estão em consonância com os achados de Anjos e Azevedo (2018), que apontam a disponibilidade hídrica como um dos principais fatores condicionantes da produção de mandioca. Segundo os autores, em 2013 o estado do Rio Grande do Norte registrou os menores índices de área plantada e colhida da cultura em decorrência da estiagem prolongada, evidenciando os impactos da escassez de chuvas sobre o desempenho da mandiocultura.

Mesmo diante dessas limitações, os 20 produtores entrevistados cultivam aproximadamente 42,7 hectares de mandioca, alcançando uma produção anual estimada em 160 toneladas, com rendimento médio estimado em 3,7 t/ha. De acordo com o IBGE (2024), a produtividade média da mandioca em Macaíba é de aproximadamente 12 t/ha, valor superior ao observado na comunidade capoeira. Essa diferença pode estar relacionada às limitações relatadas pelos produtores, como a baixa adoção de tecnologias, a escassez de assistência técnica e as condições de cultivo. Ainda assim, esses dados demonstram a resiliência dos agricultores e evidenciam a relevância socioeconômica da mandiocultura para a comunidade, constituindo uma importante fonte de subsistência e de geração de renda para as famílias, mesmo em um contexto de baixa produtividade.

Ao analisar o perfil socioeconômico dos produtores de mandioca entrevistados, observa-se que a maioria é do sexo masculino, com idade média de 59 anos. Conforme ilustrado no Gráfico 2, verificou-se que 11 produtores (55% dos entrevistados) recebem aposentadoria, benefício que complementa a renda familiar e contribui para a permanência desses produtores na atividade agrícola. Além disso, 35% dos entrevistados dependem da agricultura familiar para sua subsistência, obtendo renda proveniente do cultivo da mandioca e de outras atividades agrícolas, enquanto (10%) exercem atividades remuneradas fora da comunidade.

A diversificação das fontes de renda observada entre os produtores pode estar relacionada à baixa rentabilidade da mandiocultura. Segundo os entrevistados, há períodos em que o quilograma da mandioca in natura é comercializado por aproximadamente R$0,40, valor considerado insuficiente para cobrir os custos de produção e garantir uma remuneração adequada ao agricultor. Essa realidade limita a capacidade de investimento em tecnologias de produção, como, além de reduzir a atratividade da atividade para as novas gerações, que frequentemente buscam oportunidades de emprego e renda nos centros urbanos.

Esses resultados corroboram os achados de Anjos e Azevedo (2018), que destacam a instabilidade dos preços de comercialização, as oscilações do mercado e o baixo retorno econômico como importantes limitações à produção de mandioca. Segundo os autores, esses fatores desestimulam os investimentos em tecnologias de produção e dificultam o desenvolvimento da atividade.

Dessa forma, as limitações econômicas enfrentadas pelos produtores refletem diretamente nas condições de manejo da cultura, restringindo os investimentos em tecnologias de produção e aumentando a dependência da mandiocultura das condições edafoclimáticas da região.

Outro aspecto que se destaca de forma unânime nos resultados diz respeito à infraestrutura produtiva, especialmente à situação da Casa de Farinha. Todos os produtores entrevistados manifestaram interesse na reativação desse espaço, apontando sua paralisação como uma das principais dificuldades enfrentadas atualmente.

Durante as entrevistas, ficou evidente que a infraestrutura da Casa de Farinha encontra-se em boas condições de uso, não sendo este o fator responsável pela interrupção de suas atividades. De forma unânime, os entrevistados atribuíram a desativação da unidade à ausência de uma gestão eficiente, caracterizada pela falta de organização, de clareza no processo de tomada de decisões e de comprometimento com a condução das atividades da cooperativa. Essa percepção é reforçada pelo relato de um dos entrevistados, ao ser questionado sobre o que seria necessário para reativar a Casa de Farinha:

"O que falta mesmo é organização e alguém que consiga unir o pessoal para fazer a Casa de Farinha funcionar de novo."

Esse relato evidencia que, na percepção dos produtores, a retomada das atividades depende menos de investimentos na infraestrutura física e mais do fortalecimento da gestão e da organização coletiva da comunidade.

A paralisação da Casa de Farinha compromete a agregação de valor à produção local, reduzindo as possibilidades de comercialização de produtos processados, como farinha e goma. Além dos impactos econômicos, essa situação enfraquece a organização coletiva dos produtores e dificulta a preservação de práticas tradicionais relacionadas ao beneficiamento da mandioca, atividade historicamente importante para a comunidade.

Os resultados obtidos permitiram identificar que os principais gargalos da cadeia produtiva da mandioca na Comunidade Quilombola de Capoeiras estão relacionados à escassez de água, à limitada assistência técnica, ao reduzido acesso às tecnologias de produção, à deficiência de mão de obra, à baixa remuneração da mandioca comercializada in natura e à paralisação da Casa de Farinha. Em conjunto, esses fatores comprometem a produtividade, reduzem a agregação de valor ao produto e limitam o desenvolvimento da atividade na comunidade.

A ausência do funcionamento da Casa de Farinha obriga os agricultores a comercializarem a mandioca in natura, frequentemente por preços inferiores, ou a recorrerem a unidades de processamento em outras localidades. Dessa forma, a retomada das atividades da Casa de Farinha é percebida pela comunidade não apenas como uma alternativa de melhoria econômica, mas também como um elemento fundamental para o fortalecimento da autonomia produtiva e para o resgate do sentimento de pertencimento e valorização cultural associado à produção e ao beneficiamento da mandioca em Capoeiras.

Dessa forma, verifica-se que os gargalos identificados não estão relacionados apenas aos aspectos produtivos, mas também à organização da cadeia de comercialização e beneficiamento, evidenciando a necessidade de ações integradas que contemplem infraestrutura, assistência técnica, gestão e acesso às tecnologias de produção.

Conclusão

Os resultados obtidos evidenciam que a mandiocultura desempenha um papel central na dinâmica econômica, social e cultural da Comunidade Quilombola de Capoeiras. Apesar dos desafios identificados, a atividade permanece como uma importante fonte de renda e segurança alimentar para as famílias, além de contribuir para a preservação dos conhecimentos e das tradições locais.

O diagnóstico realizado permitiu identificar que os principais entraves ao fortalecimento da cadeia produtiva estão relacionados à escassez de água para a produção, à baixa valorização da mandioca comercializada in natura, à limitação de recursos para investimento, à insuficiência de assistência técnica e à reduzida participação dos jovens na atividade agrícola. Além disso, verificou-se que a desativação da Casa de Farinha está associada, principalmente, à fragilidade da gestão da cooperativa, comprometendo a agregação de valor à produção e reduzindo as oportunidades de geração de renda para a comunidade.

Diante desse cenário, considera-se necessária a implementação de ações voltadas ao fortalecimento da cadeia produtiva da mandioca. Entre elas, destacam-se a oferta de cursos de capacitação em gestão cooperativista e liderança, com o objetivo de fortalecer a organização e a administração da cooperativa; a ampliação da assistência técnica aos produtores; a implementação de políticas públicas para melhoria da infraestrutura hídrica, incluindo a perfuração de poços artesianos; e a ampliação do acesso ao crédito rural e a programas de incentivo à agricultura familiar. Também é importante desenvolver ações que incentivem a permanência dos jovens na atividade agrícola, contribuindo para a sucessão rural e para a continuidade da produção na comunidade.

Por fim, espera-se que este trabalho possa subsidiar futuras ações voltadas ao fortalecimento da mandiocultura e à reativação da Casa de Farinha, contribuindo para a valorização da agricultura familiar, o desenvolvimento sustentável e a preservação do patrimônio histórico, cultural e produtivo da Comunidade Quilombola de Capoeiras.

Referências

ANJOS, Raquel; AZEVEDO, Francisco. Das casas de farinha ao circuito espacial da produção agroindustrial de mandioca no Rio Grande do Norte - Brasil. Revista GeoNordeste, São Cristóvão- SE, 2018.

BRASIL. 2011. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1. p. 18-20. 2011.

CUNHA, Felipe. Comunicação e identidades: Um estudo sobre as práticas culturais da comunidade quilombola de Capoeiras no Rio Grande do Norte. Dissertação (Mestrado em Estudos da Mídia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

FREIRE, Maíra."É a luta da gente!": juventude e etnicidade na Comunidade Quilombola de Capoeiras (RN). Dissertação (Mestrado em antropologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/macaiba.html>, Acesso em: 22 de junho de 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: https://share.google/HbVt40aGaD4i4wcHb Acesso em: 28 jul. 2026.

LIMA, Ivanildo. "Aqui é lugar que toda mulher trabalha": uma etnologia sobre o trabalho feminino na Comunidade Quilombola de Capoeiras - Macaíba/RN. Dissertação (Mestrado em antropologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MILLER, Francisca. Quilombolas de Capoeiras resistência: território e identidade. EDUFRN, 2017

MACEDO, Rayana. Quilombolas e Desenvolvimento Sustentavel: analise a partir da Comunidade Capoeira dos Negros (Macaiba/RN). Dissertação (pós graduação em desenvolvimento e meio ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

NASCIMENTO, Rosivan et al. Tecnologia de cultivo e Processamento da Mandioca: enfoque da agroecologia aplicada. Manual Técnico, 7. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER-PA), Marituba, Pará 2023.Disponívelem:https://www.emater.pa.gov.br/storage/app/uploads/public/648/b34/064/648b3406429af963388055.pdf . Acesso em: 22 jul, 2026.

SILVA, Elizabeth. Políticas públicas x Diversidade étnica cultural: um estudo da comunidade negra rural de capoeiras- Macaíba/ RN.Dissertação (Pós graduação em serviços sociais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

Anexos

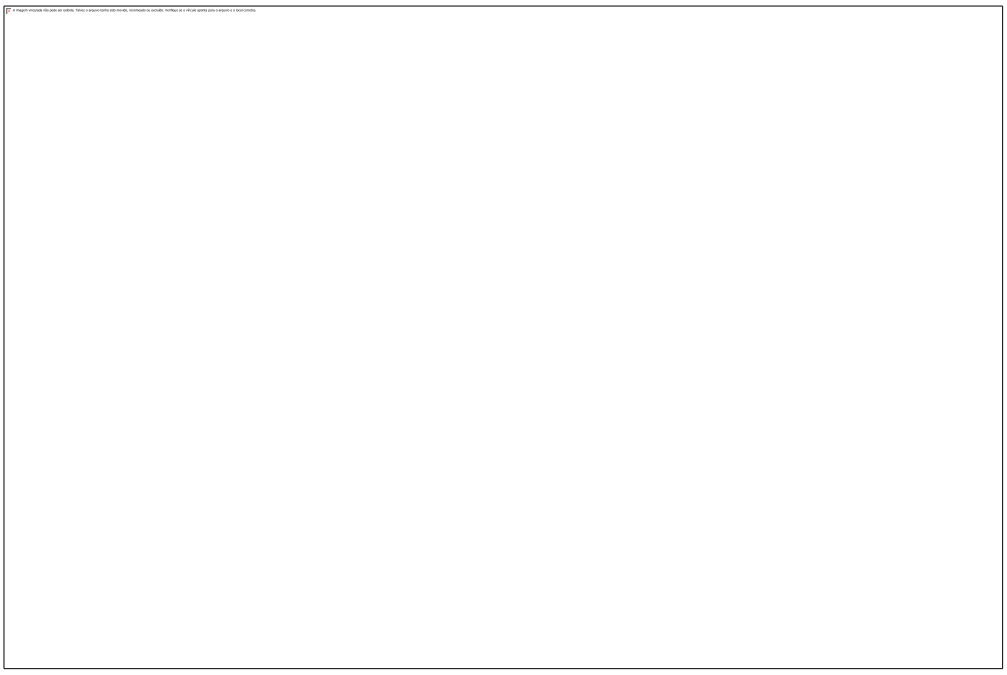


Gráfico 1- Dificuldades na produção de mandioca

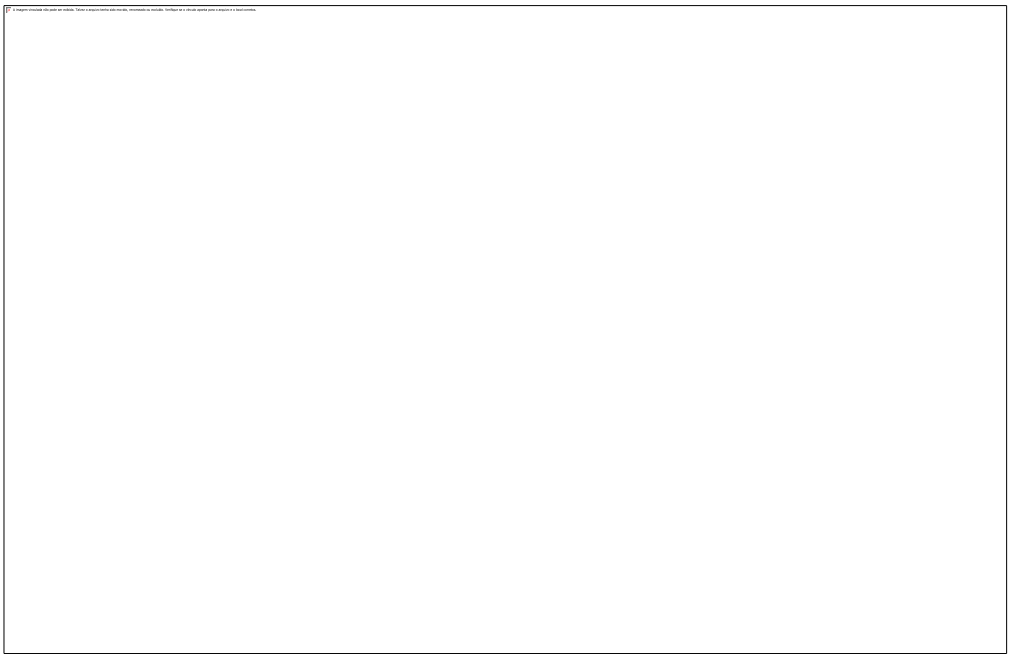


Gráfico 2 - Fonte de renda dos produtores

CÓDIGO: SB0082

AUTOR: LUNA LEE AGUIAR FERREIRA

COAUTOR: LUCIANA GOMES PINHEIRO

COAUTOR: ABIDÃ GÊNESIS DA SILVA NEVES

ORIENTADOR: FABIO DE ALMEIDA VIEIRA

TÍTULO: Estrutura Genética Espacial em duas populações naturais de Syagrus cearensis Noblick

Resumo

Syagrus cearensis Noblick é uma palmeira nativa do Nordeste brasileiro, ocorrendo em áreas de transição entre Mata Atlântica e Caatinga, ambientes sob crescente fragmentação. A estrutura genética espacial (EGS) permite entender a distribuição da variabilidade genética e gerar subsídios à conservação de populações naturais. O objetivo foi avaliar a EGS de *S. cearensis* em remanescentes de Mata Atlântica no município de Macaíba, Rio Grande do Norte. Foram amostrados 38 indivíduos em duas populações naturais: Aquicultura (AQU) e Mata do Bêbo (MTB). Utilizaram-se marcadores moleculares ISSR (*Inter-Simple Sequence Repeats*), com estimativas de coancestria (Fij) processadas no programa SPAGeDi. Ambas as populações apresentaram estrutura genética espacial significativa nas menores classes de distância, porém com intensidades distintas. AQU apresentou maior coeficiente de coancestria na primeira classe de distância (Fij = 0,094), indicando agregação familiar em microescala, enquanto MTB exibiu EGS menos pronunciada (Fij = 0,0065). Os resultados sugerem que o maior grau de antropização de AQU pode estar associado à intensificação da EGS, possivelmente pela limitação da dispersão de sementes e redução do fluxo gênico. Conclui-se que a manutenção da conectividade entre fragmentos é essencial à conservação da diversidade genética de *S. cearensis*, recomendando-se maior espaçamento entre plantas matrizes durante a coleta de sementes, evitando a amostragem de indivíduos com alta coancestria.

Palavras-chave: Genética de populações. Catolé. ISSR. Fragmentação florestal.

TITLE: Spatial Genetic Structure in two natural populations of Syagrus cearensis Noblick

Abstract

Syagrus cearensis Noblick is a palm species native to northeastern Brazil, occurring in transition areas between the Atlantic Forest and Caatinga, which are increasingly affected

by fragmentation. Spatial genetic structure (SGS) analysis helps understand the distribution of genetic variability and supports the conservation of natural populations. This study aimed to evaluate the SGS of *S. cearensis* in Atlantic Forest remnants in Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil. Thirty-eight individuals were sampled from two natural populations: Aquicultura (AQU) and Mata do Bêbo (MTB). ISSR (*Inter-Simple Sequence Repeats*) markers were used, with coancestry estimates (Fij) calculated using SPAGeDi. Both populations showed significant SGS at the shortest distance classes, but with different intensities. AQU presented a higher coancestry coefficient in the first distance class (Fij = 0.094), indicating family aggregation at the microscale, whereas MTB showed less pronounced SGS (Fij = 0.0065). The results suggest that the higher anthropogenic disturbance in AQU may be associated with stronger SGS, possibly due to limited seed dispersal and reduced gene flow. Maintaining connectivity among forest fragments is essential for conserving the genetic diversity of *S. cearensis*. Greater spacing among seed trees is recommended during seed collection to avoid sampling highly related individuals.

Keywords: Population genetics. Catolé. ISSR. Forest fragmentation.

Introdução

A fragmentação florestal constitui um dos processos mais impactantes sobre a biodiversidade tropical, pois reduz o tamanho das populações e promove o isolamento de remanescentes vegetais (Fernandes *et al*., 2022). Esse processo transforma paisagens contínuas em mosaicos de fragmentos menores, separados por uma matriz com características ecológicas distintas das condições originais (Oliveira, 2025). Como consequência, o isolamento pode reduzir a variabilidade genética e contribuir para o declínio da diversidade biológica regional (Pinto *et al*., 2024).

Além disso, a fragmentação pode comprometer a resiliência das espécies nativas ao alterar a disponibilidade e o deslocamento de polinizadores, afetando a polinização e, consequentemente, a reprodução vegetal (Rahimi; Jung, 2024). Entre os grupos afetados, destacam-se as palmeiras (Arecaceae), relevantes nos âmbitos alimentar, medicinal e econômico (Araújo; Costa-Lima, 2026). Ecologicamente, fornecem recursos essenciais a polinizadores e herbívoros e, devido à sua longevidade, podem atuar como indicadores das mudanças nas florestas tropicais e das respostas dos ecossistemas às alterações climáticas globais (Duarte; Trevisan; Pereira, 2023).

Syagrus cearensis Noblick, conhecida como catolé, é uma palmeira arborescente de importância ecológica e potencial econômico (Pereira *et al*., 2023; Farias *et al*., 2022; Silva *et al*., 2024). Apresenta polinização predominantemente entomófila e dispersão de sementes essencialmente zoocórica (Neves *et al*., 2022). Entretanto, esses processos podem ser alterados em fragmentos antropizados, nos quais a ausência de dispersores de grande porte e a presença de barreiras físicas favorecem a queda barocórica dos frutos e o recrutamento próximo às plantas matrizes (Gonçalves *et al*., 2010; Vieira *et al*., 2010).

A estrutura genética espacial (EGS) constitui uma ferramenta importante para compreender a organização da variabilidade genética em populações naturais e inferir processos biológicos e condições ecológicas atuantes (Araújo *et al*., 2017). Esse padrão representa a distribuição não aleatória dos genótipos no espaço, resultante da interação entre dispersão de sementes, fluxo gênico, sistema reprodutivo, recrutamento e processos históricos de ocupação da paisagem (Vieira *et al*., 2012). Elevados níveis de coancestria em curtas distâncias indicam agregação familiar, sugerindo que indivíduos próximos compartilham ancestrais recentes, o que pode aumentar a vulnerabilidade genética das populações (Gonçalves *et al*., 2010). A compreensão da microestrutura genética também é essencial para estratégias de conservação in situ, coleta de germoplasma e manejo florestal sustentável (Barbosa *et al.*, 2023).

Nesse contexto, os marcadores moleculares são amplamente utilizados em estudos de diversidade genética, permitindo avaliar a variabilidade entre populações e indivíduos. Os marcadores ISSR (*Inter Simple Sequence Repeat*), obtidos por reação em cadeia da polimerase (PCR), apresentam elevada capacidade de detectar polimorfismos e dispensam informações prévias sobre sequências de DNA da espécie-alvo. Além disso, possuem menor custo em comparação aos marcadores SSR, favorecendo sua aplicação em estudos genéticos (Brandão; Vieira; Carvalho, 2011; Vieira *et al*., 2015).

Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo analisar a estrutura genética espacial de duas populações de *S. cearensis* localizadas em fragmentos de Mata Atlântica com distintos níveis de degradação ambiental. Buscou-se testar a hipótese de que a dispersão limitada e a fragmentação do habitat intensificam o parentesco local, contribuindo para o estabelecimento de diretrizes de manejo sustentável e manutenção da integridade genética da espécie.

Metodologia

2.1. Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi conduzido em duas populações, denominadas Aquicultura (AQU) e Mata do Bêbo (MTB) (Figuras 1 e 2), inseridas em domínios fitogeográficos da Mata Atlântica, em ecótono de transição com a Caatinga, na Escola Agrícola de Jundiaí, no município de Macaíba - RN. O clima da região caracteriza-se como de transição entre os tipos As’ e BSh’, segundo a classificação de Köppen, apresentando temperaturas elevadas ao longo de todo o ano e regime pluviométrico concentrado nos períodos de outono e inverno (Neves *et al.*, 2022).

A intensidade da pressão antrópica foi estimada com base na metodologia proposta por Santos e Vieira (2005), utilizando uma escala de avaliação que contempla os parâmetros atividade agrícola, erosão, presença de animais ruminantes e corte seletivo. Cada parâmetro recebeu pontuação variando de 1 a 5, de acordo com as características observadas no entorno e no interior dos

ambientes avaliados. O índice de pressão antrópica foi obtido a partir da média das pontuações atribuídas, resultando em uma classificação que varia de 1, representando ambientes mais conservados, a 5, correspondente aos ambientes com maior grau de degradação, conforme a seguinte expressão: ∑QN)/VM, em que ∑ representa o somatório das notas atribuídas por item avaliado; QN corresponde à quantidade de níveis; e VM refere-se ao valor máximo possível, resultante da soma total das pontuações dos itens analisados (Santos; Vieira, 2005).

2.2. Coleta de Dados

Foram georreferenciados e marcados 38 indivíduos de *S. cearensis* (Figuras 3 e 4), utilizando-se plaquetas de alumínio para a identificação individual, adotando-se como critério de seleção o vigor morfológico, fisiológico e fitossanitário dos espécimes. A amostragem populacional foi realizada pelo método de trilhas (D'eça-Neves; Morellato, 2004), visto que os indivíduos estavam distribuídos ao longo de um caminho preexistente de acesso à mata.

2.3. Amostragem, Extração do DNA e Reações ISSR

Foram realizadas coletas de material foliar desses espécimes, com o auxílio de tesoura de poda previamente esterilizada. As amostras foram acondicionadas em tubos plásticos contendo 2 mL de solução CTAB 2X (brometo de cetiltrimetilamônio) e armazenadas em freezer a -20 °C até a etapa de extração do DNA.

A extração do DNA genômico seguiu o protocolo de Doyle e Doyle (1987), com modificações. O tampão de extração foi composto por 100 mM de Tris-HCl (pH 8,0), 1,4 M de NaCl, 20 mM de EDTA (pH 8,0), 2% (p/v) de CTAB, 1% (p/v) de PVP-40 e 0,2% (v/v) de β-mercaptoetanol, sendo previamente aquecido em banho-maria a 60 °C. O DNA extraído foi quantificado em espectrofotômetro (Epoch™ – BioTek Instruments Inc., Winooski, EUA) e posteriormente diluído em solução TE (Tris-HCl 10 mM; EDTA 1 mM; pH 8,0) para obtenção de concentração final de 50 ng μL^{-1}.

As reações em cadeia da polimerase (PCR) foram realizadas utilizando sete iniciadores ISSR (Tabela 2), pertencentes ao conjunto UBC primer set #9 (University of British Columbia, Vancouver, Canadá). A escolha dos iniciadores baseou-se em Neves et al. (2022), que relataram elevada eficiência qualitativa e quantitativa na amplificação de locos para *S. cearensis*. O volume final das reações foi de 12 µL, contendo: tampão (10X), BSA (1,0 mg mL^{-1}), $MgCl_2$ (50 mM), dNTPs (2,5 mM), primer (2 µM), Taq DNA polimerase (U μL^{-1}), DNA (1:50) e água ultrapura.

As PCRs foram conduzidas em termociclador automático (Biocycler), com o seguinte programa de amplificação: desnaturação inicial a 94 °C por 2 minutos (1 ciclo), seguida de 37 ciclos de desnaturação a 94 °C por 15 segundos, anelamento a 47 °C por 30 segundos e extensão a 72 °C por 1 minuto; finalizando com extensão final a 72 °C por 7 minutos e resfriamento a 4 °C.

Os produtos amplificados foram submetidos à eletroforese em gel de agarose a 1,5% (p/v), utilizando tampão TAE 1X (Tris-acetato-EDTA), sob voltagem de 100 V por aproximadamente três horas. A coloração foi realizada com GelRed™ (Biotium, EUA) e azul de bromofenol (ABF). O tamanho dos fragmentos amplificados foi estimado por comparação com marcador molecular de 1000 pares de bases. Após a corrida, os géis foram visualizados sob luz ultravioleta e registrados com auxílio de sistema de fotodocumentação (E-box™ VX2, Vilber Lourmat, Marne-la-Vallée, França).

2.4. Análises Estatísticas

2.4.1. Diversidade Genética

Os fragmentos ISSR foram convertidos em matrizes binárias, com base na ausência (0) e presença (1) das bandas.

2.4.2. Estrutura Genética Espacial

Para a determinação da estrutura genética espacial (EGS), foi estimado o coeficiente de coancestria (Fij) entre pares de indivíduos em diferentes classes de distância para cada uma das duas populações estudadas (Hardy, 2003). Foram construídos intervalos de confiança de 95% para os coeficientes médios de coancestria estimados nas classes de distância, de acordo com Hardy e Vekemans (2002). A ocorrência de EGS foi testada por meio de 1.000 permutações em cada classe de distância, e sua magnitude foi calculada utilizando a fórmula Sp = −blog/(1 − Fij(1)) (Hardy; Vekemans, 2002), em que blog corresponde ao coeficiente angular da regressão do coeficiente de coancestria e Fij(1) ao coeficiente de coancestria (Fij) da primeira classe de distância, considerando todos os locos. Os valores de Sp foram utilizados para comparar a magnitude da EGS entre as duas populações estudadas. As análises foram realizadas com o auxílio do programa SPAGeDi (Hardy; Vekemans, 2002).

Resultados e Discussões

A caracterização da EGS em *S. cearensis* revelou uma heterogeneidade marcante na distribuição da variabilidade entre as populações de Aquicultura (AQU) e Mata do Bêbo (MTB). Essa divergência nos padrões de autocorrelação genética indica que a microestrutura local não é meramente um reflexo da biologia reprodutiva da espécie, mas o produto de uma interação complexa entre a limitação do fluxo gênico contemporâneo e fatores ecológicos, históricos e demográficos que moldaram de forma distinta cada fragmento.

As análises de autocorrelação revelaram que ambas as populações apresentam EGS positiva nas classes de menor distância, embora com intensidades contrastantes. Na população AQU, o coeficiente de coancestria (Fij) na primeira classe (0 - 6,32 m) foi de 0,094, enquanto a população MTB exibiu um Fij de

0,0065 na classe inicial (0 - 1,50 m). Esse valor observado na AQU é particularmente elevado, sugerindo que indivíduos situados em vizinhança imediata possuem um notório grau de parentesco (Figuras 3 e 4).

Na população AQU, o coeficiente de coancestria apresentou seu maior valor positivo na primeira classe de distância (Fij = 0,094), correspondente a indivíduos separados por até 6,32 m, sendo este o único valor positivo estatisticamente significativo (P = 0,003). Embora a terceira classe também tenha apresentado coancestria positiva (Fij = 0,006), esse valor não diferiu significativamente do esperado ao acaso (P = 0,5964). Nas demais classes de distância, os coeficientes assumiram valores negativos, sem diferença estatística significativa. Portanto, o resultado evidencia uma estrutura genética espacial restrita às menores distâncias, indicando que indivíduos próximos tendem a compartilhar maior parentesco genético.

Em contraste, a população Mata do Bêbo apresentou comportamento mais variável ao longo das classes de distância. Embora alguns coeficientes tenham assumido valores relativamente elevados, como 0,073 na segunda classe e 0,024 na sexta classe, apenas esta última apresentou significância estatística (P = 0,033). Nas demais classes, os coeficientes positivos e negativos não diferiram significativamente do esperado ao acaso. Assim, a alternância entre valores positivos e negativos ao longo das classes de distância evidencia uma estrutura genética espacial descontínua e menos pronunciada do que aquela observada na população AQU.

A ocorrência de maior coancestria nas menores distâncias é um padrão frequentemente observado em espécies tropicais e está associada à limitação da dispersão de sementes e ao recrutamento de plântulas nas proximidades das árvores matrizes (Hardy *et al*., 2006). No gênero *Syagrus*, a dispersão de sementes é majoritariamente realizada por zoocoria, enquanto a polinização é predominantemente entomófila (Begnini *et al*., 2008; Guerrero Olaya, 2015; Silva *et al*., 2008). Assim, a deposição de sementes em áreas adjacentes às árvores parentais favorece a formação desses agrupamentos genéticos.

Entretanto, além das características biológicas da espécie, fatores relacionados ao estado de conservação do habitat podem influenciar a intensidade da estrutura genética espacial. A avaliação da pressão antrópica realizada neste estudo, segundo a metodologia proposta por Santos e Vieira (2005), classificou a população AQU com nota 4, indicando maior grau de antropização, enquanto a população MTB recebeu nota 3, caracterizando um ambiente relativamente mais conservado. Essa diferença é consistente com o padrão genético observado, uma vez que a população submetida à maior pressão antrópica apresentou também o maior coeficiente de coancestria na primeira classe de distância. Sob essa ótica, ambientes mais fragmentados tendem a reduzir a conectividade entre indivíduos reprodutivos, restringindo a movimentação de dispersores de sementes e polinizadores e favorecendo o estabelecimento de indivíduos aparentados em áreas próximas. Embora essa relação não possa ser interpretada como causal apenas com os dados deste estudo, os resultados sugerem que a maior antropização da população AQU pode ter contribuído para intensificar sua estrutura genética espacial em escala local.

Desse modo, a comparação entre as populações reforça essa interpretação. Enquanto a população AQU apresentou agrupamentos familiares bem definidos nas menores distâncias, a população MTB exibiu estrutura genética espacial menos pronunciada, caracterizada pela ausência de um padrão consistente de autocorrelação genética ao longo das classes de distância. Esse comportamento pode estar relacionado às melhores condições de conservação da paisagem, favorecendo maior conectividade entre indivíduos reprodutivos e, consequentemente, maior fluxo gênico por meio da dispersão de sementes e da polinização.

Ademais, a predominância de valores de coancestria negativos ou próximos de zero a partir da segunda classe de distância sugere que o fluxo gênico, possivelmente via pólen, atua de maneira suficiente para mitigar o parentesco entre indivíduos mais distantes. Contudo, a estruturação em microescala é a força dominante na organização espacial da variabilidade genética de *S. cearensis.*

Ao comparar os padrões de estruturação observados em S. cearensis com outras espécies ocorrentes em fragmentos similares de Mata Atlântica no Rio Grande do Norte, evidenciam-se contrastes biológicos significativos. Neves et al. (2022), ao estudar a espécie *Copaifera arenicola*, registrou um coeficiente de coancestria de Fij = 0,022 na primeira classe de distância (até 15 m). Em contrapartida, os resultados obtidos para S. cearensis na população AQU demonstram uma intensidade de parentesco marcadamente superior, atingindo Fij = 0,0936 na área Aquicultura em distâncias ainda menores (até 6,32 m).

Essa disparidade na magnitude da coancestria sugere que S. cearensis possui uma organização genética em microescala muito mais densa e restrita espacialmente. Enquanto em *C. arenicola* a EGS apresentou um alcance de até 35 metros (Neves et al., 2022), em S. cearensis a similaridade genética minimiza-se rapidamente após os 7 metros. Essa estruturação de curto alcance e alta intensidade é um provável indicativo de que a dispersão de sementes no catolé é comparativamente mais restrita, resultando em núcleos familiares extremamente localizados.

A relação entre esses estudos reforça a hipótese de que a biologia reprodutiva e o sistema de dispersão de S. cearensis a tornam particularmente sensível à fragmentação do habitat. Sob a perspectiva da conservação genética, esses resultados possuem implicações importantes para programas de coleta de sementes e produção de mudas. A elevada coancestria observada na população AQU indica que árvores matrizes localizadas em curtas distâncias apresentam maior probabilidade de compartilharem parentesco, tornando recomendável a adoção de espaçamentos superiores ao alcance da estrutura genética espacial durante a coleta de sementes. Essa estratégia reduz a probabilidade de amostragem de indivíduos aparentados, amplia a representatividade genética do material propagativo e contribui para a manutenção da variabilidade genética em programas de conservação e restauração ecológica.

De forma geral, a estrutura genética espacial em *Syagrus cearensis* mostrou-se predominantemente de curto alcance, porém com intensidades distintas entre as

populações avaliadas. A associação entre maior coancestria e maior nível de pressão antrópica observada na população AQU reforça a importância da conservação da conectividade entre fragmentos florestais como estratégia para favorecer o fluxo gênico e preservar a diversidade genética da espécie. Portanto, esses resultados fornecem subsídios relevantes para o manejo de populações naturais e para o planejamento de ações de conservação *in situ* e *ex situ.*

Conclusão

O presente estudo demonstrou que *Syagrus cearensis* apresenta estrutura genética espacial em escala local, com diferenças na intensidade do parentesco entre as populações avaliadas. Os resultados indicam que a distribuição da variabilidade genética não depende apenas das características biológicas da espécie, mas também pode ser influenciada pelas condições ambientais e pelo grau de conservação dos fragmentos onde as populações estão inseridas.

A associação entre maior estrutura genética espacial e maior nível de pressão antrópica na população AQU ressalta a importância da conservação da conectividade entre fragmentos florestais para favorecer o fluxo gênico e minimizar a formação de agrupamentos de indivíduos aparentados. Nesse contexto, os resultados obtidos fornecem subsídios para o planejamento de estratégias de coleta de sementes, manejo genético e conservação de populações naturais de *S. cearensis*, contribuindo para a manutenção de sua diversidade genética.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros integrem análises genéticas com informações sobre a dinâmica dos polinizadores, dispersores de sementes e conectividade da paisagem, além de ampliar as amostragens para outras populações de S. cearensis ao longo de sua área de distribuição, bem como utilizar diferentes tipos de marcadores moleculares para investigar o fluxo gênico.

Referências

ARAÚJO, Maircon Rasley Gonçalves *et al.* Fine-scale spatial genetic structure and gene flow in *Acrocomia aculeata* (Arecaceae): Analysis in an overlapping generation. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 71, p. 147-154, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.bse.2017.02.005. Acesso em: 15 jul. 2026.

ARAÚJO, Paulo Arthur Souza; COSTA-LIMA, James Lucas da. Taxonomia, distribuição e usos das palmeiras (Arecaceae) nativas e naturalizadas do Rio Grande do

Norte. **Revista Eletrônica do Seminário de Iniciação Científica da UFERSA**, v. 31, n. 1, 2026. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/rsemic/article/view/15094. Acesso em: 05 abr. 2026.

BARBOSA, Fabiana dos Anjos *et al.* Análise da estrutura e distribuição espacial de *Pilosocereus pachycladussubsp. pernambucoensis* em vegetação da Caatinga e de brejo de altitude. **Ciência Florestal**, v. 33, p. e66471, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.5902/1980509866471. Acesso em: 05 abr. 2026.

BEGNINI, Romualdo Morelatto *et al.* O Jerivá-*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae)-fenologia e interações com a fauna no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis, SC. 2008. 103 p.. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/132887. Acesso em: 16 maio 2026.

BRANDÃO, Murilo Malveira; VIEIRA, Fábio de Almeida; CARVALHO, Dulcinéia de. Estrutura genética em microescala espacial de *Myrcia splendens* (Myrtaceae). **Revista Árvore**, v. 35, p. 957-964, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000600001. Acesso em: 01 jul. 2026.

D'EÇA-NEVES, Fernanda F.; MORELLATO, L. Patrícia C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta botanica brasilica**, v. 18, p. 99-108, 2004. Disponível em:https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000100009. Acesso em: 25 abr. 2026.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin**, v. 19, p. 11–15, 1987.

DUARTE, Cibele dos Santos; TREVISAN, Adriana Carla Dias; PEREIRA, Antônio Batista. A hibridização como forma de conservação e melhoramento genético da família Arecaceae: uma revisão sobre a palmeira x *Butyagrus paranaënsis* Engels, T.A.Meyer & K.Soares nothsp. nov. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 5, e22412541693, 2023. Disponível em:http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i5.41693. Acesso em: 05 abr. 2026.

FARIAS, Pedro Arthur Martins *et al.* Análise antimicrobiana e toxicológica do extrato bruto seco do epicarpo do coco catolé (*Syagrus cearensis* Noblick). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, p. e247111739012-e247111739012, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i17.39012. Acesso em: 01 jul. 2026.

FERNANDES, Milton Marques. et al.. Fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Brasil. Ciência Florestal, v. 32, n. 3, p. 1227–1246, jul. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.5902/1980509845253. Acesso em: 05 abr. 2026.

GONÇALVES, Ana Cecília *et al.* Estrutura genética espacial em populações naturais de *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) na região norte de Minas Gerais, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 33, p. 325-332, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000200013. Acesso em: 05 abr. 2026.

GUERRERO OLAYA, Nilson Yezid. Comparación de visitantes florales y polinizadores de tres especies de palmas de género *Syagrus* Arecaceae endémicas y alopátricas de Colombia. 2015. 89 f.. Trabalho de Conclusão de Curso (Biologia) - Centro de Ciências Básicas, Universidad de La Salle, Bogotá, 2015. Disponível em: https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/c71c5b0e-4dc0-4fb1-b26f-a199bb02c057/content. Acesso em: 16 maio 2026.

HARDY, Olivier J. Estimation of pairwise relatedness between individuals and characterization of isolation by distance processes using dominant genetic markers. **Molecular Ecology**, v.12, p.1577-1588, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2003.01835.x. Acesso em: 25 abr. 2026.

HARDY, Olivier J. *et al.* Fine-scale genetic structure and gene dispersal inferences in 10 Neotropical tree species. **Molecular ecology**, v. 15, n. 2, p. 559-571, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02785.x. Acesso em: 16 maio 2026.

HARDY, Olivier J.; VEKEMANS, Xavier. SPAGeDi: a versatile computer program to analyse spatial genetic structure at the individual or population levels. **Molecular Ecology Notes**, v.2, p.618-620, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1046/j.1471-8286.2002.00305.x. Acesso em: 25 abr. 2026.

NEVES, Abidã Gênesis da Silva *et al.* Genetic diversity of *Syagrus cearensis* Noblick in natural populations: implications for conservation of genetic resources. Acta Scientiarum. **Biological Sciences**, v. 44, e56400, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v44i1.56400. Acesso em: 15 jul. 2026.

OLIVEIRA, Marina Baldani. Efeito da fragmentação florestal na viabilidade de sementes da Mata Atlântica. 2025. 31 f.. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências - Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2025. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/f1ae8c4a-5520-4536-9424-aa395b00f70a. Acesso em: 05 abr. 2026.

PEREIRA, Stéfano Arrais *et al*. In situ transesterification of the catolé coconut (*Syagrus cearensis*) utilizing experimental design by Taguchi method. **Industrial Crops and Products**, v. 205, p. 117490, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117490. Acesso em: 01 jul. 2026.

PINTO, A.V. *et al.* The impact of habitat loss and population fragmentation on genomic erosion. **Conserv Genet 25**, 49–57 (2024). Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10592-023-01548-9. Acesso em: 15 jul. 2026.

RAHIMI, E.; JUNG, C. Spatial modeling of insect pollination services in fragmented landscapes. **Insects**, v. 15, n. 9, p. 662, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/insects15090662. Acesso em: 15 jul. 2026.

SANTOS, Rubens Manoel; VIEIRA, Fábio de Almeida. Análise estrutural do componente arbóreo de três áreas de cerrado em diferentes estádios de conservação no município de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. **Cerne**, v. 11, n. 4, p. 399-408, 2005. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/744/74411409.pdf. Acesso em: 25 abr. 2026.

SILVA, Fernanda Ribeiro da *et al.* Fenologia, predação e dispersão de sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman em ambientes insulares, em SC. 2008. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106611. Acesso em: 16 maio 2026.

SILVA, Thiago de Oliveira *et al.* Elaboração e avaliação da atividade antioxidante de farinha do coco catolé (*Syagrus cearensis*). 2024. 24 f.. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2024. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/bitstream/riufcg/39521/1/THIAGO%20DE%20OLIVEIRA%20SILVA%20-%20TCC%20BACHARELADO%20EM%20NUTRI%c3%87%c3%83O%20CES%20%202024.pdf. Acesso em: 01 jul. 2026.

VIEIRA, Fábio de Almeida *et al.* Diversidade genética de *Copernicia prunifera* com o uso de marcadores moleculares ISSR. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 4, p. 525-531, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.5039/agraria.v10i4a5040. Acesso em: 01 jul. 2026.

VIEIRA, Fábio de Almeida *et al.* Spatial Pattern and Fine-Scale Genetic Structure Indicating Recent Colonization of the Palm *Euterpe edulis* in a Brazilian Atlantic Forest Fragment. **Biochem Genet 48**, 96–103, 2010. https://doi.org/10.1007/s10528-009-9298-3. Acesso em: 15 jul. 2026.

Anexos

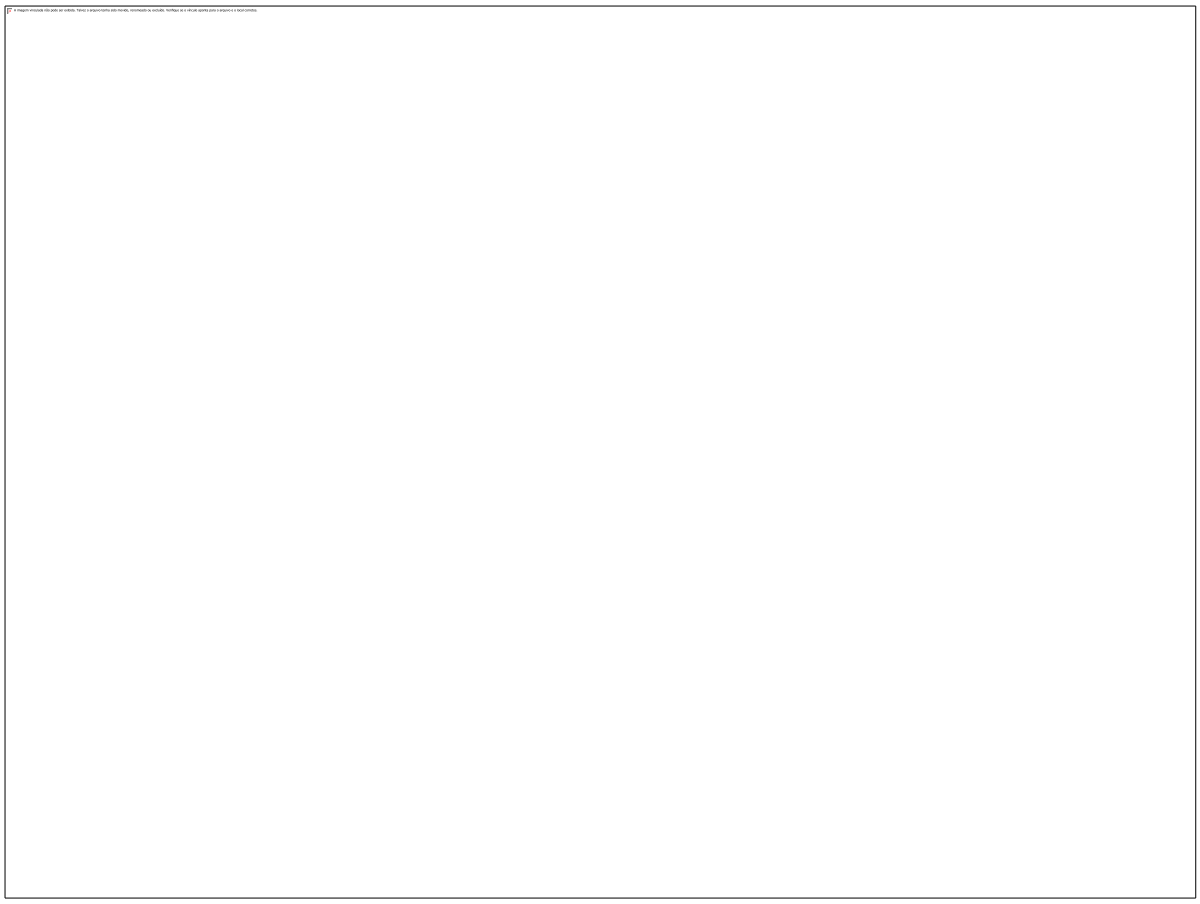


Figura 1. Indivíduos da população Aquicultura.



Figura 2. Indivíduos da população Mata do Bêbo.

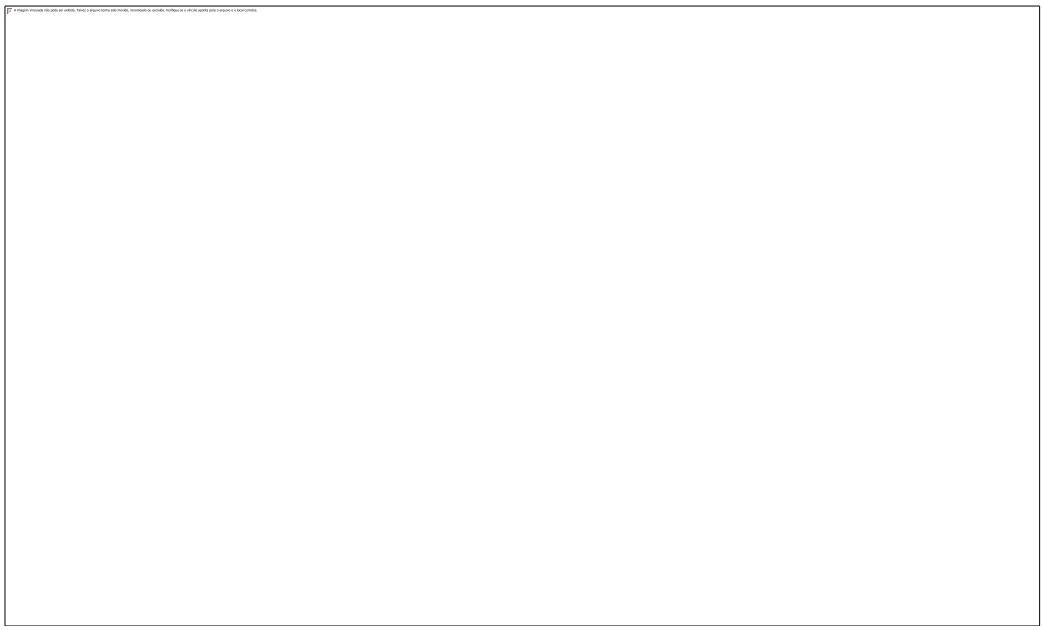


Tabela 1. Códigos e caracterização das populações, coordenadas geográficas, número de amostras (n) e escala de pressão antrópica para as populações de Syagrus cearensis.

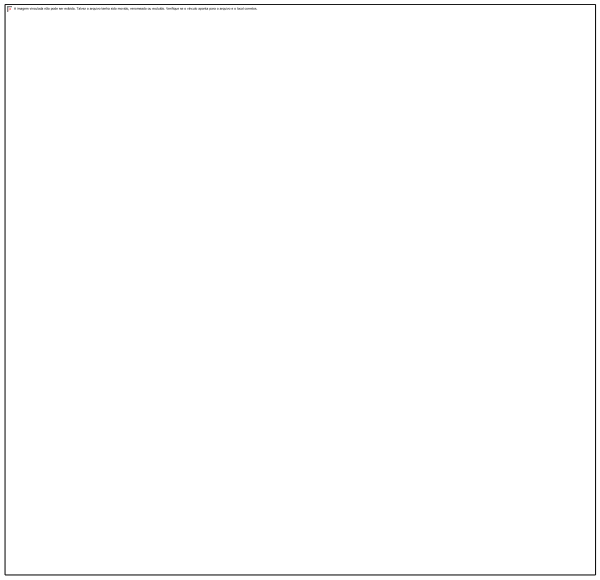


Figura 3. Distribuição dos indivíduos na parcela Aquicultura.

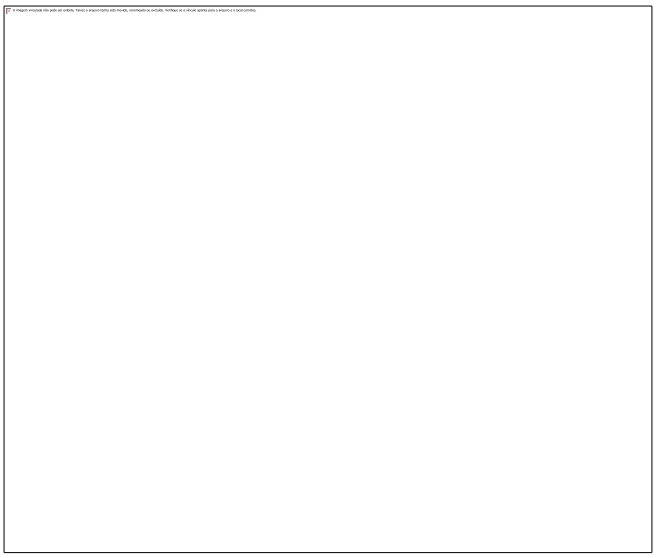


Figura 4. Distribuição dos indivíduos na parcela Mata do Bêbo.

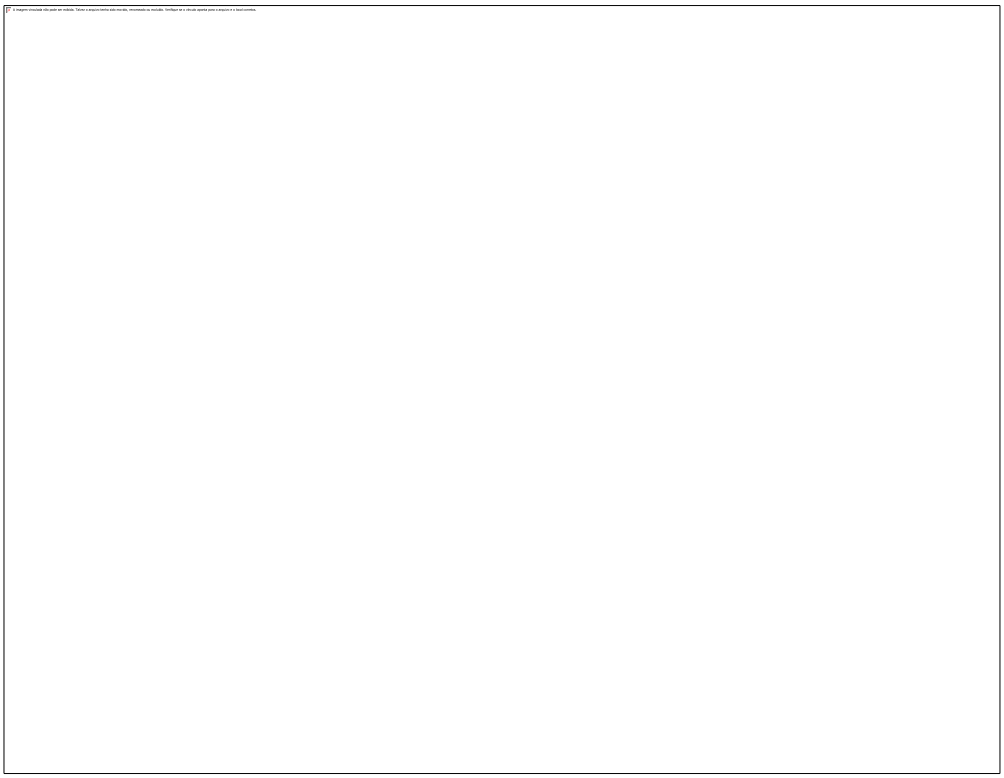


Tabela 2. Sequência de nucleotídeos dos iniciadores ISSR utilizados, número de locos (NL) e Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC).

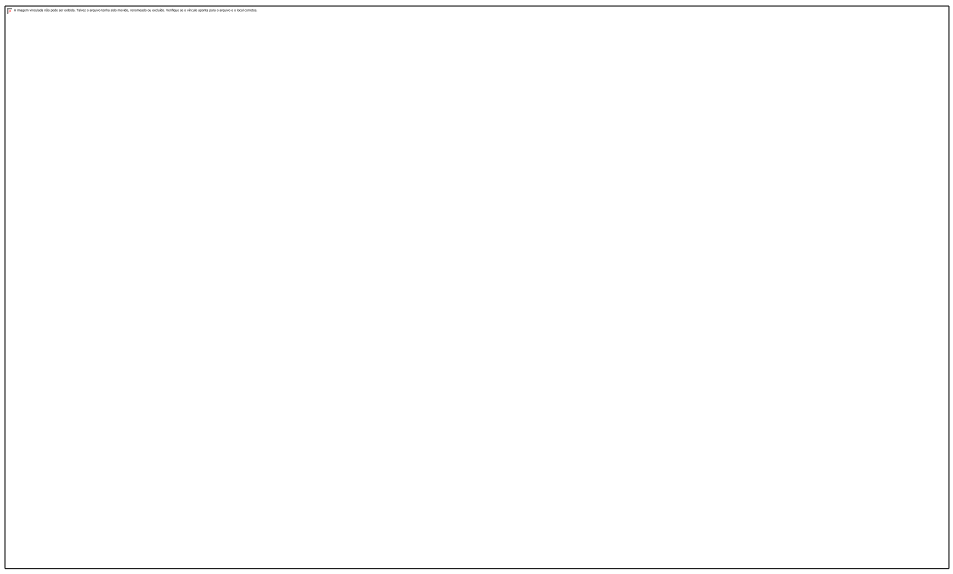


Figura 5. Resultado da coancestria da população Aquicultura.

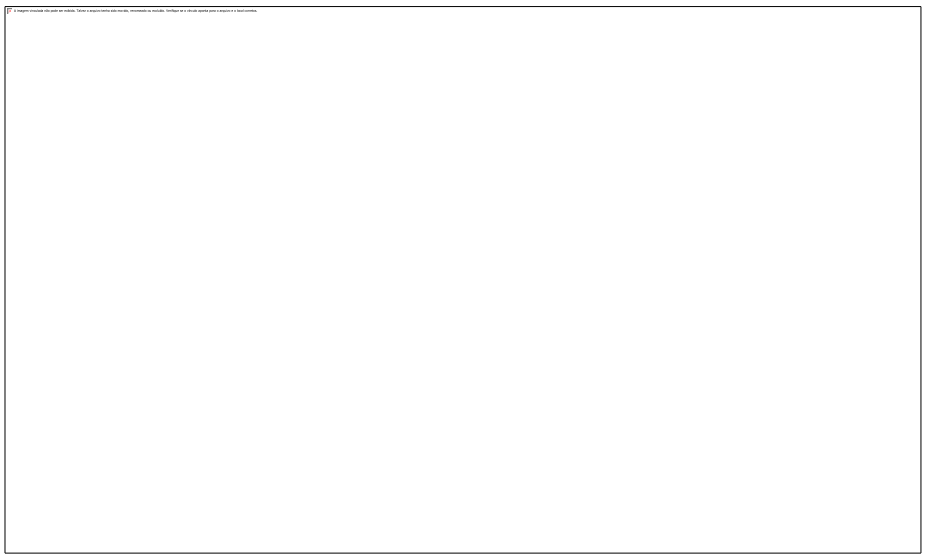


Figura 6. Resultado da coancestria da população Mata do Bêbo.

CÓDIGO: SB0127

AUTOR: KEMYLY PEREIRA DO NASCIMENTO

COAUTOR: KYVIA PONTES TEIXEIRA DAS CHAGAS

COAUTOR: LUCIANA GOMES PINHEIRO

ORIENTADOR: FABIO DE ALMEIDA VIEIRA

TÍTULO: Diversidade e estrutura genética populacional de Vanilla phaeantha (Orchidaceae) com base em marcadores moleculares ISSR

Resumo

O gênero *Vanilla* possui orquídeas de grande importância econômica, pois seus frutos dão origem à baunilha, considerada uma das especiarias mais valiosas do mundo. Entre as espécies nativas brasileiras destaca-se *Vanilla phaeantha*, que apresenta potencial econômico e relevância para a conservação devido à redução de suas populações naturais causada pela degradação e fragmentação dos habitats. O objetivo deste estudo foi avaliar a diversidade genética de duas populações naturais de *Vanilla phaeantha* utilizando marcadores moleculares ISSR. Foram analisados 47 indivíduos de duas populações da Escola Agrícola de Jundiaí, Macaíba-RN. Seis iniciadores ISSR geraram 121 locos, dos quais 120 foram polimórficos (99%). Os valores de PIC variaram de 0,258 a 0,479, com média de 0,403, indicando que os iniciadores apresentaram alta a muito alta informatividade. A população MAT apresentou maior percentual de locos polimórficos (86%) que ACU (75%). Os índices de diversidade genética de Nei e de Shannon apresentaram valores semelhantes entre as populações, porém foram superiores quando todas as amostras foram analisadas em conjunto, indicando que ambas contribuem para a diversidade genética da espécie. Os marcadores ISSR mostraram-se eficientes na caracterização da diversidade genética de *Vanilla phaeantha*, fornecendo informações para estratégias de conservação e manejo de suas populações naturais.

Palavras-chave: Baunilha. Conservação. Mata Atlântica. Polimorfismo. epífita.

TITLE: Genetic Diversity and Population Structure of Vanilla phaeantha (Orchidaceae) Based on ISSR Molecular Markers

Abstract

The genus *Vanilla* comprises orchids of great economic importance because its fruits produce vanilla, one of the most valuable spices in the world. Among the native Brazilian species, *Vanilla phaeantha* stands out due to its economic potential and its importance for conservation, as natural populations have been reduced by habitat degradation and fragmentation. This study aimed to evaluate the genetic diversity of two natural populations of *Vanilla phaeantha* using ISSR molecular markers. A total of 47 individuals from two populations located at the Escola Agrícola de Jundiaí, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil, were analyzed. Six ISSR primers generated 121 loci, of which 120 were polymorphic (99%). The Polymorphic Information Content (PIC) values ranged from 0.258 to 0.479, with an average of 0.403, indicating that the primers showed high to very high informativeness. The MAT population showed a higher percentage of polymorphic loci (86%) than the ACU population (75%). Nei's genetic diversity and Shannon's diversity indices were similar between the two populations but were higher when all samples were analyzed together, indicating that both populations contribute to the overall genetic diversity of the species. The ISSR markers proved to be effective in characterizing the genetic diversity of *Vanilla phaeantha*, providing valuable information to support conservation and management strategies for its natural populations.

Keywords: Vanilla. Conservation. Atlantic Forest. Polymorphism. Epiphyte.

Introdução

A família Orchidaceae está entre as mais diversas do mundo, com 35 mil espécies descritas, sendo cerca de 2.500 registradas no Brasil (CATALOGUE OF LIFE, 2026; BARROS et al., 2015). Destacam-se pela grande diversidade de formas e pela floração exuberante, o que lhes confere elevado valor econômico, principalmente no mercado ornamental. No entanto, a intensa exploração comercial, aliada à coleta ilegal e à perda de habitat, tem contribuído para a redução de populações naturais, colocando várias espécies em risco de extinção (MEZZALIRA; KUHN, 2020).
Algumas espécies também apresentam importância alimentícia e industrial, como as pertencentes ao gênero *Vanilla*, cujo fruto origina a baunilha, uma especiaria de elevado valor comercial, considerada a segunda mais cara do mundo (BRUMANO, 2019). As espécies desse gênero são orquídeas trepadeiras (lianas), típicas de regiões tropicais de clima quente e úmido, desenvolvendo-se preferencialmente sob condições de sombreamento. A espécie mais comercializada é a *Vanilla planifolia*, nativa do México (COSTA et al., 2024). No Brasil, existem espécies nativas com potencial econômico, entre elas a *Vanilla phaeantha.*
Vanilla phaeantha apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo em diversos países da América e em diferentes estados brasileiros, incluindo registros confirmados e de possível ocorrência (KARREMANS et al., 2020; MENEGUZZO; SILVA, 2026). No território brasileiro, a espécie era anteriormente denominada *Vanilla bahiana* Hoehne, porém, com o avanço dos estudos taxonômicos, verificou-se que não havia diferenças morfológicas significativas entre ela e *Vanilla phaeantha,* passando então a serem consideradas espécies sinônimas (KARREMANS et al., 2020). Estudos demonstram que *Vanilla*

phaeantha tem potencial como fonte alternativa de compostos responsáveis pelo aroma e sabor característicos do extrato natural de baunilha (LOPES, 2018). A *Vanilla phaeantha* é endêmica do bioma da Mata Atlântica, que tem o clima quente, úmido e sombreado que são condições favoráveis ao desenvolvimento das espécies do gênero *Vanilla*(LOPES, 2018; COSTA et al., 2024). Entretanto, segundo Branco et al. (2021) a Mata Atlântica é umas das florestas tropicais mais ameaçadas do mundo, com a intensa degradação ao longo dos anos, causada principalmente pelo desmatamento associado à expansão urbana. Esse processo tem contribuído para a redução das populações naturais e consequentemente perda da diversidade genética das espécies nativas (FAJARDO et al., 2017).
Diante da redução das populações naturais, torna-se importante compreender sobre a diversidade genética das espécies nativas já que espécies com maior diversidade genética, se adaptam melhor às condições ambientais adversas, garantindo a sobrevivência e conservação das populações ao longo do tempo (BRZOSKO et al., 2011). De acordo com a IUCN (2026) a *Vanilla phaeantha* se encontra em perigo mundialmente, sendo importante o estudo de diversidade genética, para garantir a conservação e manejo adequado da espécie.
Os marcadores moleculares são muito utilizados e essencial em estudos de genética de conservação, pois permitem avaliar a variabilidade genética e a estrutura genética das populações (RAMALHO et al., 2016). Dentre os marcadores moleculares, os iniciadores ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) têm sido amplamente utilizados na caracterização de genomas complexos, se destacando por ser uma alternativa simples, de baixo custo e confiável sem precisar de um conhecimento prévio do genoma do organismo de estudo (GIUSTINA et al., 2017). O ISSR tem se mostrado eficiente em pesquisas sobre variedade genética, sendo importante em análise de diversidade genética intrapopulacional e interpopulacional de populações naturais de espécies florestais (BRANDÃO et al., 2024; CARDOSO et al., 2025).
Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a diversidade genética e a estrutura populacional de duas populações da *Vanilla phaeantha*, utilizando marcadores moleculares ISSR.

Metodologia

2.1 Amostragem

O estudo foi realizado a partir da amostragem de duas populações naturais na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), localizada no município de Macaíba, Rio Grande do Norte. As populações estão localizadas em fragmentos de Mata Atlântica, porém em áreas com características diferentes. Nas duas áreas, os indivíduos foram encontrados crescendo apoiados em árvores, principalmente em árvores conhecidas popularmente como ubaia (*Eugenia sp.*).

A primeira população foi amostrada na Mata do Bebo, uma área florestal mais conservada, com maior umidade e dossel fechado. As coletas foram realizadas principalmente nas bordas da trilha existente no interior do fragmento. Já a segunda população foi amostrada em uma área próxima ao açude, menos

conservada, com vegetação mais aberta e maior entrada de luz. Nessa área, poucos indivíduos foram encontrados nas bordas do fragmento, sendo necessário avançar para o interior da mata para localizar a maior parte dos indivíduos amostrados.

Foram coletadas amostras foliares de 47 indivíduos de *Vanilla phaeantha*, distribuídos em duas populações (Tabela 1). As análises genéticas foram conduzidas no Laboratório de Genética e Melhoramento Florestal (LabGeM), pertencente à EAJ da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). As amostras foram armazenadas em tubos plásticos de 2 mL contendo CTAB 2X (brometo de cetiltrimetilamônio), identificadas e encaminhadas ao LabGeM. No laboratório as amostras foram armazenadas em um freezer a -20 ºC até a extração do DNA.

2.2 Extração de DNA e PCR

Para a extração, utilizou-se método descrito por Doyle e Doyle (1987), baseado no uso de tampão de extração, com algumas adaptações, composto por: 100 mM de Tris pH 8,0; 1,4 M de NaCl; 20 mM de EDTA pH 8,0; 2% (p/v) de CTAB; 1% (p/v) de PVP-40 e 0,2% (v/v) de β-mercaptoetanol, previamente aquecido a 60 ºC em banho-maria.

Após o procedimento de extração, o DNA foi diluído em TE (Tris-HCl 10 mM; EDTA mM pH 8,0) e mantido sob refrigeração até a etapa da reação em cadeia da polimerase (PCR). A quantificação do DNA foi realizada por meio do espectrofotômetro Epoch BioTek™. Em seguida, efetuaram-se diluições para padronização das concentrações das amostras, considerando a concentração inicial do material genético e a concentração final desejada de 50 ng/µL.

Foram testados 30 primers ISSR, dos quais seis foram selecionados por apresentarem os melhores resultados de amplificação. Esses seis primers, provenientes da Universidade de British Columbia (UBC primer set #9, Vancouver, Canadá), foram utilizados nas reações de PCR. O mix de PCR foi constituído por água ultrapura, Buffer (10x), BSA (1,0 mg mL-1), MgCl2 (50 mM), dNTP (2,5 mM), primer (2 µM), Taq polimerase (U.µL-1) e DNA diluído (50 ng/µL), totalizando volume final de 12 µL por amostra. As amplificações foram conduzidas em termociclador automático Biocycler™.

Inicialmente, as amostras passaram por desnaturação a 94 ºC durante 2 minutos seguidas por 37 ciclos subdivididos em três etapas: 1) desnaturação a 94 ºC por 15 segundos; 2) anelamento do primer a 47 ºC por 30 segundos; e 3) extensão a 72 ºC por 1 minuto. Ao término dos ciclos, realizou-se uma extensão final a 72 ºC por 7 minutos, seguida de resfriamento a 4 ºC.

Os produtos obtidos na PCR foram submetidos à eletroforese em gel de agarose a 1,5% (p/v), corado com GelRed™ em tampão TAE 1X (Tris-Acetato EDTA), sob tensão de 100 V durante aproximadamente duas horas e meia. Para estimar o tamanho dos fragmentos amplificados, utilizou-se marcador de peso molecular (Ladder) de 100 pb. Após a corrida eletroforética, os géis foram visualizados sob

luz ultravioleta e fotografados por meio do sistema de fotodocumentação E-Box VX2 Vilbert Lourmat™.

Os padrões de amplificação das bandas foram posteriormente convertidos em matriz binária, registrando presença (1) e ausência (0) dos locos, utilizando o programa Microsoft Excel 2010.

2.3 Análise de dados

Os parâmetros de diversidade genética foram avaliados pelo programa POPGENE (Population Genetic Analysis) versão 1.32 (Yeh et al., 1997), onde serão obtidos a porcentagem de locos polimórficos (%P), o número de alelos observados (Na), o número de alelos efetivos (Ne), a diversidade genética de Nei (h) e o Índice de Shannon (I) para as populações.

O Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC) de cada iniciador ISSR foi calculado conforme a metodologia proposta por Serrote et al. (2020), utilizando a expressão: $PIC = 1 - (p^2 + q^2)$, em que p representa a frequência de presença das bandas e q a frequência de ausência das bandas. A interpretação dos valores de PIC foi realizada segundo a classificação proposta pelos mesmos autores, sendo considerados de baixa informatividade (0–0,10), média informatividade (0,10–0,25), alta informatividade (0,30–0,40) e muito alta informatividade (0,40–0,50).

Resultados e Discussões

As análises realizadas com os seis iniciadores ISSR geraram um total de 121 locos, dos quais 120 foram polimórficos, correspondendo a 99% de polimorfismo (Tabela 2). O número de locos amplificados variou de 14 a 26, com média de 20 locos por iniciador (Tabela 3). O iniciador UBC825 destacou-se por apresentar o maior número de locos (26), enquanto o iniciador M1 CAA apresentou o menor número de locos (14). O elevado número de locos amplificados por iniciador mostra a eficiência dos marcadores ISSR para estudos de diversidade genética, destacando o potencial desses marcadores para detectar polimorfismos em espécies vegetais.

Os valores do Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC) oscilaram entre 0,258 (UBC818) e 0,479 (UBC826), com média de 0,403. De acordo com a classificação proposta por Serrote et al. (2020), os iniciadores apresentaram níveis de informatividade variando de alta a muito alta, demonstrando elevada capacidade para detectar polimorfismos e evidenciando a eficiência dos marcadores ISSR na caracterização da diversidade genética da espécie.

As estimativas de diversidade genética das populações de *Vanilla phaeantha* encontram-se apresentadas na Tabela 2. Das duas populações analisadas, MAT apresentou o maior percentual de locos polimórficos (86%), enquanto a

população ACU apresentou 75% de polimorfismo. Essa diferença pode estar relacionada às características ambientais e ao grau de conservação das áreas onde as populações ocorrem. A população MAT está inserida em um ambiente mais conservado, com maior cobertura vegetal e menor intensidade de ação antrópica, fatores que podem favorecer a manutenção da variabilidade genética.

Em contrapartida, a população ACU encontra-se em uma área mais antropizada, caracterizada por vegetação menos densa, maior modificação da paisagem, condições que podem contribuir para a fragmentação do habitat e restringir o fluxo gênico entre indivíduos. Segundo Young, Boyle e Brown (1996), a fragmentação dos habitats pode reduzir o tamanho efetivo das populações e limitar o fluxo gênico, favorecendo a perda gradual de diversidade genética. Dessa forma, é possível que o maior grau de ação antrópica observado na área de ACU tenha influenciado os menores níveis de polimorfismo registrados em relação à população MAT.

Considerando todas as amostras, foram observados 99% de locos polimórficos, mostrando alta variabilidade genética na espécie, aspecto relevante para estratégias de conservação e manejo da espécie. O número médio de alelos observados (Na) foi de 1,81, enquanto o número efetivo de alelos (Ne) foi de 1,44. Os índices de diversidade genética de Nei (h) foram iguais entre as populações, apresentando valor de 0,25±0,04 tanto para MAT quanto para ACU. Da mesma forma, o índice de Shannon (I) apresentou pequena diferença, sendo de 0,39±0,05 para MAT e 0,38±0,05 para ACU.

Considerando todas as amostras, os valores aumentaram para h = 0,30±0,02 e I = 0,45±0,03, indicando que a análise conjunta das populações apresenta maior diversidade genética do que cada população analisada separadamente. Assim, a conservação de ambas as populações torna-se importante para manter a diversidade genética total da espécie, uma vez que a proteção de apenas uma população pode não representar toda a variabilidade existente.

Conclusão

Os marcadores moleculares ISSR mostraram-se eficientes para a caracterização da diversidade genética de *Vanilla phaeantha*, permitindo detectar elevada variabilidade genética nas populações avaliadas. Os iniciadores utilizados apresentaram capacidade informativa satisfatória, demonstrando o potencial dessa técnica para estudos de genética da conservação da espécie. As duas populações analisadas contribuíram para a diversidade genética da *Vanilla phaeantha*, evidenciando a importância da conservação de ambas para a manutenção da variabilidade genética da espécie. Esses resultados fornecem informações relevantes para desenvolver estratégias de conservação e manejo, especialmente diante da crescente redução e fragmentação da Mata Atlântica. Por se tratar de uma espécie nativa com potencial econômico e ainda pouco estudada na área de genética de populações, este trabalho amplia o conhecimento disponível sobre *Vanilla phaeantha* e estabelece uma base para

futuras pesquisas envolvendo outras populações naturais e diferentes abordagens moleculares, contribuindo para o planejamento de ações voltadas à conservação de seus recursos genéticos.

Referências

BARROS, F. de; VINHOS, F.; RODRIGUES, V. T.; BARBERENA, F. F. V. A.; FRAGA, C. N.; PESSOA, E. M.; FORSTER, W.; MENINI NETO, L.; FURTADO, S. G.; NARDY, C.; AZEVEDO, C. O.; GUIMARÃES, L. R. S. *Orchidaceae*. In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB179. Acesso em: 29 maio 2026.

BRANDÃO, M. M. et al. Unraveling the genetic diversity of *Ceiba pubiflora* (Malvaceae) in isolated limestone outcrops: conservation strategies. *PLOS ONE*, v. 19, n. 4, e0299361, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0299361.

BRUMANO, C. N. *A trajetória social da baunilha do Cerrado na cidade de Goiás/GO*. 2019. 186 f. Dissertação (Mestrado em Turismo) – Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

BRZOSKO, E.; WRÓBLEWSKA, A.; TAŁAŁAJ, I.; WASILEWSKA, E. Genetic diversity of *Cypripedium calceolus* in Poland. *Plant Systematics and Evolution*, v. 295, n. 1-4, p. 83-96, 2011. DOI: 10.1007/s00606-011-0464-9.

CARDOSO, C. R. et al. Genetic diversity in *Parkia platycephala* Benth.: a pathway for conservation and optimization of germplasm bank. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 72, p. 2685-2696, 2025. DOI: 10.1007/s10722-024-02119-8.

CATALOGUE OF LIFE. *Catalogue of Life*. Disponível em:https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/DPL. Acesso em: 28 maio 2026.

COSTA, M. V. C. G.; GABRIEL, J.; LOURENZATTO, M.; NUNES, V. S.; MONTEIRO, M. Z. Cultivo experimental da baunilha (*Vanilla planifolia*) em ambiente protegido. *Revista InterAgro*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 33, 2024.

EXCOFFIER, L.; SMOUSE, P. E.; QUATTRO, J. M. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, v. 131, n. 2, p. 479-491, 1992.

FAJARDO, C. G. et al. Negligence in the Atlantic Forest, northern Brazil: a case study of an endangered orchid. *Biodiversity and Conservation*, v. 26, p. 1047-1063, 2017. DOI: 10.1007/s10531-016-1285-5.

GIUSTINA, L. D.; ROSSI, A. A. B.; VIEIRA, F. S.; TARDIN, F. D.; NEVES, L. G.; PEREIRA, T. N. S. Variabilidade genética em genótipos de teca (*Tectona grandis* Linn. f.) baseada em marcadores moleculares ISSR e caracteres morfológicos. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1311-1324, 2017.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). *The IUCN Red List of Threatened Species: Vanilla phaeantha*. Disponível em:https://www.iucnredlist.org/search?query=Vanilla%20phaeantha&searchType=species. Acesso em: 29 maio 2026.

KARREMANS, A. P. et al. A reappraisal of neotropical *Vanilla*: with a note on taxonomic inflation and the importance of alpha taxonomy in biological studies. *Lankesteriana*, v. 20, n. 3, 2020. DOI: 10.15517/lank.v20i3.45203.

LOPES, E. M. *Vanilla bahiana*, *fonte alternativa da Mata Atlântica para a produção de baunilha: uma abordagem proteômica através de nanoLC-MS de alta definição*. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

MENEGUZZO, T. E. C.; SILVA, N. U. *Vanilla*. In: *Flora e Funga do Brasil*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2026. Disponível em:https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB630753. Acesso em: 29 maio 2026.

MEZZALIRA, F. K.; KUHN, B. C. O prestígio da família Orchidaceae para o mundo. *Revista Pleiade*, v. 13, n. 29, p. 58-68, 2020. DOI: 10.32915/pleiade.v13i29.642.

RAMALHO, A. B.; ROSSI, A. A. B.; DARDENGO, J. F. E.; ZORTÉA, K. E. M.; TIAGO, A. V.; MARTINS, K. C. Diversidade genética entre genótipos de *Bertholletia excelsa* por meio de marcadores moleculares ISSR. *Floresta*, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 207-214, 2016. DOI: 10.5380/rf.v46i2.41970.

SERROTE, C. M. L. et al. Determining the polymorphism information content of a molecular marker. *Gene*, v. 726, p. 144175, 2020. DOI: 10.1016/j.gene.2019.144175.

YEH, F. C.; YANG, R. C.; BOYLE, T. B. J.; YE, Z. H.; MAO, J. X. *POPGENE: the user-friendly shareware for population genetic analysis*. Edmonton: Molecular Biology and Biotechnology Centre, University of Alberta, 1997.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 11, n. 10, p. 413-418, 1996. DOI: 10.1016/0169-5347(96)10045-8.

Anexos

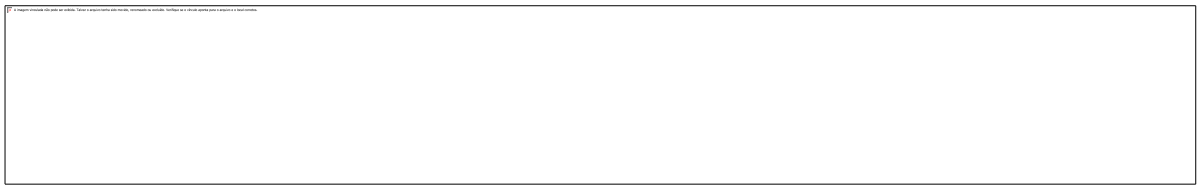


Tabela 1. Caracterização das populações de Vanilla phaeantha



Tabela 2. Médias de diversidade genética para as populações de Vanilla phaeantha

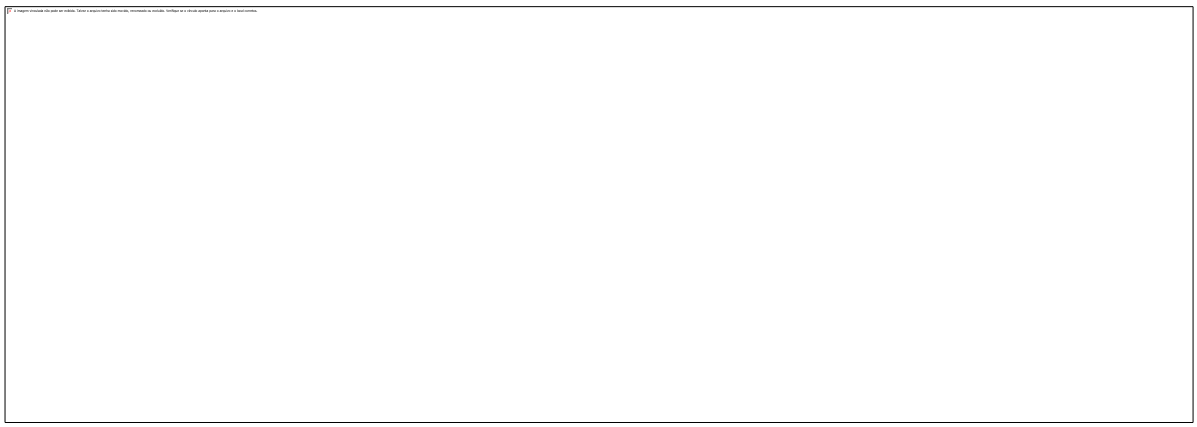


Tabela 3. Sequência de nucleotídeos dos iniciadores ISSR utilizados, número de locos (NL) e Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC).

CÓDIGO: SB0137

AUTOR: LUIZ FERNANDO DIAS DE MELO

COAUTOR: GEAN CARLOS DA SILVA SANTOS

COAUTOR: ANTONINO ALVES FEITOSA NETO

ORIENTADOR: MARCIO DIAS PEREIRA

TÍTULO: Índices de desempenho de plântulas obtidos por mensuração manual discriminam o vigor de lotes de sementes de Mimosa caesalpiniifolia

Resumo

A avaliação do vigor de sementes por meio de índices de desempenho de plântulas tem sido tradicionalmente associada ao uso de sistemas automatizados de análise de imagens, limitando sua aplicação em laboratórios sem acesso a essas tecnologias. Neste estudo, avaliou-se a eficiência de índices obtidos a partir de mensurações manuais de plântulas na discriminação da qualidade fisiológica entre lotes de sementes de Mimosa caesalpiniifolia Benth. Sete lotes provenientes de diferentes matrizes localizadas na Fazenda Escola Jundiaí, UFRN, em Macaíba-RN, foram submetidos aos testes de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, emergência, índice de velocidade de emergência e massa seca de plântulas. Aos 5, 7 e 10 dias após a semeadura foram determinados os comprimentos da raiz primária, da parte aérea e total das plântulas, utilizados para o cálculo dos índices de crescimento, uniformidade, vigor e vigor corrigido. Os testes de vigor evidenciaram diferenças significativas entre os lotes, enquanto a germinação apresentou menor capacidade discriminatória. Os índices obtidos a partir das mensurações manuais apresentaram elevada associação com os testes convencionais de vigor, especialmente aos 10 dias após a semeadura. As análises de correlação e de componentes principais confirmaram a capacidade dos índices em discriminar os níveis de vigor entre os lotes, destacando os índices de crescimento, vigor e vigor corrigido como as variáveis m

Palavras-chave: análise de sementes; fenotipagem de plântulas; qualidade fisiológica;

TITLE: Seedling performance indices obtained by manual measurement discriminate the vigor of *Mimosa caesalpiniifolia* seed lots.

Abstract

associated with automated image analysis systems, limiting its application in laboratories lacking access to such technologies. This study evaluated the efficiency of indices Seed vigor assessment using seedling performance indices has traditionally been derived from manual seedling measurements in discriminating physiological quality among seed lots of Mimosa caesalpiniifolia Benth. Seven seed lots collected from different mother trees located at the Jundiaí Experimental Farm, Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), in Macaíba, Brazil, were subjected to germination, first count, germination speed index, accelerated aging, seedling emergence, emergence speed index, and seedling dry mass tests. At 5, 7, and 10 days after sowing, primary root length, shoot length, and total seedling length were measured and used to calculate growth, uniformity, vigor, and corrected vigor indices. Vigor tests revealed significant differences among lots, whereas germination showed lower discriminatory capacity. Indices derived from manual measurements exhibited strong associations with conventional vigor tests, particularly at 10 days after sowing. Correlation and principal component analyses confirmed the ability of these indices to discriminate vigor levels among lots, highlighting the growth index, vigor index, and corrected vigor index as the most sensitive variables. The results demonstrate that indices derived from manual seedling measurements constitute an accessible and efficien

Keywords: forest seeds; physiological quality; seed vigor; seedling phenotyping;

Introdução

A avaliação do vigor de sementes é fundamental para complementar as informações obtidas no teste de germinação e aumentar a capacidade de predição do desempenho das plântulas em viveiros e condições de campo (MARCOS-FILHO, 2015). Enquanto a germinação estima o potencial máximo de produção de plântulas normais sob condições favoráveis, o vigor representa o conjunto de atributos responsáveis pela rapidez, uniformidade da emergência e tolerância das sementes a condições ambientais menos favoráveis (AOSA, 2009; ISTA, 2024). Em espécies florestais, a correta estimativa do vigor é particularmente importante devido ao elevado custo de produção de mudas e à necessidade de obtenção de povoamentos uniformes e bem estabelecidos.

Entre as metodologias mais promissoras para avaliação do vigor destacam-se aquelas baseadas no crescimento inicial das plântulas, uma vez que o desenvolvimento inicial integra diversos processos fisiológicos relacionados à mobilização de reservas, reorganização de membranas e atividade metabólica das sementes (HOFFMASTER et al., 2003; MARCOS-FILHO, 2015). Nesse contexto, os índices de crescimento (GI), uniformidade (UI) e vigor (VI), propostos por Sako et al. (2001), bem como o índice de vigor corrigido (CVI), desenvolvido por Medeiros e Pereira (2018), têm demonstrado elevada sensibilidade para detectar diferenças na qualidade fisiológica entre lotes de sementes.

Esses índices foram originalmente desenvolvidos para utilização em sistemas automatizados de análise de imagens, como o SVIS®, SAPL® e Vigor-S, que permitem avaliações rápidas, objetivas e altamente reprodutíveis do desempenho das plântulas (SAKO et al., 2001; MEDEIROS; PEREIRA, 2018; CASTAN et al., 2018). Entretanto, a necessidade de equipamentos específicos, softwares especializados e infraestrutura computacional ainda limita a utilização dessas ferramentas em muitos laboratórios de

análise de sementes, especialmente em programas regionais de produção de sementes florestais e em instituições com menor disponibilidade de recursos tecnológicos (MEDEIROS et al., 2020).

Por outro lado, a mensuração manual do comprimento das plântulas utilizando régua milimetrada constitui um procedimento simples, de baixo custo e amplamente empregado em testes tradicionais de vigor (KRZYZANOWSKI et al., 2020). Apesar disso, ainda são escassos os estudos que validam a utilização dessas mensurações para o cálculo dos índices originalmente desenvolvidos para sistemas automatizados, particularmente em espécies florestais nativas brasileiras, configurando uma importante lacuna do conhecimento na área de tecnologia de sementes.

Entre essas espécies destaca-se Mimosa caesalpiniifolia Benth., conhecida popularmente como sabiá, amplamente utilizada em programas de recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais e produção de madeira, devido ao rápido crescimento, rusticidade e elevada adaptação às condições do semiárido brasileiro (CARVALHO, 2007; MAIA, 2012; LORENZI, 2020). Apesar de sua importância econômica e ecológica, ainda são limitadas as informações sobre a aplicação de índices de desempenho de plântulas na discriminação da qualidade fisiológica entre lotes dessa espécie.

Partiu-se da hipótese de que índices de desempenho de plântulas obtidos a partir de mensurações manuais apresentariam forte associação com os testes convencionais de vigor e seriam capazes de discriminar eficientemente diferenças de qualidade fisiológica entre lotes de sementes de Mimosa caesalpiniifolia. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de índices de desempenho de plântulas obtidos por mensurações manuais do comprimento de plântulas na discriminação de níveis de vigor entre diferentes lotes da espécie, bem como verificar seu potencial de utilização como ferramenta acessível para programas de controle de qualidade de sementes florestais.

Metodologia

Origem e caracterização dos lotes de sementes

Foram utilizados sete lotes de sementes de Mimosa caesalpiniifolia Benth. provenientes de matrizes distintas localizadas na Fazenda Escola Jundiaí da Escola Agrícola de Jundiaí da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (EAJ/UFRN), no município de Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil (5°53’44’’ S; 35°21’52’’ W). As coletas foram realizadas durante o período de maturação fisiológica dos frutos, entre os meses de setembro e novembro de 2025.

Cada lote foi constituído por sementes coletadas individualmente de uma única árvore matriz, previamente selecionada com base em critérios fitossanitários, vigor vegetativo e produção de sementes, totalizando sete lotes independentes (Lote 1 a Lote 7). Após a coleta, os frutos foram acondicionados em sacos de papel e transportados ao Laboratório Inteligente de Sementes e Bioinovação (GETSem/EAJ-UFRN), onde permaneceram em ambiente ventilado até a abertura natural das vagens e extração das sementes.

Após o beneficiamento manual, as sementes foram submetidas à limpeza e padronização, sendo eliminadas aquelas com danos mecânicos, deformações, sintomas de ataque de insetos ou fungos e diferenças acentuadas de tamanho e coloração. Os lotes foram armazenados separadamente em embalagens de papel Kraft sob condições refrigeradas (5 ± 2 °C e aproximadamente 60% de umidade relativa do ar) até o início das avaliações.

O teor de água inicial das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas, utilizando-se duas repetições de aproximadamente 4,5 g de sementes inteiras, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Teste de germinação e índice de velocidade de germinação

O teste de germinação foi conduzido utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por lote, distribuídas em rolos de papel Germitest® previamente umedecidos com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do substrato.

As sementes foram mantidas em germinador tipo BOD regulado a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, conforme recomendações para espécies florestais da família Fabaceae (BRASIL, 2013). As avaliações foram realizadas diariamente até o décimo dia após a semeadura, sendo consideradas germinadas as sementes que originaram plântulas normais.

Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação (G)

Testes de vigor

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado de acordo com a metodologia proposta por Maguire (1962), a partir da contagem diária do teste de germinação:

$$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \ldots + (G_n/N_n)$$

onde: G_1, G_2, …, G_n = número de sementes germinadas em cada contagem; N_1, N_2, …, N_n = número de dias decorridos da semeadura até cada contagem.

A emergência de plântulas foi conduzida em bandejas de poliestireno contendo areia lavada e esterilizada como substrato, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por lote.

As bandejas foram mantidas em casa de vegetação sob irrigação diária, suficiente para manutenção da umidade próxima à capacidade de campo do substrato. As avaliações foram realizadas diariamente durante dez dias, sendo consideradas emergidas as plântulas que apresentavam os cotilédones completamente expandidos acima da superfície do substrato.

A porcentagem de emergência (E) foi expressa em percentual e o índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado conforme Maguire (1962):

$IVE = (E_1/N_1) + (E_2/N_2) + \ldots + (E_n/N_n)$

onde: E_1, E_2, …, E_n = número de plântulas emergidas em cada contagem; N_1, N_2, …, N_n = número de dias decorridos da semeadura até cada avaliação.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido utilizando-se 200 sementes por lote distribuídas sobre telas metálicas em caixas do tipo Gerbox®, contendo 40 mL de água destilada no fundo das caixas, permanecendo em câmara BOD a 41 °C e aproximadamente 100% de umidade relativa por 24 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

A massa seca das plântulas foi determinada após a remoção dos cotilédones, sendo as amostras acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante, com resultados expressos em mg plântula^{-1}.

Avaliação do crescimento de plântulas e obtenção dos índices de desempenho

Para a avaliação do crescimento inicial, foi instalado um novo teste de germinação utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada lote, conforme metodologia descrita por Krzyzanowski et al. (2020).

As avaliações foram realizadas aos 5, 7 e 10 dias após a semeadura, utilizando-se apenas plântulas normais. Em cada época de avaliação foram mensurados, com auxílio de régua milimetrada, o comprimento da raiz primária (RP), o comprimento da parte aérea (PA) e o comprimento total da plântula (PT), sendo os resultados expressos em centímetros por plântula.

Todas as mensurações foram realizadas pelo mesmo avaliador, buscando minimizar possíveis variações associadas ao operador e aumentar a repetibilidade das medidas.

Com base nos dados de crescimento foram calculados o índice de crescimento (IC), o índice de uniformidade (IU), o índice de vigor (IV) e o índice de vigor corrigido (IVC), conforme as metodologias propostas por Sako et al. (2001) e Medeiros e Pereira (2018).

Os cálculos foram realizados em planilha eletrônica desenvolvida no Microsoft Excel® (Microsoft Corporation, versão 365), utilizando as seguintes expressões:

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, constituído por sete tratamentos correspondentes aos sete lotes de sementes avaliados, com quatro repetições de 50 sementes por lote para cada variável analisada.

Cada repetição foi considerada uma unidade experimental independente.

Índice de

Crescimento (IC)

IC = mín. (wh × lh + wr × lr, 1000)

Índice de Uniformidade (IU)

IU = máx. [1000 − (wsh × sh + wsr × sr + wtotal × stotal + wsr/h × sr/h) − wm × n

Resultados e Discussões

. Resultados e Discussão

A análise de variância revelou diferenças significativas entre os sete lotes de sementes de Mimosa caesalpiniifolia para emergência (E), envelhecimento acelerado (EA) e índice de velocidade de emergência (IVE), evidenciando a existência de níveis contrastantes de qualidade fisiológica entre os materiais provenientes de diferentes matrizes da Fazenda Escola Jundiaí da UFRN, em Macaíba-RN (Figura 1). Por outro lado, germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântulas (MS) não apresentaram diferenças significativas pelo teste F ($p \geq 0,05$), indicando menor sensibilidade dessas variáveis para discriminar o vigor dos lotes avaliados.

Embora os valores de germinação tenham variado entre aproximadamente 82 e 91%, todos os lotes apresentaram desempenho superior ao mínimo exigido para sementes florestais destinadas à produção de mudas, refletindo elevada viabilidade fisiológica do conjunto avaliado. Resultado semelhante foi observado para a primeira contagem de germinação e para a massa seca das plântulas, cujos coeficientes de variação relativamente baixos indicam boa precisão experimental e reduzida variabilidade entre os lotes para essas características (Figura 1). A ausência de diferenças significativas nessas variáveis reforça o entendimento de que o teste de germinação, quando utilizado isoladamente, possui capacidade limitada para identificar diferenças sutis de desempenho fisiológico entre lotes com elevada qualidade inicial (MARCOS-FILHO, 2015; KRZYZANOWSKI et al., 2020).

Em contraste, os testes tradicionalmente associados ao vigor apresentaram elevada sensibilidade para a estratificação fisiológica dos lotes. A emergência variou de aproximadamente 89% no lote 3 para valores próximos de 64% no lote 7, representando redução superior a 28% no potencial de estabelecimento das plântulas. O envelhecimento acelerado apresentou comportamento semelhante, com valores variando de 77% no lote 5 para aproximadamente 42% no lote 7, evidenciando diferenças marcantes na tolerância das sementes ao estresse e ao processo de deterioração. O índice de velocidade de emergência também apresentou redução expressiva entre os lotes de maior e menor vigor, indicando que as diferenças fisiológicas se manifestaram principalmente na velocidade e uniformidade do estabelecimento das plântulas.

Esses resultados corroboram a premissa de que o vigor representa um atributo fisiológico distinto da germinação, estando mais diretamente relacionado à rapidez de emergência, à capacidade de suportar condições adversas e ao desempenho em campo (AOSA, 2009; MARCOS-FILHO, 2015). Em espécies florestais, nas quais o sucesso da produção de mudas depende fortemente da uniformidade do estabelecimento e da

capacidade competitiva inicial das plântulas, testes de vigor frequentemente apresentam maior relevância prática que o próprio percentual de germinação (KRZYZANOWSKI et al., 2020).

A caracterização fisiológica dos lotes permitiu identificar um gradiente consistente de qualidade entre os materiais avaliados (Figura 2). Os lotes 2, 3 e 5 apresentaram os maiores valores para emergência, envelhecimento acelerado e velocidade de emergência, caracterizando-se como lotes de alto vigor, enquanto o lote 7 apresentou desempenho inferior em praticamente todas as variáveis avaliadas, sendo classificado como lote de baixo vigor. Os lotes 1, 4 e 6 apresentaram comportamento intermediário, embora o lote 6 tenha apresentado redução mais acentuada em emergência e envelhecimento acelerado, aproximando-se do comportamento fisiológico observado no lote 7.

A ausência de diferenças estatísticas para germinação e primeira contagem, associada às diferenças expressivas observadas para emergência, envelhecimento acelerado e velocidade de emergência, demonstra a importância da utilização conjunta de testes de vigor na caracterização fisiológica de lotes florestais. Essa abordagem permite detectar diferenças que permaneceriam ocultas caso apenas o teste de germinação fosse utilizado, aumentando a precisão na classificação dos lotes e fornecendo estimativas mais realistas do potencial de desempenho em viveiro e em campo (MARCOS-FILHO, 2015; AOSA, 2009).

De maneira geral, os resultados das Figuras 1 e 2 evidenciam que os lotes provenientes de diferentes matrizes apresentaram diferenças reais e consistentes de qualidade fisiológica, justificando sua utilização como modelo experimental para a validação dos índices de desempenho de plântulas obtidos por mensurações manuais. A existência desse gradiente fisiológico entre os lotes constitui requisito fundamental para avaliar a capacidade discriminatória dos índices de crescimento, uniformidade e vigor, discutidos nas seções subsequentes do trabalho.

A análise de variância das variáveis relacionadas ao crescimento das plântulas revelou efeito significativo dos lotes para praticamente todas as características avaliadas aos diferentes períodos de mensuração, evidenciando elevada sensibilidade dessas variáveis para discriminar níveis de vigor em sementes de Mimosa caesalpiniifolia (Figura 3). Os comprimentos da raiz primária (RP), da parte aérea (PA) e o comprimento total das plântulas (PT), bem como os índices de crescimento (IC), uniformidade (IU), vigor (IV) e vigor corrigido (IVC), apresentaram diferenças significativas entre os lotes em pelo menos uma das épocas de avaliação, demonstrando que a deterioração fisiológica afeta diretamente o crescimento inicial das plântulas e a expressão do vigor.

Nos primeiros dias após a semeadura, as diferenças entre os lotes ainda eram relativamente discretas, especialmente para as variáveis relacionadas à parte aérea e aos índices compostos. Entretanto, à medida que o desenvolvimento das plântulas avançou, tornou-se evidente uma ampliação do contraste fisiológico entre os lotes, refletindo a maior capacidade das sementes mais vigorosas em mobilizar reservas e sustentar taxas superiores de crescimento inicial. Esse comportamento é amplamente descrito na literatura e constitui um dos fundamentos fisiológicos para utilização do crescimento de plântulas como indicador de vigor (MARCOS-FILHO, 2015; HOFFMASTER et al., 2003).

A raiz primária apresentou elevada sensibilidade para discriminar a qualidade fisiológica dos lotes, especialmente aos sete e dez dias após a semeadura (Figura 4). Os lotes classificados previamente como de maior vigor apresentaram maiores valores de RP ao longo de todo o período experimental, enquanto os lotes de menor desempenho fisiológico apresentaram crescimento radicular significativamente reduzido. A elevada sensibilidade do sistema radicular é frequentemente atribuída ao fato de que a expansão celular da radícula constitui um dos primeiros processos metabólicos afetados pela deterioração das sementes, refletindo alterações na integridade das membranas, na atividade respiratória e na eficiência da mobilização de reservas (AOSA, 2009; MARCOS-FILHO, 2015).

Comportamento semelhante foi observado para o comprimento da parte aérea (PA), embora com menor magnitude das diferenças entre os lotes nos períodos iniciais de avaliação. Aos dez dias após a semeadura, entretanto, a variável apresentou maior capacidade discriminatória, evidenciando que os efeitos do vigor sobre o crescimento da parte aérea tendem a se manifestar de forma mais pronunciada em estágios mais avançados do desenvolvimento inicial das plântulas. Resultados semelhantes foram observados por Castan et al. (2018) e Medeiros et al. (2019), que identificaram aumento progressivo da sensibilidade das variáveis morfológicas ao longo do período de crescimento das plântulas.

O comprimento total das plântulas (PT) destacou-se como uma das variáveis mais eficientes na diferenciação dos lotes, integrando simultaneamente as respostas do sistema radicular e da parte aérea. A superioridade dos lotes de maior vigor tornou-se progressivamente mais evidente ao longo das avaliações, especialmente aos dez dias após a semeadura, quando a amplitude entre os lotes extremos atingiu seus maiores valores. O PT tem sido apontado como um dos melhores indicadores do desempenho fisiológico de sementes devido à sua capacidade de integrar múltiplos processos envolvidos no estabelecimento inicial das plântulas (SAKO et al., 2001; HOFFMASTER et al., 2003).

Os índices derivados das mensurações manuais apresentaram comportamento semelhante ao observado para as variáveis morfológicas individuais, confirmando a elevada eficiência da fenotipagem manual para avaliação do vigor em sementes florestais. O índice de crescimento (IC) destacou-se como o parâmetro mais sensível para discriminar os lotes, apresentando diferenças significativas já nas avaliações iniciais e ampliando sua capacidade de separação aos sete e dez dias após a semeadura. Esse resultado era esperado, uma vez que o IC é fortemente dependente do crescimento acumulado das plântulas e incorpora simultaneamente informações do desenvolvimento radicular e da parte aérea (SAKO et al., 2001).

O índice de uniformidade (IU), por sua vez, apresentou menor amplitude de variação entre os lotes, particularmente nas primeiras avaliações. Apesar disso, foi capaz de identificar diferenças fisiológicas em períodos mais avançados do crescimento, indicando que a sincronização do desenvolvimento das plântulas também é influenciada pela qualidade fisiológica das sementes. De maneira geral, a uniformidade tende a ser menos afetada pela deterioração que o crescimento absoluto das plântulas, o que explica sua menor capacidade discriminatória quando comparada ao IC e ao IV (SAKO et al., 2001).

O índice de vigor (IV), que combina crescimento e uniformidade em um único parâmetro, apresentou elevada eficiência na classificação dos lotes ao longo do período experimental. Os maiores valores foram observados nos lotes previamente classificados como de maior vigor pelos testes tradicionais, enquanto os menores valores ocorreram nos lotes de menor desempenho fisiológico. Esses resultados evidenciam forte associação entre os índices derivados das mensurações manuais e os testes convencionais de vigor, corroborando observações previamente relatadas para sistemas automatizados de análise de imagens (HOFFMASTER et al., 2003; CASTAN et al., 2018).

De forma semelhante, o índice de vigor corrigido (IVC) apresentou comportamento consistente com a classificação fisiológica previamente estabelecida pelos testes de emergência e envelhecimento acelerado. A incorporação do percentual de germinação ao cálculo do índice resultou em maior estabilidade dos valores, embora com ligeira redução da sensibilidade em algumas avaliações intermediárias, comportamento semelhante ao descrito por Medeiros e Pereira (2018) durante o desenvolvimento do sistema SAPL®. Ainda assim, o IVC apresentou elevada capacidade de discriminar os lotes extremos e mostrou potencial para utilização em programas de controle de qualidade de sementes florestais.

De maneira geral, os resultados das Figuras 3 e 4 demonstram que os comprimentos de plântulas obtidos por mensurações manuais e os índices derivados dessas variáveis foram capazes de discriminar de forma eficiente os diferentes níveis de vigor entre os lotes de Mimosa caesalpiniifolia. A ampliação progressiva das diferenças ao longo do período de avaliação indica que mensurações realizadas em períodos mais avançados do crescimento inicial, especialmente aos dez dias após a semeadura, tendem a apresentar maior poder discriminatório. Esses resultados reforçam a viabilidade da utilização de metodologias simples, acessíveis e de baixo custo como alternativa aos sistemas automatizados de análise de imagens, ampliando as possibilidades de aplicação dos índices de desempenho em laboratórios de sementes que não dispõem de infraestrutura especializada para fenotipagem digital.

A análise de correlação de Pearson (Figura 5) evidenciou associações consistentes entre os testes tradicionais de caracterização fisiológica e as variáveis de crescimento e índices de desempenho das plântulas avaliadas aos 5, 7 e 10 dias após a semeadura. De modo geral, observou-se aumento na magnitude das correlações ao longo do desenvolvimento das plântulas, indicando que a expressão do vigor torna-se mais evidente durante o estabelecimento inicial, conforme descrito por Marcos-Filho (2015).

Entre os testes fisiológicos, o índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou as maiores correlações positivas com as variáveis de crescimento e com os índices obtidos a partir das mensurações manuais, especialmente aos 10 dias após a semeadura. Destacaram-se as associações com o comprimento total de plântulas (PT) ($r = 0,81$), índice de crescimento (IC) ($r = 0,95$), índice de vigor (IV) ($r = 0,94$) e índice de vigor corrigido (IVC) ($r = 0,92$), evidenciando a forte relação entre rapidez de germinação e desempenho subsequente das plântulas (MAGUIRE, 1962).

A emergência (E) e o índice de velocidade de emergência (IVE) também apresentaram elevadas correlações positivas com os comprimentos de plântulas e índices de desempenho, enquanto o envelhecimento acelerado (EA) apresentou correlações

negativas com praticamente todas as variáveis avaliadas, confirmando sua elevada eficiência na estratificação do vigor entre lotes de sementes (KRZYZANOWSKI et al., 2020; MARCOS-FILHO, 2015).

Entre as variáveis morfológicas, o comprimento total das plântulas (PT) apresentou as associações mais elevadas com os índices derivados do crescimento, especialmente com IV (r = 0,95), IVC (r = 0,96) e IC (r = 0,94), demonstrando que a integração do crescimento da raiz primária e da parte aérea representa um indicador robusto do potencial fisiológico das sementes.

Os índices derivados das mensurações manuais destacaram-se entre as variáveis mais associadas aos testes convencionais de vigor. O IC apresentou correlações elevadas com germinação (r = 0,90), primeira contagem (r = 0,92) e IVG (r = 0,95), confirmando sua elevada sensibilidade para discriminar diferenças de qualidade fisiológica entre lotes. Resultados semelhantes foram observados para IV e IVC, enquanto o índice de uniformidade (IU) apresentou correlações moderadas, sugerindo menor capacidade discriminatória quando utilizado isoladamente.

De forma geral, os resultados demonstram que os índices obtidos a partir de mensurações manuais reproduzem adequadamente as relações fisiológicas tradicionalmente observadas em sistemas automatizados de análise de imagens, evidenciando o potencial da fenotipagem manual como ferramenta acessível e eficiente para programas de controle de qualidade de sementes florestais (SAKO et al., 2001; HOFFMASTER et al., 2003; MEDEIROS; PEREIRA, 2018).

A análise de componentes principais (PCA) permitiu integrar as informações provenientes dos testes tradicionais de caracterização fisiológica, das variáveis de crescimento e dos índices de desempenho obtidos a partir das mensurações manuais das plântulas, proporcionando uma visão global das relações existentes entre os lotes e as variáveis avaliadas (Figura 6). Os dois primeiros componentes principais explicaram conjuntamente 88,8% da variabilidade total dos dados, sendo 70,2% atribuídos ao primeiro componente (PC1) e 18,6% ao segundo componente (PC2), indicando elevada capacidade de representação da estrutura multivariada do experimento e reduzindo substancialmente a perda de informação associada à dimensionalidade dos dados.

O primeiro componente principal foi fortemente associado às variáveis tradicionalmente utilizadas na avaliação do vigor, incluindo germinação, primeira contagem, IVG, emergência e IVE, além dos comprimentos e índices de desempenho das plântulas, evidenciando que essas variáveis compartilham uma mesma estrutura biológica subjacente relacionada ao potencial fisiológico das sementes. Resultados semelhantes têm sido relatados em diferentes espécies agrícolas e florestais, nos quais o primeiro eixo da PCA geralmente representa um gradiente de vigor, separando lotes de alta e baixa qualidade fisiológica (Marcos-Filho, 2015; Finch-Savage & Bassel, 2016).

Os lotes L1 e L2 foram posicionados próximos às variáveis associadas ao crescimento das plântulas e aos índices de desempenho, caracterizando-se como materiais de elevado vigor fisiológico. Por outro lado, L6 e L7 apresentaram associação com o envelhecimento acelerado e distanciamento das demais variáveis, comportamento típico de lotes com maior deterioração fisiológica e menor capacidade de estabelecimento inicial. Segundo Powell (1995) e Marcos-Filho (2015), sementes menos vigorosas

apresentam menor eficiência nos processos de reorganização de membranas, mobilização de reservas e retomada metabólica durante a embebição, refletindo diretamente sobre a velocidade de crescimento das plântulas e sua uniformidade.

A proximidade espacial observada entre os testes tradicionais de vigor e os índices derivados das mensurações manuais reforça a elevada capacidade desses índices em representar o desempenho fisiológico das sementes. Em especial, os índices IC, IV e IVC determinados aos 10 dias apresentaram forte associação com germinação, primeira contagem, IVG e emergência, corroborando estudos realizados com sistemas automatizados de análise de imagens, nos quais índices derivados do crescimento das plântulas apresentaram elevada sensibilidade para discriminar diferenças de vigor entre lotes (Sako et al., 2001; Hoffmaster et al., 2003; Medeiros e Pereira, 2024). Esses resultados indicam que a integração entre crescimento e uniformidade das plântulas fornece uma medida mais abrangente do vigor do que avaliações isoladas de comprimento ou germinação.

Outro aspecto relevante observado na PCA foi o aumento progressivo da contribuição das variáveis obtidas aos 10 dias em relação às avaliações realizadas aos cinco dias após a semeadura. Esse comportamento sugere que o avanço do desenvolvimento das plântulas amplia a expressão fenotípica das diferenças fisiológicas entre os lotes, aumentando o poder discriminatório dos índices de desempenho. Resultados semelhantes foram relatados por Gomes-Junior et al. (2014) e Medeiros et al. (2020), que observaram maior eficiência dos sistemas de fenotipagem de plântulas em estágios mais avançados do crescimento inicial.

A orientação oposta do vetor correspondente ao envelhecimento acelerado em relação às demais variáveis confirma sua relação inversa com o vigor fisiológico, uma vez que sementes mais tolerantes ao estresse imposto pelo teste apresentam maior integridade de membranas, maior eficiência metabólica e melhor desempenho durante o estabelecimento inicial das plântulas (Delouche & Baskin, 1973; Marcos-Filho, 2015). Essa relação inversa também foi evidenciada na análise de correlação de Pearson, reforçando a consistência entre as diferentes abordagens estatísticas empregadas no estudo.

De maneira geral, a análise multivariada corroborou os resultados obtidos pelas análises univariadas e pela matriz de correlação, demonstrando que os índices obtidos a partir de mensurações manuais apresentam elevada eficiência na discriminação dos níveis de vigor entre lotes de sementes de Mimosa caesalpiniifolia. Esses resultados ampliam as evidências sobre o potencial de utilização desses índices como ferramentas acessíveis e de baixo custo para laboratórios que não dispõem de sistemas automatizados de análise de imagens, contribuindo para a democratização das tecnologias de fenotipagem aplicadas à avaliação do vigor de sementes florestais.

Conclusão

Os índices obtidos a partir das mensurações manuais de plântulas foram eficientes na discriminação dos níveis de vigor entre lotes de sementes de Mimosa caesalpiniifolia.

Os índices de crescimento (IC), vigor (IV) e vigor corrigido (IVC), especialmente aos 10 dias após a semeadura, apresentaram maior sensibilidade para detectar diferenças no potencial fisiológico dos lotes e elevada associação com os testes convencionais de vigor. No entanto, os índices derivados do crescimento de plântulas constituem ferramentas promissoras para a avaliação do vigor e a classificação da qualidade fisiológica de sementes da espécie, já a partir dos 5 dias após a semeadura.

Referências

ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E.; GALLÃO, M. I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de espécies florestais da Caatinga. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 478–483, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). Seed vigor testing handbook. Contribution n. 32 to the Handbook on Seed Testing. Lincoln: AOSA, 2009. 341 p.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. Seeds: physiology of development, germination and dormancy. 3. ed. New York: Springer, 2013. 392 p. DOI: 10.1007/978-1-4614-4693-4.

CARVALHO, P. E. R. Sabiá (Mimosa caesalpiniifolia). Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 10 p. (Circular Técnica, 135).

CASTAN, D. O. C.; GOMES-JUNIOR, F. G.; MARCOS-FILHO, J. Computerized seedling analysis for vigor evaluation of common bean seeds. Journal of Seed Science, Londrina, v. 40, n. 2, p. 167–176, 2018. DOI: 10.1590/2317-1545v40n2180414.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, Zürich, v. 1, n. 2, p. 427–452, 1973.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. Journal of Experimental Botany, Oxford, v. 67, n. 3, p. 567–591, 2016. DOI: 10.1093/jxb/erv490.

FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, London, v. 171, n. 3, p. 501–523, 2006. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x.

GOMES-JUNIOR, F. G.; CHAMMA, H. M. C. P.; CICERO, S. M. Automated image analysis of seedlings for vigor evaluation of common bean seeds. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 36, n. 2, p. 195–200, 2014. DOI: 10.4025/actasciagron.v36i2.18666.

HOFFMASTER, A. L.; FUJIMURA, K.; MCDONALD, M. B.; BENNETT, M. A. An automated system for vigor testing three-day-old soybean seedlings. Seed Science and Technology, Zürich, v. 31, n. 3, p. 701–713, 2003. DOI: 10.15258/sst.2003.31.3.15.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International rules for seed testing 2024. Bassersdorf: ISTA, 2024.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 2020. 601 p.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 8. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2020. v. 1.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, Madison, v. 2, n. 2, p. 176–177, 1962. DOI: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x.

MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. 2. ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413 p.

MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 72, n. 4, p. 363–374, 2015. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0007.

MARCOS-FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. C. Methods for soybean seed vigor testing in relation to seed storage and field emergence. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Viçosa, v. 9, n. 2, p. 137–146, 2009. DOI: 10.12702/1984-7033.v09n02a05.

MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D. SAPL®: a free software for determining the physiological potential in soybean seeds. PLoS ONE, San Francisco, v. 13, n. 12, e0201929, 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0201929.

MEDEIROS, A. D.; SILVA, L. J.; CAPOBIANGO, N. P.; FIALHO, C. M. T.; DIAS, D. C. F. S. Assessing the physiological quality of soybean seeds using image analysis. Seed Science and Technology, Zürich, v. 48, n. 1, p. 11–24, 2020. DOI: 10.15258/sst.2020.48.1.02.

Anexos

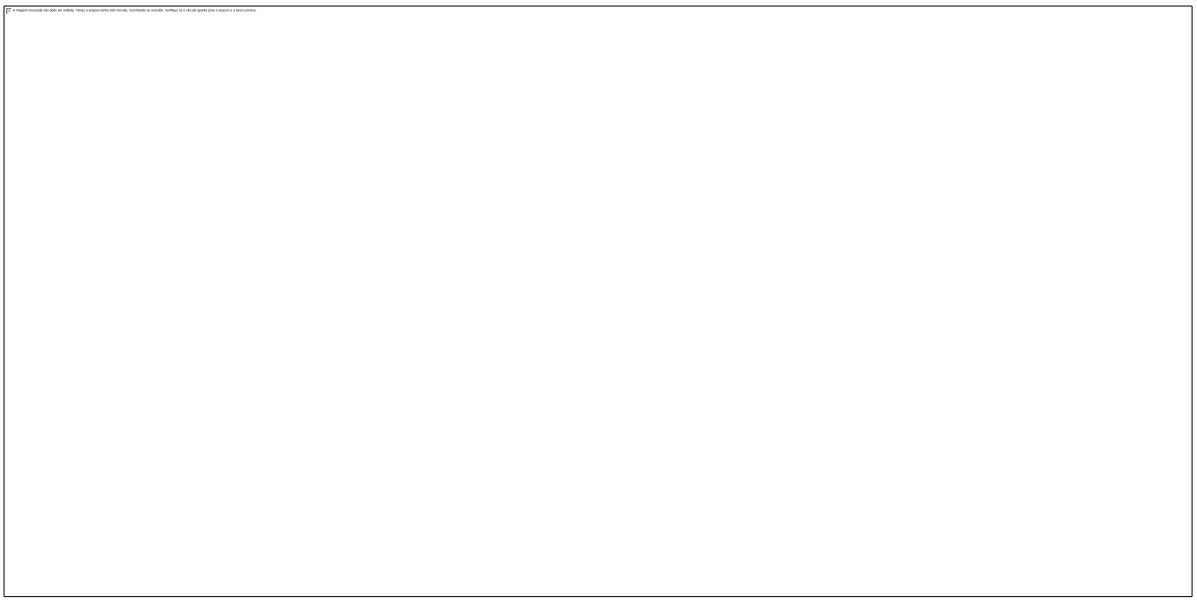


Figura 1. Análise de variância da germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca de plântulas (MS), envelhecimento acelerado (EA), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de lotes de sementes

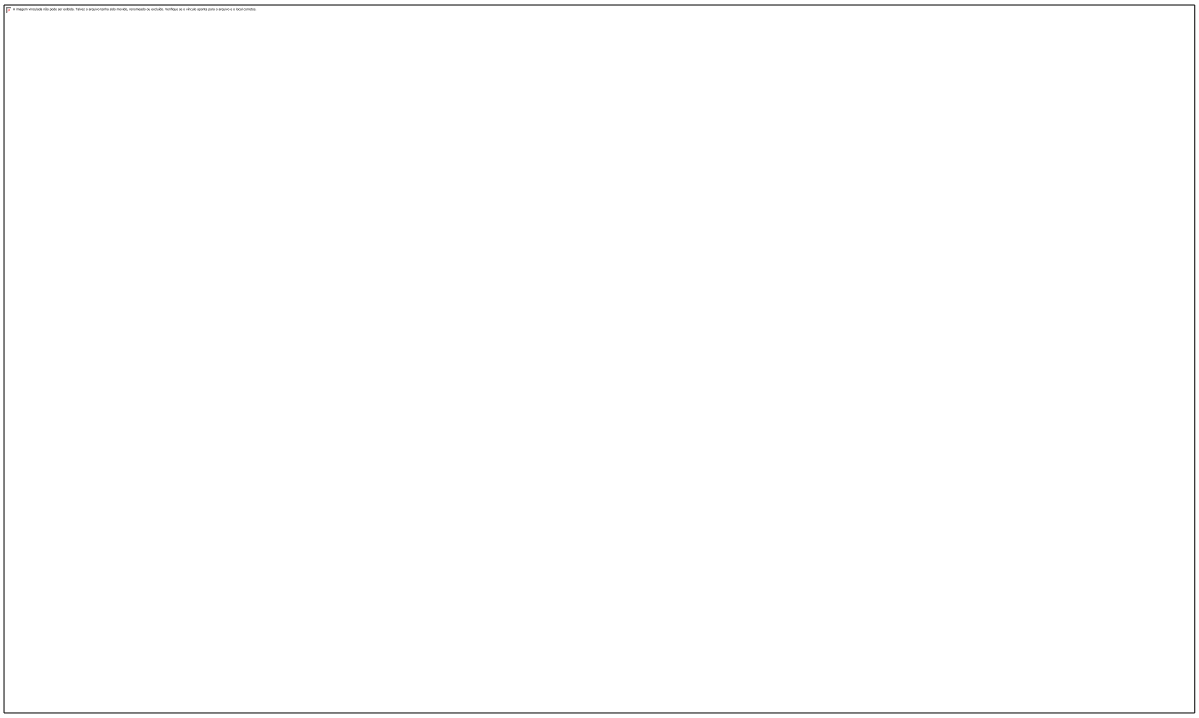


Figura 2. Médias da germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e massa seca de plântulas (MS) de lotes de sementes de Mimosa cae

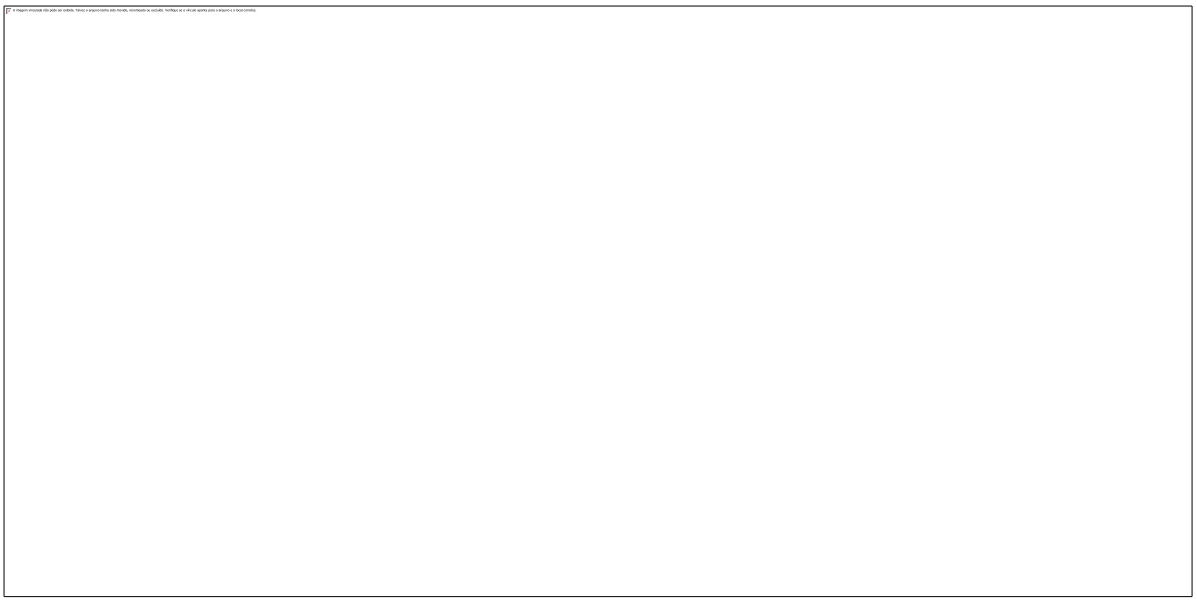


Figura 3. Análise de variância dos comprimentos da raiz primária (RP), da parte aérea (PA) e total das plântulas (PT), bem como dos índices de crescimento (IC), uniformidade (IU), vigor (IV) e vigor corrigido (IVC) de plântulas de Mimosa caesalpiniifolia

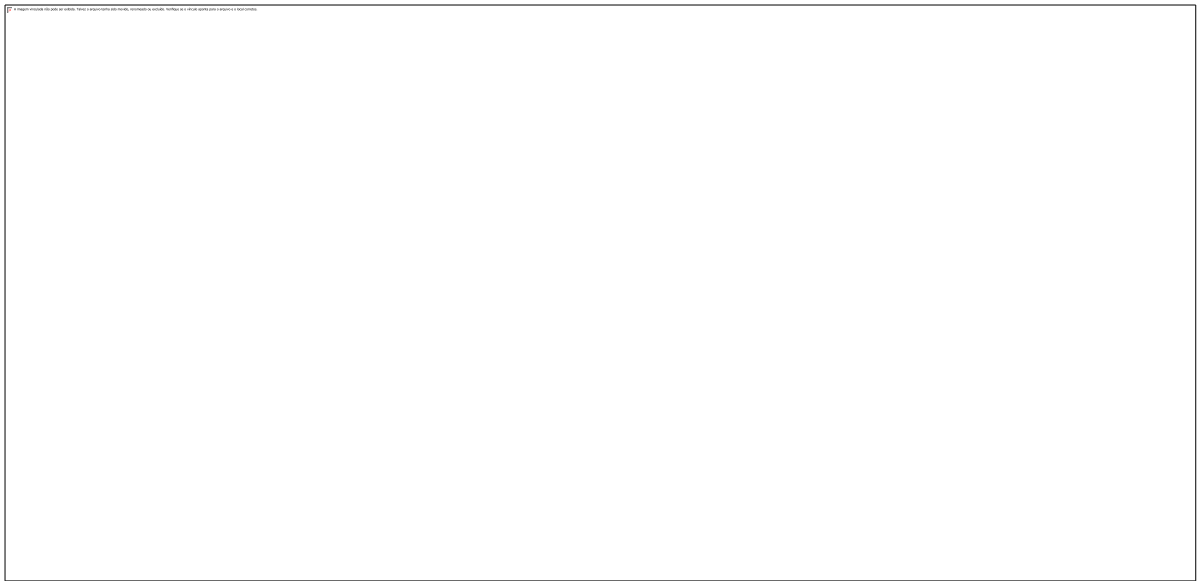


Figura 4. Comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA), comprimento total das plântulas (PT), índice de crescimento (IC), índice de uniformidade (IU), índice de vigor (IV) e índice de vigor corrigido (IVC) de plântulas de Mimosa caes



Figura 5. Mapa de calor da correlação de Pearson entre os testes de caracterização fisiológica das sementes e as variáveis de crescimento e índices de desempenho de plântulas de Mimosa caesalpiniifolia avaliadas aos 5, 7 e 10 dias após a semeadura.

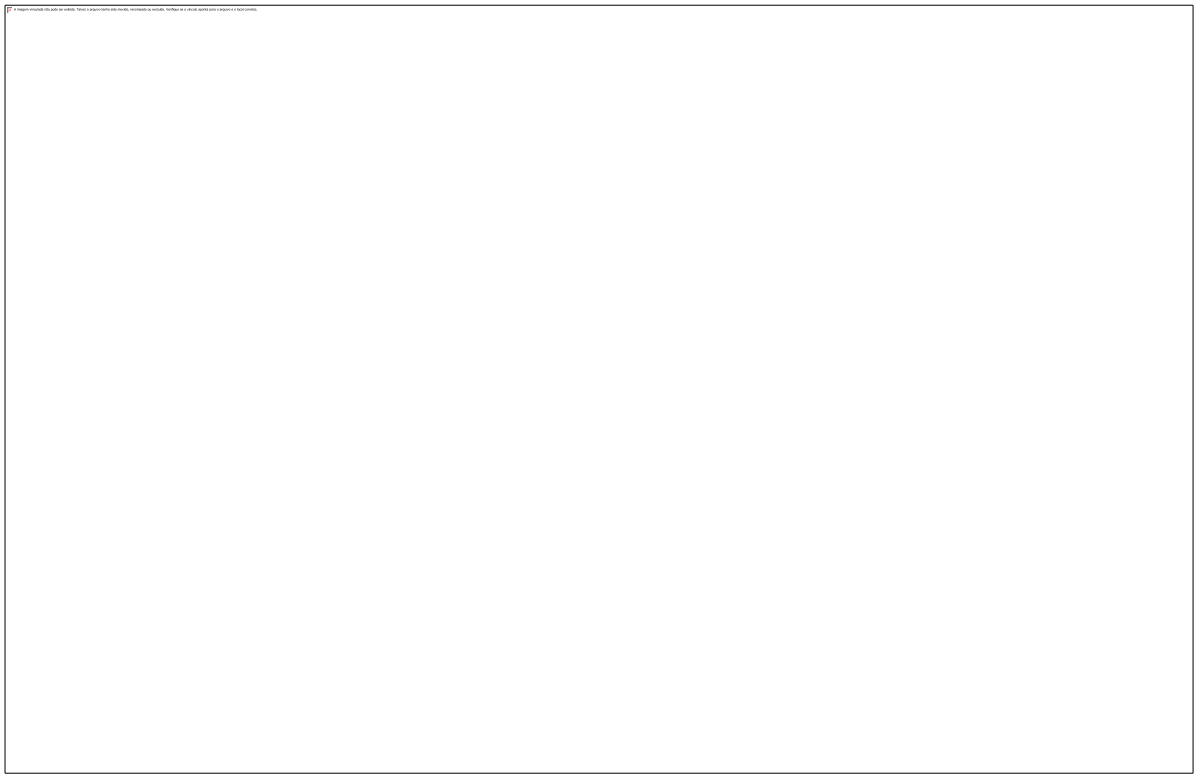


Figura 6. Biplot da análise de componentes principais (PCA) integrando testes tradicionais de vigor, variáveis de crescimento e índices de desempenho de plântulas

para discriminação do potencial fisiológico de lotes de sementes de Mimosa caesalpiniifolia.

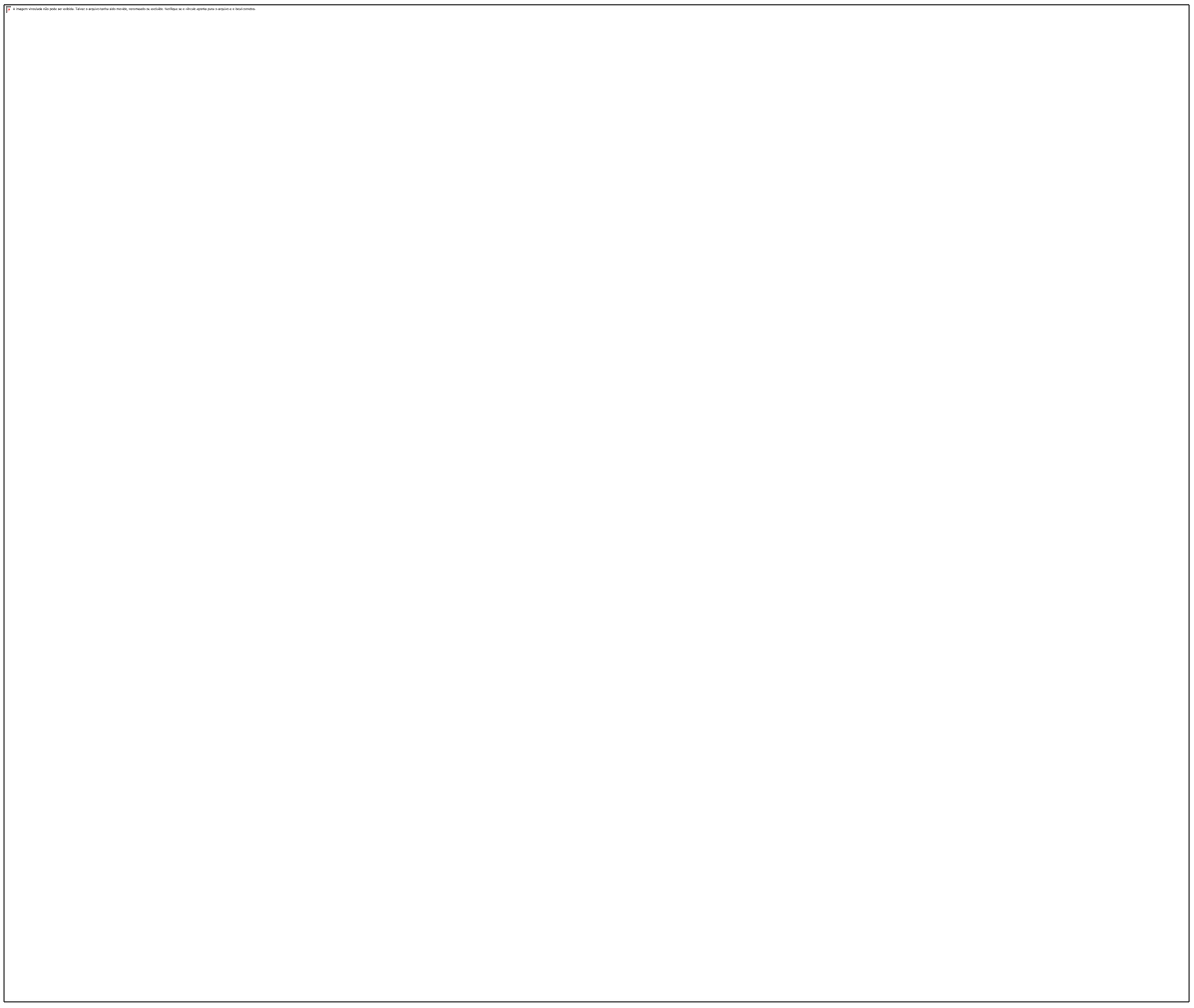


Tabela 1. Fórmulas utilizadas para cálculo dos índices de crescimento, uniformidade, vigor e vigor corrigido baseados na análise de plântulas.

CÓDIGO: SB0138

AUTOR: ALISON RIAN NUNES DA SILVA

COAUTOR: ANTONINO ALVES FEITOSA NETO

COAUTOR: GEAN CARLOS DA SILVA SANTOS

ORIENTADOR: MARCIO DIAS PEREIRA

TÍTULO: Automação da análise de sementes: redes neurais convolucionais e processamento digital de imagens.

Resumo

O estudo teve como objetivo avaliar a precisão da extração do comprimento da parte aérea e total de plântulas de Cenostigma pyramidale por meio de máscaras geradas pela segmentação realizada com o YOLOv8. As medições automatizadas foram comparadas às medições manuais por meio de testes de correlação, coeficiente de correlação intraclasse, análise de Bland-Altman e métricas de erro (MAE e RMSE). As análises indicaram uma diferença média entre os métodos de 0,16 cm para a parte aérea e 0,14 cm para o total, em plântulas com comprimento da parte aérea e total inferiores a 4,5 cm e 12 cm, respectivamente. No entanto, a diferença aumentou para plântulas maiores, indicando um viés proporcional no método e tendência a superestimar as medidas. Conclui-se que a utilização das redes neurais convolucionais na fenotipagem digital apresenta grande potencial, embora ajustes e aprimoramentos na metodologia sejam necessários para melhorar a acurácia para plântulas maiores.

Palavras-chave: Cenostigma pyramidale, Visão computacional, YOLOv8, Fenotipagem digita

TITLE: Automação da análise de sementes: redes neurais convolucionais e processamento digital de imagens.

Abstract

The study aimed to evaluate the accuracy of shoot and total length extraction in Cenostigma pyramidale seedlings using masks generated by YOLOv8 segmentation. Automated measurements were compared with manual measurements using correlation tests, intraclass correlation coefficient, Bland-Altman analysis, and error metrics (MAE and RMSE). The analyses indicated a mean difference between methods of 0.16 cm for the shoot and 0.14 cm for the total length, in seedlings with shoot and total lengths below 4.5 cm and 12 cm, respectively. However, the difference increased for larger seedlings, indicating a proportional bias in the method and a tendency to overestimate measurements. It is concluded that the use of convolutional neural networks in digital phenotyping has great potential, although adjustments and improvements in the methodology are necessary to improve accuracy for larger seedlings.

Keywords: Cenostigma pyramidale, Computer vision, YOLOv8, Digital phenotyping.

Introdução

A cenostigma pyramidale, popularmente conhecida como catingueira, é uma espécie de árvore nativa da caatinga brasileira. A espécie serve como local de construção para o ninho de espécies de abelhas nativas, exercendo assim, um papel fundamental no equilíbrio ecológico e sendo indicada para o plantio em regiões de conservação. Além disso, apresenta elevado potencial econômico devido à comercialização de sua madeira, a sua utilização no paisagismo urbano e graças ao seu rápido desenvolvimento, a espécie pode ser utilizada em projetos de reflorestamento.(OLIVEIRA, 1976; SILVA et., 2012). Nesse cenário, a identificação de sementes e mudas de catingueira de qualidade é fundamental para sua utilização nos contextos citados. Segundo Lopes e Nascimento (2009), a análise de sementes avalia parâmetros físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários para determinar a qualidade das amostras. Essa etapa fundamental garante a produtividade e a sustentabilidade do plantio além de ser requisito obrigatório para a comercialização.

A análise do vigor das plântulas está relacionada à soma de um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas em diferentes condições (MARCOS FILHO, 2015). O vigor é uma das principais formas de avaliação e pode ser determinado a partir do comprimento das plântulas visto que sementes de maior vigor tendem a originar plântulas com maiores taxas de crescimento (DAN et al., 1987). No entanto, essas medições por serem realizadas manualmente, estão sujeitas à subjetividade e ao erro humano e, por vezes, podem ser destrutivas e laboriosas (BRUNES et al., 2016).

Nesse contexto, a utilização de ferramentas digitais para extração das métricas pode automatizar e padronizar o processo. O processamento digital de imagens (PDI) e a utilização de técnicas de visão computacional baseado em aprendizado profundo (deep learning), como as redes neurais convolucionais (CNN) são alternativas promissoras para a fenotipagem digital (MEDEIROS et al., 2018; BRUNES et al., 2016; ROCHA et al., 2018; BERNARDES et al., 2022; JIANG et al., 2019). As CNNs possuem a capacidade de extrair características da imagem sem interferência manual o que

possibilita o aprendizado de padrões complexos de forma automática e sua aplicação em diferentes áreas (LI et al., 2020).

No contexto das avaliações de vigor, uma arquitetura de rede neural convolucional pode ser utilizada para separar as plântulas do restante da imagem, possibilitando a medição individual do comprimento das estruturas. A tarefa de separar os objetos ou regiões de interesse dos outros elementos na imagem, é chamada de segmentação (GONZALEZ; WOODS, 2018). Uma arquitetura de rede neural convolucional para segmentação de instâncias, como o YOLOv8-seg apresenta a capacidade de isolar objetos de diferentes categorias e diferenciar indivíduos de uma mesma classe (MINAEE et al., 2022).

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho é avaliar a precisão da extração do comprimento total e da parte aérea de plântulas de Cenostigma pyramidale a partir da segmentação realizada pela rede neural convolucional YOLOv8. Para isso, foram definidos os objetivos específicos: definir uma configuração adequada para o problema, realizar o pré-processamento e a organização das imagens, treinar o modelo YOLOv8-seg, validar o modelo treinado e comparar os valores obtidos por meio do método proposto com as medições manuais realizadas por especialistas.

Metodologia

2.1 Aquisição e anotação dos dados

A base de dados utilizada para o treinamento do modelo e a validação dos resultados foi obtida pelo Grupo de Estudos em Sementes (GETSEM) da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ). O conjunto de dados é composto por 95 imagens de 8 lotes de plântulas com 4 repetições cada, as quais foram capturadas aos 5, 7 e 10 dias após a germinação. Para a realização dos registros, as amostras foram dispostas sobre uma superfície plana de cor preta e distribuídas de maneira a não ocorrer sobreposições. Em todas as imagens foi posicionada uma moeda de 50 centavos, objeto de tamanho conhecido para servir de referência para converter o tamanho das amostras de pixels para centímetros. A figura 1 exemplifica a estrutura utilizada para a captura das imagens. O YOLOv8-seg necessita da anotação prévia dos dados de treinamento, para realizar as anotações foi utilizada a plataforma CVAT com o auxílio da ferramenta de inteligência artificial SAM 3.0 para realizar as marcações de duas classes: parte aérea e plântula completa. Foram realizados ajustes manuais em situações onde o SAM não foi capaz de gerar adequadamente as máscaras, com o objetivo de manter as anotações próximas da estrutura real das plântulas.

2.2 Treinamento do modelo

Para a realização do treinamento dos modelos foi utilizada uma abordagem com dois níveis: um nível externo e um nível interno. No nível externo, foi utilizado a técnica de validação cruzada (cross-validation) com 8 folds, um para cada lote, dessa forma 7 lotes foram destinados ao nível interno e 1 lote foi reservado para a estimativa das medidas de comprimento. Essa abordagem foi adotada com o objetivo de garantir o desempenho confiável dos modelos em dados nunca vistos, permitindo estimar os comprimentos de todos os lotes sem contaminação. No nível interno, visando determinar os melhores

hiperparâmetros para o treinamento, foi utilizada a otimização bayesiana com 30 iterações utilizando a mAP50-95 como métrica alvo. Foram definidas 3 configurações possíveis para cada um dos seguintes hiperparâmetros: taxa de aprendizado (learning rate), a regularização (weight decay), o tamanho da imagem, quantidade de épocas e 3 configurações possíveis para cada uma das 3 técnicas de aumento de dados (data augmentation): ângulo de rotação (degrees), variação de brilho e desfoque gaussiano (gaussian blur), conforme apresentado na Tabela 1.
Além disso, o método holdout foi utilizado para dividir os dados na etapa de otimização, foi realizada a seleção aleatória de 20% dos dados, estratificados por lote, os quais foram destinados para validação e o restante dos dados destinados para o treinamento. Por fim, os melhores hiperparâmetros escolhidos no nível interno foram utilizados para treinar o modelo do nível externo.

2.3 Pipeline de processamento

Ao final da etapa de treinamento foram gerados 8 modelos, um para realizar as predições de cada um dos 8 lotes. As imagens dos lotes antes de serem submetidas a predição do seu respectivo modelo, foram redimensionadas mantendo a proporção da imagem original, para a mesma largura do tamanho de imagem com que o modelo foi treinado. Após essa etapa, foram aplicadas as predições, que retornam como resultado da operação, as máscaras binárias individuais de todos os objetos identificados. Para cada imagem, foi utilizada uma abordagem baseada na circularidade dos contornos para identificar a moeda e então, a partir do diâmetro em pixels do objeto, foi calculado um fator de escala para conversão das medidas de pixels para centímetros.
As máscaras foram ordenadas por meio da sua coordenada no eixo x e submetidas a uma operação de fechamento com um kernel 7x7 para preencher pequenas falhas nas máscaras e unir partes desconexas. Em seguida, as máscaras individuais foram filtradas, mantendo-se apenas o objeto conectado de maior área.
Para extrair o comprimento das plântulas, aplicou-se a operação de esqueletização em cada máscara e filtrou-se o esqueleto de maior comprimento do eixo principal, removendo ramificações secundárias. Para realizar essa filtragem, utilizou-se uma abordagem com duas buscas em largura, a primeira utiliza o primeiro pixel branco encontrado como base para encontrar o ponto mais distante dele, chamado de A, a segunda busca em largura parte de A para encontrar o ponto mais distante, chamado de B, o caminho entre A e B é o caminho mais longo possível do esqueleto. Em seguida, utilizou-se o cálculo da distância euclidiana entre os pontos que formam o esqueleto do eixo principal da plântula. O tamanho de cada parte foi convertido para centímetros, dividindo a quantidade de pixels pelo fator de escala calculado no início do processo. Por fim, as informações foram armazenadas em um arquivo .csv, contendo as colunas de fold, lote, repetição, dia do registro da imagem, nome do arquivo de imagem, número da plântula, comprimento da parte aérea, comprimento da raíz e comprimento total.

2.4 Análise estatística

Para as análises estatísticas das medidas extraídas pelo método computacional foram utilizadas para comparação as medidas manuais realizadas por 3 avaliadores especialistas. Os dados das duas abordagens foram concatenados em uma única tabela e agrupados por repetição, em seguida realizou-se o pré-processamento dos dados e posteriormente o cálculo da média das medidas para cada repetição.
Em seguida, foi verificada a normalidade na distribuição dos dados por meio do teste de

Shapiro-wilk, da avaliação de gráficos q-q e de histogramas. Para as variáveis que apresentaram uma distribuição normal ($p > 0,05$) o cálculo da correlação foi realizado por meio do método de Pearson e com o método de Spearman para as variáveis que não seguiam uma distribuição normal, com o objetivo de determinar se as medidas obtidas com os dois métodos aumentam ou diminuem juntas. Após a análise de correlação, foi utilizado o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) para avaliar a confiabilidade entre os métodos. Em seguida, para detectar

Resultados e Discussões

3.1 Resultados da otimização dos hiperparâmetros e treinamento

A escolha dos melhores hiperparâmetros por meio da otimização bayesiana indicou que a utilização de imagens com tamanho de 1024 apresentou resultados melhores que os tamanhos inferiores, evidenciando que resoluções espaciais maiores contribuem para segmentações mais precisas das plântulas. A convergência consistente da taxa de aprendizado inicial e a quantidade de épocas entre a maioria dos folds indica que os valores são escolhas seguras dentro do espaço de busca determinado. Por outro lado, a divergência na escolha dos valores de regularização (weight decay) e as configurações de aumento de dados entre os diferentes folds, sugere que a escolha do melhor valor dentro do espaço de busca estabelecido pode ser influenciada por variações dos dados em cada fold, assim cada subconjunto demanda taxas de decaimento e configurações de aumento de dados específicas. A Tabela 2 apresenta os hiperparâmetros definidos para cada fold na otimização bayesiana.

Após a definição dos melhores hiperparâmetros para cada fold, foram realizados os treinamentos no nível externo e em seguida a validação. As métricas de desempenho apresentadas para a parte aérea foram elevadas, tanto para as caixas delimitadoras (bounding boxes)quanto para as máscaras. Por outro lado, o total apresentou métricas elevadas para as caixas e valores baixos para as máscaras, como exemplificado na Tabela 3.

A Figura 2 apresenta o gráfico de perda (loss) para o fold 1. As curvas de perda na validação e no treinamento apresentaram uma diminuição consistente durante as épocas e convergiram de forma estável, indicando que não ocorreu sobreajuste (overfitting) do modelo aos dados de treinamento. Padrões similares na curva de perda e consequentemente a ausência de sobreajuste foram identificados para todos os folds usados durante a validação cruzada.

3.2 Análise de normalidade e correlação

Os resultados dos teste de Shapiro-Wilk apresentaram, para todas as variáveis, um valor p menor que o nível de significância de 0,05, sugerindo que os dados não seguem uma distribuição normal. Os histogramas não apresentam o formato característico de sino e os gráficos q-q apresentaram desvios dos pontos em relação a reta, dessa forma a análise complementar por meio dos histogramas e gráficos q-q reforçam a hipótese do teste de Shapiro-Wilk indicando a não normalidade dos dados.

A análise da normalidade indicou que nenhuma das colunas segue uma distribuição gaussiana, por isso para análise da correlação utilizou-se o método de Spearman. Os resultados indicam uma alta correlação positiva entre as medidas dos avaliadores apresentando valores acima de 0,9. Os coeficientes para o comprimento total das plântulas foram levemente superiores aos observados nas medidas da parte aérea. Entre o método computacional e os avaliadores, os resultados indicam uma forte associação entre as variáveis, embora os valores tenham sido inferiores para a parte aérea.A alta correlação positiva apresentada indica que à medida que os comprimentos registrados pelo avaliadores aumentam, o comprimento medido pelo método computacional também aumenta.

3.3 Avaliação do ICC e teste de Friedman

A análise da concordância entre as medições foi realizada por meio do coeficiente de correlação intraclasse com concordância absoluta, modelo aleatório de duas vias e único avaliador (ICC 2,1) (KOO; LI, 2016). Os resultados demonstraram uma excelente concordância entre os avaliadores humanos para a parte aérea (ICC = 0.97; IC 95% = (0.93 - 0.98, F (92, 184) = 153.07, $p < 0,001$) e para o comprimento total (ICC = 0.99; IC 95% = (0.99 - 1.0, F (92, 184) = 661.12, $p < 0,001$) indicando que os avaliadores são bem calibrados entre si.

Diante da elevada concordância observada entre os avaliadores, calculou-se a média dos medições humanas para cada repetição e esses valores foram utilizados como referência humana. Em seguida, realizou-se o cálculo do ICC entre o método computacional e a referência humana. Para a parte aérea observou-se uma concordância moderada, no limite inferior de uma classificação considerada boa (ICC = 0.75; IC 95% = (0.63 - 0.84), F (92, 92) = 8.00, $p < 0,001$) enquanto para o comprimento total, observou-se uma excelente concordância (ICC = 0.95; IC 95% = (0.93, 0.97), F (92, 92) = 43.98, $p < 0,001$).

O ICC entre os resultados individuais dos avaliadores juntamente com o método computacional apresentaram uma boa concordância para a parte aérea (ICC = 0,83; IC 95% = (0.77 - 0.88), F (92, 276) = 23.75, $p < 0,001$) e uma excelente concordância para o comprimento total (ICC = 0.97; IC 95% = (0.96 - 0.98), F (92, 276) = 147.25, $p < 0,001$).

Em seguida, aplicou-se o teste de Friedman para identificar diferenças entre as medições, a aplicação do teste resultou em um valor de p inferior a 0,05 indicando diferença estatisticamente significativa. Com o objetivo de identificar entre quais métodos ocorreram as diferenças, foi aplicado o teste de Nemenyi, os resultados estão apresentados na Figura 3. O teste evidenciou divergência entre as medições manuais dos avaliadores ($p < 0,05$), enquanto as medições modelo foram equivalentes ao avaliador 2. Para o comprimento total, o avaliador 3 se diferenciou dos demais avaliadores e do método automatizado, que por sua vez apresentou resultados semelhantes aos avaliadores 1 e 2. Esses resultados sugerem a ocorrência de diferenças sistemáticas entre as medições dos avaliadores humanos. Essa divergência pode estar relacionada à delimitação do ponto de transição entre a raíz e a parte aérea, dessa forma cada avaliador pode determinar o comprimento da parte aérea levemente acima ou abaixo que os demais.

3.4 Análise das métricas de discordâncias, Bland-Altman e métricas de erro

O teste de Wilcoxon foi aplicado entre as métricas da discordância absoluta média entre os avaliadores e a discordância absoluta média entre o método computacional e os avaliadores. O teste indicou que as duas métricas de discordância são estatisticamente diferentes, tanto para a parte aérea quanto para o comprimento total ($p < 0,05$). Comparando a média de cada métrica identificou-se que a média da discrepância entre os avaliadores para a parte aérea foi de 0,189 enquanto entre o método computacional e os avaliadores foi de 0,676, para o comprimento total 0,210 e 0,670, respectivamente. Esses resultados indicam que o método automatizado discorda mais dos humanos do que os humanos discordam entre si.

O gráfico de Bland-Altman indica uma diferença média de -0,32 cm entre as medições manuais da parte aérea e as medições automatizadas, esse resultado negativo indica que o software tende a apresentar na média, valores maiores. Além disso, observa-se uma diferença média próxima a zero para os comprimentos médios abaixo de 4 cm e um aumento visível das diferenças conforme a média dos comprimentos cresce, esse comportamento evidencia uma tendência no software de superestimar as medições da parte aérea em amostras com comprimento médio superior a 4 cm. A média da diferença entre os dois métodos em plântulas com parte aérea com comprimento maior que 4 cm é de -0,88 cm, essa diferença aumenta para -1,43 cm em amostras com comprimento superior a 4,5 cm. A Figura 4 apresenta o gráfico de Bland-Altman entre a referência humana e o método para o comprimento da parte aérea.

Para o comprimento total, a Figura 5 evidencia uma diferença média de -0,14 cm entre os métodos, o que indica que o software mede em média 0,14 cm a mais. Observa-se que para plântulas com o comprimento médio menor que 10 cm, a diferença entre as medições é próxima a zero. Assim como para a parte aérea a discrepância entre os métodos tende a aumentar em plântulas maiores, com o método automatizado superestimando as medidas de plântulas com comprimento médio maior que 10 cm, resultando em uma diferença média de -0,82 cm. Essa diferença média aumenta para -1,13 cm em plântulas com comprimento médio maior que 12 cm.

Os resultados obtidos para as duas medidas evidenciam uma tendência no método a superestimar o comprimento em relação à referência humana à medida que o comprimento das plântulas aumenta. Em contrapartida, o software apresenta uma precisão elevada para plântulas menores, na faixa de valores abaixo de 4,5 cm para a parte aérea e abaixo de 12 cm para o comprimento total, a diferença média foi de 0,16 cm e 0,14 cm, respectivamente. Esse comportamento revela que o método tende a apresentar valores próximos aos obtidos com as medições manuais para plântulas em seus estágios iniciais.

Por fim, os resultados observados para as métricas de erro nas medições da parte aérea foram um MAE de 0,66 cm e um RMSE 0,92 cm, enquanto que para o comprimento total, foram de 0,64 cm e 0,98 cm, respectivamente. O RMSE mais alto que o MAE indica que para algumas amostras ocorreram erros maiores, esse resultado também é coerente com a análise de Bland-Altman, que revelou maiores diferenças em relação a referência para plântulas de maiores dimensões. Além disso, embora o erro absoluto médio entre a parte aérea e o total apresentem valores aproximados, o erro nas

estimativas para a parte aérea foi consideravelmente maior, com um erro percentual absoluto médio (MAPE) de 17,53% enquanto para o comprimento total foi de 6,52%.

3.5 Discrepância entre as métricas de segmentação e os resultados das medições

Apesar dos modelos apresentarem métricas reduzidas de segmentação para a plântula completa, as máscaras obtidas permitiram alcançar níveis de erro relativamente baixos, como o MAE de 0,64 cm. Além disso, a alta correlação observada entre os avaliadores e o método, o excelente coeficiente de correlação intraclasse apresentado, o viés médio de -0,14 cm, a ausência de evidências de diferença significativa em relação a 2 dos 3 avaliadores e uma melhor precisão do que a parte aérea, indicam que somente as métricas de segmentação não definem a preservação das informações necessárias na extração das medidas de comprimento.

Ainda que as métricas de segmentação para o total sejam baixas, as máscaras geradas aparentam ser adequadas em relação às plântulas reais. No entanto, eventualmente as máscaras podem apresentar regiões desconexas ou pequenas diferenças nas bordas do objeto. A Figura 6 apresenta a maioria das máscaras coerentes com a imagem real, apesar de uma das máscaras apresentar uma pequena falha na raíz.

Conclusão

Neste estudo, o método de mensuração das plântulas de cenostigma pyramidale por meio das máscaras geradas pelo modelo YOLOv8 apresentou resultados aproximados das medições humanas em plântulas com comprimento total médio inferior a 10 cm e parte aérea inferior a 4 cm, no entanto apresenta um viés proporcional para plântulas com comprimento superior a esses valores.

As diferenças de desempenho indicam uma maior eficácia do método proposto em medir corretamente plântulas em seus estágios iniciais. Em contrapartida, para as plântulas maiores, observou-se uma tendência a superestimar as medições. O comportamento observado pode não estar relacionado diretamente à qualidade das máscaras, as quais tendem a apresentar pequenas perdas de pixels nas extremidades do objeto, o que causaria subestimação das medidas, mas devido a metodologia de extração das métricas. Adicionalmente, a precisão reduzida para a parte aérea, pode indicar uma maior dificuldade em definir precisamente o ponto de transição (colo) entre a raíz e a parte aérea.

Assim, conclui-se que a utilização de redes neurais convolucionais, como YOLOv8, possui grande potencial para fenotipagem digital, apesar de serem necessários aprimoramentos na metodologia utilizada para aumentar a precisão em estágios mais avançados de desenvolvimento. Em pesquisas futuras, recomenda-se a utilização de bases de imagens maiores, a comparação com outras arquiteturas de segmentação, aprimoramento do algoritmo de extração e o treinamento de modelos especializados para cada estágio de desenvolvimento das plântulas.

Referências

BERNARDES, Rodrigo Cupertino et al. Deep-learning approach for fusarium head blight detection in wheat seeds using low-cost imaging technology. Agriculture, v. 12, n. 11, p. 1801, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BRUNES, A. P. et al. Seedling length in wheat determined by image processing using mathematical tools. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 2, p. 374-379, 2016.

BRUNES, A. P. et al. Rice seeds vigor through image processing of seedlings. Ciência Rural, v. 49, n. 8, e20180633, 2019.

DAN, E. L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. Revista Brasileira de Sementes, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

DANTAS DE MEDEIROS, André; PEREIRA, Márcio; SILVA, Jackson. Processamento digital de imagens na determinação do vigor de sementes de milho. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 13, n. 3, p. 1-7, 2018.

DE OLIVEIRA, Odaci Fernandes. Algumas árvores do município de Mossoró. Revista Caatinga, v. 1, n. 1, p. 7–17, 2026. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2397. Acesso em: 17 jul. 2026.

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. Digital Image Processing. 4. ed. New York: Pearson, 2018.

JIANG, Yu et al. DeepSeedling: Deep convolutional network and Kalman filter for plant seedling detection and counting in the field. Plant Methods, v. 15, n. 1, p. 141, 2019.

KOO, Terry K.; LI, Mae Y. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. Journal of Chiropractic Medicine, v. 15, n. 2, p. 155–163, 2016.

LI, Zewen et al. A survey of convolutional neural networks: analysis, applications, and prospects. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, v. 33, n. 12, p. 6999-7019, 2021.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. Análise de sementes de hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009.

MARCOS FILHO, Júlio. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015.

MINAEE, Shervin et al. Image segmentation using deep learning: A survey. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, v. 44, n. 7, p. 3523-3542, 2022.

ROCHA, C. R. M.; SILVA, V. N. da; CICERO, S. M. Avaliação do vigor de sementes de girassol por meio de análise de imagens de plântulas. Ciência Rural, v. 45, n. 6, p. 970-976, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131455. Acesso em: 1 dez. 2025.

WANG, Peng et al. Leaf segmentation using modified YOLOv8-seg models. Life, v. 14, n. 6, p. 780, 2024.

Anexos

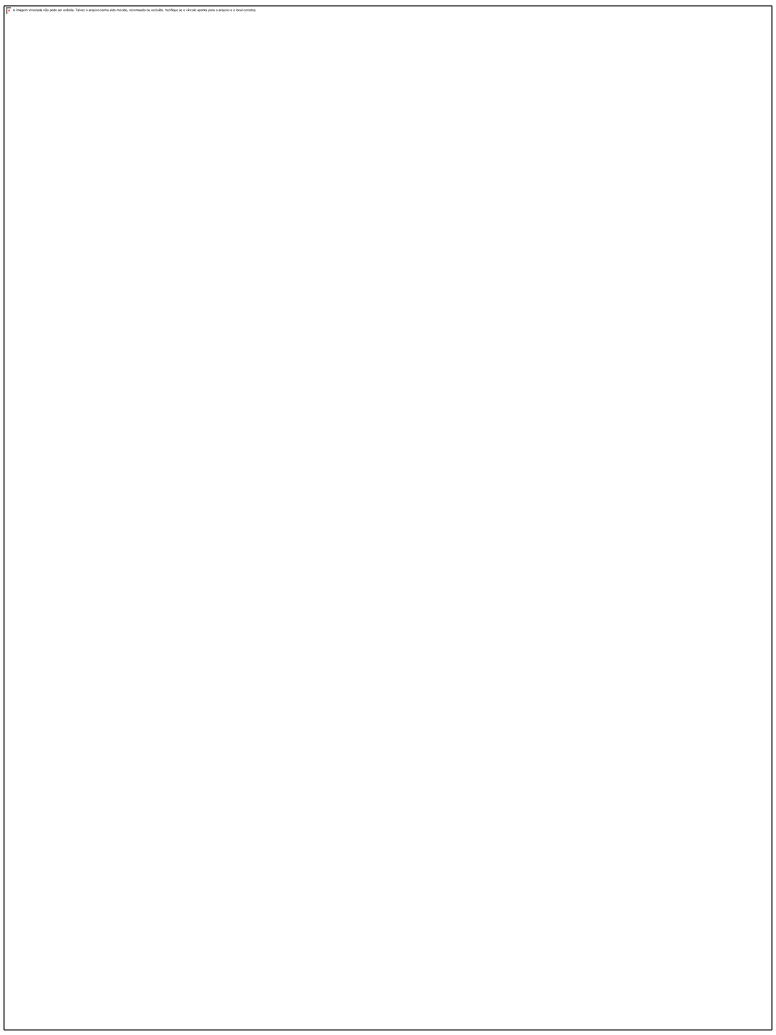


Figura 1 - Estrutura montada para a captura das imagens

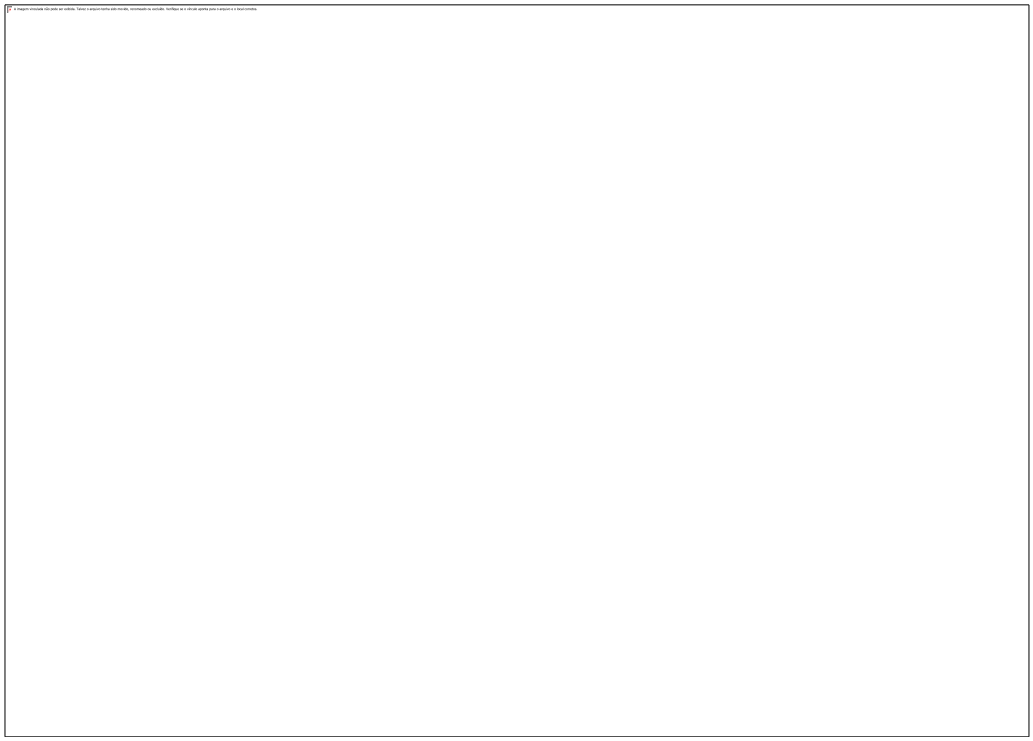


Figura 2 - Gráfico das curvas de perda para o fold 1.

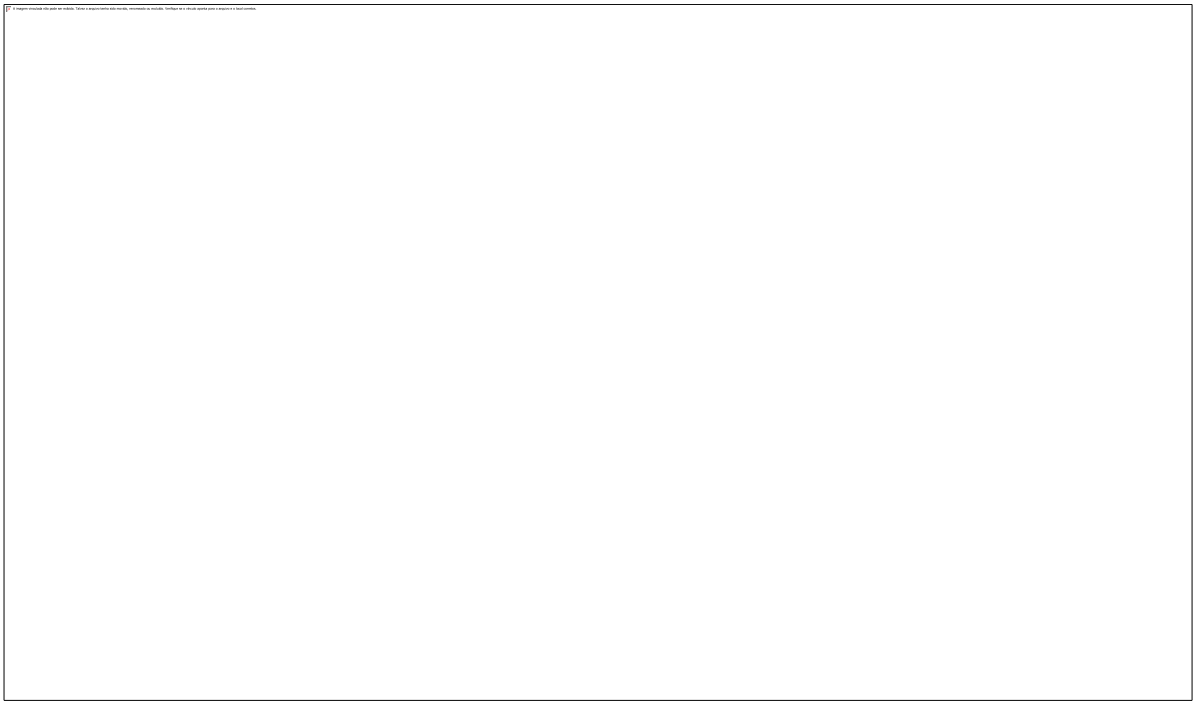


Tabela 1 - Valores utilizados no espaço de busca da otimização bayesiana



Tabela 2 - Melhores hiperparâmetros definidos para cada fold

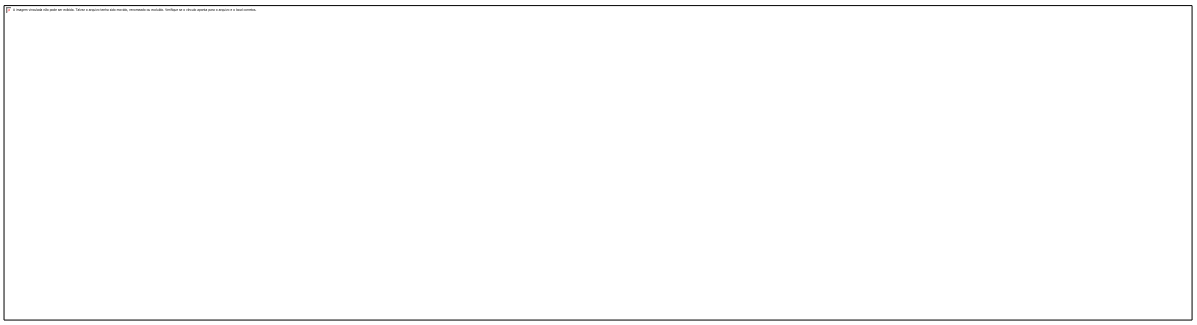


Tabela 3 - Média das métricas avaliativas apresentadas na validação do modelo



Figura 4 - Gráfico de Bland-Altman para a parte aérea

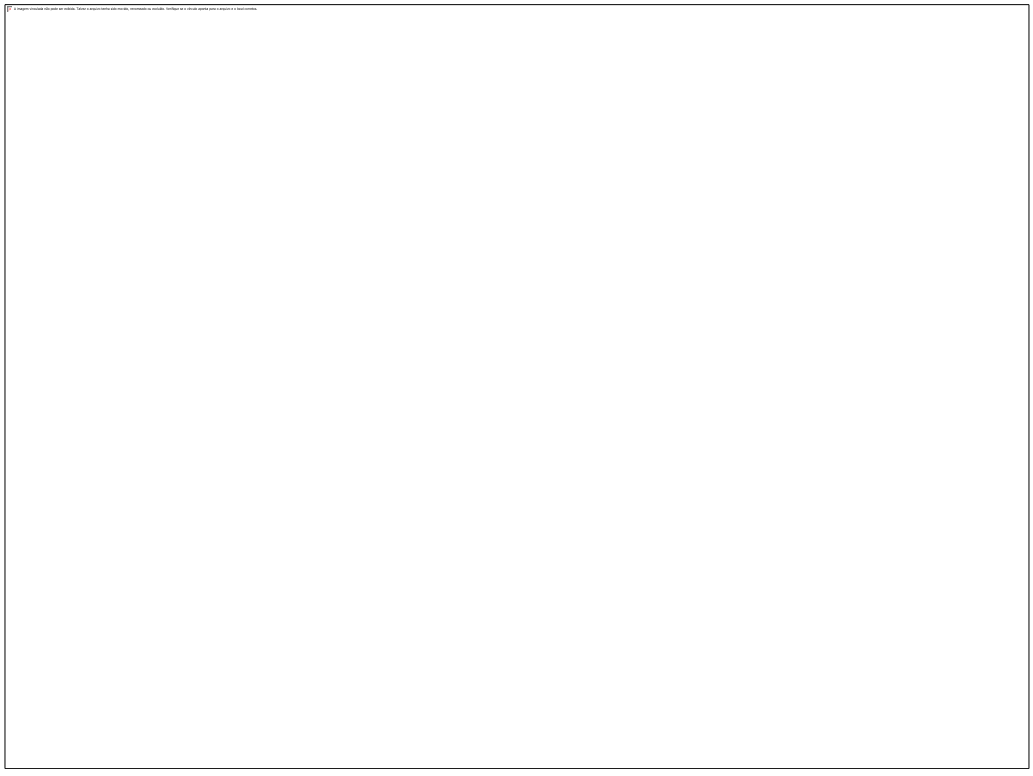


Figura 5 - Gráfico de Bland-Altman para o comprimento total

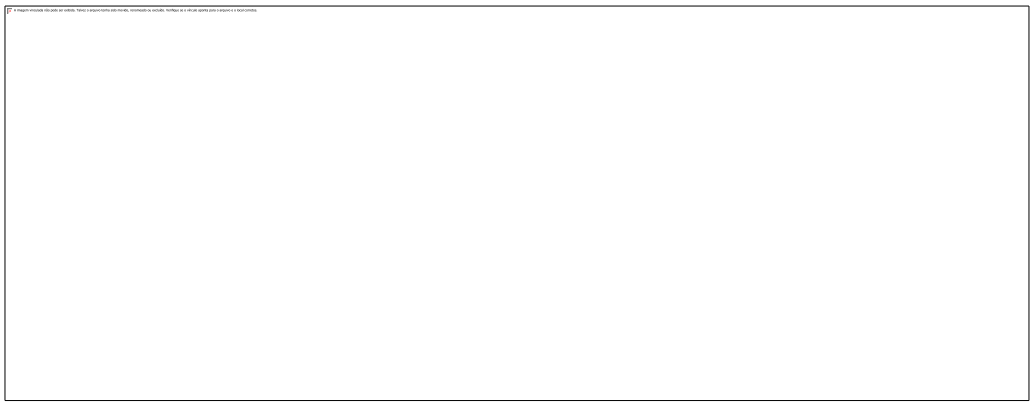


Figura 6 - Comparação entre imagem original e máscara gerada.



Figura 3 - Diagrama de diferença crítica entre as medições manuais e automatizadas

CÓDIGO: SB0159

AUTOR: MATHEUS DE MOURA FERREIRA

COAUTOR: ANTONINO ALVES FEITOSA NETO

COAUTOR: GEAN CARLOS DA SILVA SANTOS

ORIENTADOR: MARCIO DIAS PEREIRA

TÍTULO: Extrato aquoso de Gracilaria birdiae melhora o desempenho fisiológico de sementes de Piptadenia moniliformis sob salinidade

Resumo

A salinidade constitui um dos principais fatores limitantes à germinação e ao estabelecimento inicial de espécies florestais em ambientes semiáridos. Neste estudo, avaliou-se o efeito do condicionamento fisiológico com extrato aquoso da macroalga vermelha Gracilaria birdiae sobre a germinação, o vigor e o crescimento inicial de plântulas de Piptadenia moniliformis submetidas ao estresse salino. As sementes foram condicionadas com cinco concentrações do extrato (0, 5, 10, 15 e 20 mL L^{-1}) e posteriormente submetidas a seis níveis de salinidade induzidos por NaCl (0,0; 1,0; 2,2; 3,2; 4,4 e 5,4 g L^{-1}). Foram avaliadas a germinação, a primeira contagem, o índice de velocidade de germinação, o comprimento e a massa seca de plântulas. A análise de variância evidenciou efeito significativo do extrato sobre a germinação e o crescimento das plântulas, enquanto a salinidade afetou principalmente variáveis relacionadas ao vigor e ao desenvolvimento inicial, não sendo observada interação significativa entre os fatores. As análises multivariadas baseadas no índice de soma de ranks de Mulamba e Mock, na análise de componentes principais e no índice MGIDI identificaram os tratamentos contendo 15 e 20 mL L^{-1} de extrato associados a 1,0 g L^{-1} de NaCl como aqueles de melhor desempenho fisiológico global. Os resultados demonstram o potencial do extrato aquoso de G. birdiae como bioestimulante natural para a produção de mudas e o estabelecimento inicial de P. moniliformis em programas de restaura

Palavras-chave: bioestimulante; Caatinga; estresse salino; macroalga marinha; sementes

TITLE: Aqueous extract of Gracilaria birdiae improves the physiological performance of Piptadenia moniliformis seeds under salinity

Abstract

Salinity is one of the main factors limiting seed germination and seedling establishment in semiarid environments, directly affecting ecological restoration programs involving native forest species. This study evaluated the effects of seed priming with aqueous extract of the red seaweed Gracilaria birdiae on germination, vigor and early seedling growth of Piptadenia moniliformis under saline stress. Seeds were conditioned with five concentrations of the extract (0, 5, 10, 15 and 20 mL L^{-1}) and subsequently subjected to six salinity levels induced by NaCl (0.0, 1.0, 2.2, 3.2, 4.4 and 5.4 g L^{-1}). Germination, first germination count, germination speed index, seedling length and dry mass were evaluated. Analysis of variance indicated significant effects of the extract on germination and seedling growth, whereas salinity significantly affected only first count and seedling length, with no significant interaction between factors. Multivariate analyses based on the Mulamba and Mock rank sum index, principal component analysis and the MGIDI index consistently identified treatments involving 15 and 20 mL L^{-1} of G. birdiae extract combined with 1.0 g L^{-1} NaCl as those presenting the best overall physiological performance. The results demonstrate the potential of G. birdiae extract as a natural biostimulant for improving the production and establishment of P. moniliformis seedlings in restoration programs conducted in salt-affected environments of the Brazilian semiarid region.

Keywords: biostimulant; Caatinga; forest seeds; seed priming; saline stress;

Introdução

A Catanduva (Piptadenia moniliformis Benth.) é uma leguminosa arbórea nativa da Caatinga, com elevada importância ecológica para recomposição vegetal, sistemas agroflorestais, recuperação de áreas degradadas e manutenção da funcionalidade de ambientes semiáridos. Como espécie pioneira, sua capacidade de estabelecimento inicial é decisiva para o sucesso de programas de restauração em regiões sujeitas à irregularidade hídrica, altas temperaturas e crescente salinização dos solos (Albuquerque et al. 2012; Pereira et al. 2016; Alves-de-Oliveira et al. 2023). Nesse contexto, a germinação e o crescimento inicial das plântulas representam fases críticas do ciclo de vida, pois determinam a capacidade da espécie de ocupar ambientes sob estresse e formar populações viáveis em ecossistemas sazonalmente secos (Finch-Savage and Bassel 2016; Wolny et al. 2018).

A salinidade é um dos principais fatores limitantes à germinação e ao estabelecimento de plântulas, especialmente em regiões áridas e semiáridas. O excesso de sais no substrato reduz o potencial hídrico, dificulta a absorção de água pelas sementes e impõe estresse osmótico logo nas primeiras fases da germinação (Munns and Tester 2008; Machado and Serralheiro 2017; Acosta-Motos et al. 2017). Em fases posteriores, o acúmulo de íons Na^{+} eCl^{-} pode causar toxicidade iônica, desbalanço nutricional, alterações na integridade de membranas, aumento da produção de espécies reativas de oxigênio e redução do crescimento das plântulas (Parihar et al. 2015; Isayenkov and Maathuis 2019; van Zelm et al. 2020; Irik et al. 2024).

Durante a germinação, a absorção de água ocorre em três fases fisiologicamente distintas. A fase I é caracterizada pela rápida embebição; a fase II envolve reativação metabólica, reparo de membranas, síntese de proteínas e mobilização inicial de reservas; e a fase III corresponde à retomada do crescimento embrionário, protrusão da radícula e intensificação da divisão e expansão celular (Bewley 1997; Weitbrecht et al. 2011; Rajjou et al. 2012; Nonogaki 2014; Wolny et al. 2018). Sob estresse salino, a redução do potencial hídrico externo pode atrasar ou restringir a embebição, prolongar a fase II e comprometer a transição para a fase III, resultando em menor porcentagem de germinação, redução do índice de velocidade de germinação e menor crescimento inicial de raiz e parte aérea (Panuccio et al. 2014; Pereira et al. 2016; Manono et al. 2025). Portanto, monitorar a cinética de embebição é crucial para identificar a janela temporal exata em que mecanismos adaptativos podem ser estimulados antes da protrusão radicular.

Em sementes de P. moniliformis, estudos prévios demonstraram que a salinidade afeta diretamente a germinação, o vigor e o crescimento inicial das plântulas, com redução progressiva da qualidade fisiológica sob potenciais osmóticos mais negativos (Pereira et al. 2016). Esse comportamento é particularmente relevante para espécies da Caatinga, pois a limitação hídrica e o acúmulo de sais no solo podem comprometer a regeneração natural e a produção de mudas destinadas à restauração ecológica (Albuquerque et al. 2012; Rengasamy 2010; Daliakopoulos et al. 2016). Assim, estratégias capazes de melhorar a germinação sob salinidade podem ampliar o sucesso de estabelecimento de espécies nativas em ambientes degradados ou salinizados.

O condicionamento fisiológico de sementes, ou seed priming, é uma técnica pré-germinativa capaz de modular a hidratação controlada das sementes sem permitir a protrusão completa da radícula. Esse processo permite a ativação parcial do metabolismo germinativo, favorecendo reparo de membranas, reorganização metabólica, ativação antioxidante e maior velocidade de germinação após a semeadura (Paparella et al. 2015; Biswas et al. 2023; Hameed et al. 2025).

Metodologia

- Origem das sementes e procedimentos iniciais

As sementes de Catanduva (Piptadenia moniliformis Benth.) foram coletadas de matrizes localizadas em áreas de vegetação do semiárido do estado do Rio Grande do Norte, Brasil, durante o período de dispersão natural das sementes. Após a coleta, as sementes foram beneficiadas manualmente e selecionadas visualmente quanto à uniformidade de tamanho, coloração e ausência de danos mecânicos ou sinais de deterioração. As sementes foram armazenadas em sacos de papel kraft sob condições refrigeradas (5 ± 2 °C e aproximadamente 60% de umidade relativa) até o início dos experimentos.

O teor de água inicial das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 h, seguindo os critérios e diretrizes estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2025). Antes da instalação dos experimentos, as sementes foram desinfestadas superficialmente por meio de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por 5 min e, posteriormente, submetidas a três lavagens sucessivas em água

destilada.

Preparo do extrato aquoso de Gracilaria birdiae

O extrato aquoso da macroalga marinha Gracilaria birdiae foi preparado utilizando biomassa seca proveniente de material cultivado. O procedimento de extração seguiu a metodologia adaptada para a obtenção de bioestimulantes à base de algas descrita por Rady et al. (2018) .

A biomassa seca da alga foi homogeneizada em água destilada na proporção de 30 g L^{-1} (p v^{-1}), permanecendo sob agitação magnética contínua por 24 h em temperatura ambiente (25 ± 2 °C). Posteriormente, a suspensão foi filtrada em papel de filtro qualitativo para a obtenção do extrato aquoso concentrado, o qual foi mantido sob refrigeração (5 °C) até a sua utilização. As diluições foram preparadas imediatamente antes da aplicação dos tratamentos, originando as seguintes concentrações avaliadas: 0, 5, 10, 15 e 20 mL L^{-1}.

Condicionamento fisiológico das sementes

O condicionamento fisiológico (seed priming) foi realizado utilizando o método entre papel, adaptando o sistema tradicional de incubação em Gerbox. Foram utilizados rolos de papel Germitest® umedecidos com as soluções correspondentes às concentrações do extrato de G. birdiae (0, 5, 10, 15 e 20 mL L^{-1}).

O volume de solução utilizado para o umedecimento correspondeu a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes permaneceram sob condicionamento pelo período pré-estabelecido de 36 h em câmara de germinação regulada a 25 °C e fotoperíodo de 12 h. Após o período de condicionamento, as sementes foram retiradas dos rolos de papel, submetidas à secagem superficial em temperatura ambiente até atingirem teor de água próximo à condição inicial e imediatamente destinadas aos testes de estresse salino.

Indução do estresse salino

Após o condicionamento fisiológico, as sementes foram submetidas ao estresse salino utilizando soluções de cloreto de sódio (NaCl) preparadas nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,2; 4,4; 5,4 e 6,6 g L^{-1}. As soluções salinas foram utilizadas de forma contínua no umedecimento dos substratos em todos os testes de germinação e vigor descritos a seguir.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), arranjado em esquema fatorial 5 × 7, correspondente a cinco concentrações do extrato de G. birdiae e sete níveis de salinidade, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento.

- Germinação e cinética germinativa

O teste de germinação foi conduzido em rolos de papel Germitest® umedecidos com as respectivas soluções salinas de cada tratamento, utilizando volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em câmara de germinação a 25 °C com fotoperíodo de 12 h. As avaliações foram realizadas diariamente até a

estabilização física da germinação. Foram analisadas as seguintes variáveis cinéticas:

- Germinação final (G): Foram contabilizadas as sementes que apresentaram protrusão radicular igual ou superior a 2 mm.

- Primeira contagem de germinação (PCG): Conduzida de acordo com os critérios estabelecidos para a dinâmica germinativa da espécie (BRASIL, 2025), registrando-se a porcentagem de plântulas normais.

- Índice de velocidade de germinação (IVG): Calculado com base nos dados diários de protrusão radicular, conforme a equação matemática proposta por Maguire (1962):

$IVG = \Sigma (G_i/N_i)$

Em que: G_i corresponde ao número de sementes germinadas computadas em cada contagem, e N_i representa o número de dias decorridos desde a semeadura. Crescimento de plântulas e acúmulo de biomassa

Ao final do teste de germinação, as plântulas normais de cada repetição foram avaliadas seguindo as diretrizes de avaliação morfológica de Krzyzanowski et al. (2020) . Foram mensurados o comprimento da parte aérea, o comprimento da raiz primária e o comprimento total da plântula com o auxílio de uma régua milimetrada, sendo os resultados expressos em cm plântula^{-1}.

Para a determinação da massa seca das plântulas, os eixos embrionários foram extraídos (com a remoção dos cotilédones), acondicionados em sacos de papel e transferidos para estufa de circulação forçada de ar mantida a 65 °C até atingirem peso constante. Os resultados de biomassa seca foram expressos em mg plântula^{-1}. Análise estatística e seleção multicaracterística dos tratamentos

Os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Atendidas as pressuposições, realizou-se a análise de variância em esquema fatorial, considerando as concentrações do extrato aquoso de Gracilaria birdiae, os níveis de salinidade e a interação entre esses fatores. A significância dos efeitos foi avaliada pelo teste F, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Considerando a baixa contribuição da interação entre os fatores e o interesse em avaliar simultaneamente o desempenho fisiológico global de cada combinação de tratamento, foram empregadas análises multivariadas e índices de seleção.

Resultados e Discussões

Análise de variância e resposta geral das sementes de Piptadenia moniliformisao extrato de Gracilaria birdiae e à salinidade

A análise de variância evidenciou que as concentrações do extrato de Gracilaria birdiae exerceram efeito significativo sobre a germinação final (G) e o comprimento de

plântulas, ambos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F ($p < 0,01$), enquanto não foram observados efeitos significativos para a primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca das plântulas (Tabela 1). Por sua vez, os níveis de salinidade influenciaram significativamente apenas a primeira contagem de germinação ($p < 0,05$) e o comprimento das plântulas ($p < 0,01$), ao passo que a interação entre as concentrações do extrato e os níveis salinos não apresentou significância estatística para nenhuma das variáveis avaliadas. Os coeficientes de variação variaram entre 12,45 e 18,27%, indicando adequada precisão experimental e boa confiabilidade das estimativas obtidas, valores considerados satisfatórios para experimentos envolvendo fisiologia e vigor de sementes.

O efeito isolado do extrato de algas sobre a germinação e o crescimento das plântulas sugere que o condicionamento fisiológico com G. birdiae promoveu benefícios fisiológicos independentemente do ambiente salino imposto após o tratamento das sementes. Extratos de macroalgas marinhas constituem fontes importantes de compostos bioativos, incluindo aminoácidos, polissacarídeos sulfatados, compostos fenólicos, minerais, osmólitos e moléculas sinalizadoras capazes de modular a ativação metabólica inicial, favorecer o reparo de membranas e aumentar a eficiência do estabelecimento inicial das plântulas sob condições adversas (Khan et al., 2009; Rouphael e Colla, 2020; Raja et al., 2023; Kumar et al., 2024). Dessa forma, os resultados indicam que o período de hidrocondicionamento adotado foi suficiente para promover uma pré-ativação metabólica das sementes, refletindo-se em maior capacidade germinativa e em maior crescimento inicial das plântulas.

Em contraste, a salinidade apresentou efeito relativamente limitado sobre a maior parte das variáveis avaliadas. Embora o estresse salino seja reconhecido como um dos principais fatores limitantes à germinação e ao estabelecimento inicial de plântulas, a magnitude dessa resposta depende fortemente da espécie e do estádio de desenvolvimento considerado (Munns e Tester, 2008; Acosta-Motos et al., 2017; Isayenkov e Maathuis, 2019). No presente estudo, a reduzida sensibilidade da germinação final aos níveis crescentes de NaCl provavelmente está associada às características ecológicas de P. moniliformis, espécie nativa da Caatinga e naturalmente adaptada a ambientes submetidos à irregularidade hídrica, elevada demanda evaporativa e frequente acúmulo de sais nos horizontes superficiais do solo.

Espécies arbóreas do semiárido frequentemente apresentam mecanismos fisiológicos que permitem a manutenção da germinação mesmo sob condições moderadas de estresse osmótico, incluindo maior eficiência no ajuste osmótico, preservação da integridade das membranas celulares e tolerância ao desbalanço iônico durante as fases iniciais do desenvolvimento (Albuquerque et al., 2012; Pereira et al., 2016; Alves-de-Oliveira et al., 2023). Estudos anteriores com a própria espécie já demonstraram que P. moniliformis apresenta capacidade de manter elevadas taxas germinativas mesmo sob potenciais osmóticos negativos, embora ocorram reduções progressivas no vigor e no crescimento inicial das plântulas à medida que a intensidade do estresse aumenta (Pereira et al., 2016).

Esse comportamento ajuda a explicar a significância observada para a primeira contagem de germinação e para o comprimento das plântulas, mas não para a germinação final. Enquanto a germinação representa uma medida da capacidade máxima de emissão da radícula ao final do teste, a primeira contagem e o crescimento

inicial constituem indicadores mais sensíveis do vigor, sendo capazes de detectar alterações sutis na velocidade de mobilização de reservas, na retomada do metabolismo e nos processos de expansão celular (Finch-Savage e Bassel, 2016; Wolny et al., 2018). Dessa forma, os resultados sugerem que o principal efeito da salinidade ocorreu sobre a dinâmica temporal da germinação e sobre o crescimento subsequente das plântulas, e não necessariamente sobre a capacidade final de germinar.

Outro aspecto relevante foi a ausência de interação significativa entre os fatores extrato de algas e salinidade. Estatisticamente, este resultado indica que o comportamento relativo dos tratamentos permaneceu relativamente constante ao longo do gradiente salino avaliado, sem ocorrência de mudanças expressivas na classificação dos tratamentos em função do aumento da concentração de NaCl. Em outras palavras, os benefícios promovidos pelo condicionamento com G. birdiae tenderam a ocorrer de maneira relativamente uniforme nos diferentes ambientes salinos, caracterizando um efeito predominantemente aditivo e não dependente da intensidade do estresse.

Sob o ponto de vista fisiológico, esse comportamento sugere que os compostos bioativos presentes no extrato atuaram principalmente promovendo melhorias gerais na qualidade fisiológica das sementes, e não exclusivamente ativando mecanismos específicos de tolerância ao sal. Resultados semelhantes têm sido reportados para bioestimulantes à base de algas, nos quais os incrementos em germinação e crescimento inicial são observados tanto em condições favoráveis quanto sob estresses abióticos, refletindo um aumento global da competência metabólica das sementes e da eficiência dos processos de estabelecimento inicial (Bhattacharyya et al., 2015; Bulgari et al., 2019; Biswas et al., 2023; Hameed et al., 2025).

Considerando a reduzida contribuição da interação entre os fatores e a predominância de respostas aditivas, optou-se pela utilização de abordagens multivariadas complementares para integrar simultaneamente o comportamento de todas as variáveis avaliadas e identificar os tratamentos mais promissores. Assim, análises baseadas no índice de soma de ranks de Mulamba e Mock, na análise de componentes principais (PCA) e no índice MGIDI foram empregadas para selecionar as combinações de tratamentos com maior desempenho global e maior proximidade do ideótipo desejado para o estabelecimento inicial de P. moniliformis sob condições de salinidade.

Considerando a baixa significância da interação entre os fatores observada na análise de variância e a necessidade de integrar simultaneamente as diferentes variáveis fisiológicas avaliadas, foi empregada a metodologia de soma de ranks proposta por Mulamba e Mock (1978), utilizando pesos diferenciados para germinação (3), primeira contagem de germinação (3), índice de velocidade de germinação (2), comprimento de plântulas (1) e massa seca de plântulas (1) (Figura 1). Essa abordagem permite a seleção simultânea de múltiplos caracteres de interesse, evitando decisões baseadas em uma única variável e proporcionando uma avaliação mais robusta do desempenho fisiológico global dos tratamentos.

Os resultados evidenciaram ampla variabilidade entre as combinações de extrato e salinidade, com valores do índice variando de 70,0 a 291,0. Os tratamentos A4_S2, A5_S2 e A1_S6 apresentaram os menores valores do índice de Mulamba e Mock, sendo classificados, respectivamente, como primeiro, segundo e terceiro melhores desempenhos globais. O tratamento A4_S2 destacou-se principalmente pela elevada

estabilidade entre as variáveis avaliadas, apresentando simultaneamente elevados ranks para germinação, primeira contagem, velocidade de germinação e crescimento inicial. De forma semelhante, A5_S2 apresentou excelente desempenho germinativo e elevada produção de biomassa, enquanto A1_S6 demonstrou comportamento particularmente interessante por manter elevado desempenho mesmo sob uma das maiores intensidades de estresse salino avaliadas.

Por outro lado, os tratamentos associados às maiores concentrações salinas, especialmente aqueles pertencentes ao nível S4, concentraram-se entre os menores desempenhos globais, destacando-se A3_S4, A5_S4 e A1_S4 como os tratamentos mais distantes do ideótipo desejado. Esse resultado indica que, embora a germinação final tenha apresentado relativa estabilidade frente ao estresse salino, os componentes de vigor e crescimento inicial mostraram-se mais sensíveis ao aumento da concentração de NaCl, corroborando observações anteriores para espécies florestais da Caatinga e para a própria Piptadenia moniliformis (Pereira et al., 2016; Alves-de-Oliveira et al., 2023).

A superioridade dos tratamentos contendo maiores concentrações do extrato de Gracilaria birdiae sugere a atuação dos compostos bioativos presentes na alga na manutenção da qualidade fisiológica das sementes e no estabelecimento inicial das plântulas. Polissacarídeos sulfatados, aminoácidos, compostos fenólicos e moléculas sinalizadoras presentes em extratos de macroalgas podem atuar promovendo ajuste osmótico, maior eficiência antioxidante e melhor reorganização metabólica durante a germinação, favorecendo a tolerância a condições adversas (Rouphael e Colla, 2020; Raja et al., 2023; Kumar et al., 2024).

A utilização do índice de Mulamba e Mock mostrou-se particularmente adequada para este estudo por permitir a identificação de tratamentos com desempenho equilibrado entre os diferentes componentes do vigor, característica essencial em programas de produção de mudas e restauração ecológica, nos quais a germinação isoladamente nem sempre representa o melhor indicador do potencial de estabelecimento em campo. Resultados semelhantes têm sido observados em estudos recentes envolvendo índices multicaracterísticos aplicados à seleção de tratamentos e bioestimulantes em sementes submetidas a estresses abióticos, demonstrando maior eficiência em comparação às análises univariadas tradicionais (Olivoto e Nardino, 2021; Zuffo et al., 2022).

Análise de componentes principais e identificação dos tratamentos superiores

A análise de componentes principais (PCA) permitiu integrar simultaneamente as variáveis de germinação, vigor e crescimento inicial, reduzindo a dimensionalidade dos dados e evidenciando os padrões de associação entre os tratamentos avaliados (Figura 2). Os dois primeiros componentes principais explicaram conjuntamente 60,0% da variabilidade total dos dados, sendo 38,1% atribuídos ao primeiro componente (PC1) e 21,9% ao segundo componente (PC2), valores considerados adequados para a interpretação biológica de experimentos envolvendo múltiplos caracteres fisiológicos em sementes e plântulas.

O primeiro componente principal apresentou associação positiva principalmente com comprimento e massa seca de plântulas, além de contribuir, em menor intensidade, para a germinação e a primeira contagem de germinação. Dessa forma, tratamentos localizados no quadrante positivo de PC1 apresentaram desempenho superior para

crescimento e estabelecimento inicial das plântulas. Em contraste, tratamentos posicionados no lado negativo desse eixo estiveram associados à redução do crescimento e menor acúmulo de biomassa, refletindo maior impacto do estresse sobre o desenvolvimento inicial.

O segundo componente principal mostrou maior associação com o índice de velocidade de germinação (IVG), evidenciando um gradiente relacionado principalmente ao vigor inicial das sementes. A disposição dos vetores indicou ainda forte correlação positiva entre germinação, primeira contagem, comprimento e massa seca, sugerindo que tratamentos que favoreceram a germinação também promoveram maior crescimento e acúmulo de biomassa. Esse comportamento é frequentemente observado em estudos de vigor de sementes, uma vez que a rápida retomada do metabolismo durante a germinação tende a resultar em maior eficiência na mobilização de reservas e no crescimento subsequente das plântulas (Finch-Savage e Bassel, 2016; Rajjou et al., 2012).

Os tratamentos A4_S2, A5_S2 e A1_S6 destacaram-se claramente no quadrante positivo de PC1, posicionando-se próximos aos vetores associados à germinação, vigor e crescimento, indicando elevada proximidade com o ideótipo desejado para estabelecimento inicial sob condições salinas. Esses resultados corroboram diretamente a classificação obtida pelo índice de Mulamba e Mock, reforçando a robustez da seleção multicaracterística e indicando que esses tratamentos apresentaram desempenho superior de forma consistente entre as diferentes metodologias empregadas.

Particularmente interessante foi o comportamento do tratamento A1_S6, que apresentou elevado desempenho mesmo sob um dos maiores níveis de salinidade avaliados. Esse resultado sugere que Piptadenia moniliformis possui mecanismos intrínsecos de tolerância ao estresse osmótico durante a fase germinativa, característica já descrita anteriormente para espécies da Caatinga e para a própria espécie (Albuquerque et al., 2012; Pereira et al., 2016). Por outro lado, os tratamentos A4_S2 e A5_S2 indicam que concentrações intermediárias e elevadas do extrato de Gracilaria birdiae potencializaram a expressão desse potencial fisiológico, favorecendo simultaneamente germinação, vigor e crescimento inicial.

Em oposição, os tratamentos associados ao grupo localizado no quadrante inferior esquerdo, especialmente aqueles envolvendo o nível salino S4, apresentaram os menores desempenhos globais, caracterizados por baixos valores de germinação, crescimento e acúmulo de biomassa. A separação espacial desses tratamentos evidencia que o aumento da intensidade do estresse salino passa a comprometer principalmente processos relacionados à expansão celular e ao crescimento das plântulas, variáveis reconhecidamente mais sensíveis ao estresse do que a germinação final propriamente dita (Munns e Tester, 2008; Acosta-Motos et al., 2017; van Zelm et al., 2020).

A proximidade dos tratamentos superiores aos vetores de germinação, crescimento e massa seca sugere que os compostos bioativos presentes no extrato de G. birdiae atuaram favorecendo mecanismos fisiológicos relacionados ao ajuste osmótico, manutenção da integridade das membranas e maior eficiência antioxidante durante o estabelecimento inicial das plântulas. Polissacarídeos sulfatados, aminoácidos, compostos fenólicos e moléculas sinalizadoras presentes em extratos de macroalgas têm sido frequentemente associados ao aumento da tolerância a estresses abióticos e ao

fortalecimento do metabolismo germinativo (Rouphael e Colla, 2020; Raja et al., 2023; Kumar et al., 2024).

De forma geral, a PCA confirmou os resultados obtidos pela análise univariada e pelo índice de Mulamba e Mock, evidenciando que os tratamentos A4_S2, A5_S2 e A1_S6 apresentaram a melhor combinação entre germinação, vigor e crescimento inicial, constituindo as alternativas mais promissoras para a produção de mudas de P. moniliformis destinadas a programas de restauração e revegetação em ambientes sujeitos à salinização crescente dos solos semiáridos.

Seleção simultânea dos tratamentos pelo índice MGIDI

A análise pelo índice MGIDI (Multi-trait Genotype-Ideotype Distance Index) permitiu a seleção simultânea dos tratamentos considerando todas as variáveis fisiológicas avaliadas e a proximidade em relação ao ideótipo previamente definido, caracterizado por elevados valores de germinação, vigor e crescimento inicial das plântulas (Figura 3). Adotando-se uma intensidade de seleção de 15%, correspondente à escolha dos cinco melhores tratamentos dentre as trinta combinações avaliadas, foram selecionados os tratamentos A4_S1, A5_S3, A4_S4, A1_S2 e A4_S2, os quais apresentaram os menores valores de MGIDI e, consequentemente, maior proximidade do perfil fisiológico ideal.

Os valores do índice variaram de 0,908 a 6,458, evidenciando ampla variabilidade no desempenho fisiológico entre os tratamentos avaliados. O tratamento A4_S1 apresentou a menor distância em relação ao ideótipo (MGIDI = 0,908), indicando elevada estabilidade e desempenho equilibrado entre todas as variáveis consideradas. De forma semelhante, os tratamentos A5_S3, A4_S4 e A4_S2 apresentaram baixos valores do índice, sugerindo que concentrações intermediárias e elevadas do extrato de Gracilaria birdiae favoreceram simultaneamente múltiplos componentes do vigor e do crescimento inicial das plântulas.

A predominância dos tratamentos contendo as maiores concentrações do extrato entre os selecionados pelo MGIDI reforça a hipótese de que os compostos bioativos presentes em G. birdiae atuaram promovendo benefícios fisiológicos amplos, incluindo maior eficiência metabólica durante a germinação, melhor aproveitamento das reservas e maior capacidade de crescimento sob condições de estresse. Extratos de macroalgas são reconhecidamente ricos em polissacarídeos sulfatados, aminoácidos, compostos fenólicos e moléculas sinalizadoras capazes de estimular mecanismos relacionados ao ajuste osmótico, atividade antioxidante e manutenção da integridade celular em ambientes salinos (Rouphael e Colla, 2020; Raja et al., 2023; Kumar et al., 2024).

Por outro lado, os maiores valores do índice foram observados nos tratamentos A2_S5, A3_S6 e A1_S5, indicando maior distância em relação ao ideótipo e menor desempenho fisiológico global. Esses resultados sugerem que determinadas combinações entre níveis salinos mais elevados e concentrações intermediárias do extrato podem não ter sido suficientes para compensar completamente os efeitos negativos do estresse osmótico sobre o desenvolvimento inicial das plântulas.

Embora exista concordância parcial entre os tratamentos selecionados pelo MGIDI e aqueles identificados pelo índice de Mulamba e Mock e pela PCA, observa-se que cada metodologia enfatiza diferentes aspectos do desempenho fisiológico. Enquanto o índice

de Mulamba e Mock privilegia a ordenação relativa das variáveis e a PCA destaca os padrões de associação multivariada, o MGIDI considera simultaneamente a distância euclidiana ao ideótipo desejado após a redução da dimensionalidade dos dados, sendo atualmente considerado um dos métodos mais robustos para seleção simultânea de múltiplos caracteres (Olivoto e Nardino, 2021).

A divergência parcial entre os métodos não representa inconsistência estatística, mas sim complementaridade analítica, uma vez que diferentes abordagens multivariadas capturam distintos componentes da variabilidade biológica dos dados. Nesse contexto, a convergência observada para tratamentos como A4_S2 e A4_S1 entre as diferentes metodologias empregadas reforça a elevada estabilidade e superioridade fisiológica dessas combinações, indicando elevado potencial para utilização em programas de produção de mudas e restauração ecológica em ambientes sujeitos à salinização dos solos.

Conclusão

O condicionamento fisiológico com extrato aquoso de Gracilaria birdiae melhorou o desempenho fisiológico de sementes de Piptadenia moniliformis, promovendo maior germinação e crescimento inicial das plântulas.

A salinidade apresentou efeito limitado sobre a germinação final da espécie, evidenciando elevada tolerância durante a fase germinativa, embora variáveis relacionadas ao vigor e ao crescimento tenham sido mais sensíveis ao aumento da concentração salina.

As análises multivariadas identificaram o condicionamento com 15 mL L^{-1} de extrato de G. birdiae associado a 1,0 g L^{-1} de NaCl e 20 mL L^{-1} de extrato associado a 1,0 g L^{-1} de NaCl como as combinações de melhor desempenho global, reunindo elevados valores de germinação, vigor e crescimento inicial das plântulas.

Os resultados demonstram o potencial do extrato de G. birdiae como bioestimulante natural para a produção de mudas e o estabelecimento inicial de P. moniliformis em ambientes sujeitos à salinização dos solos do semiárido brasileiro.

Referências

ACOSTA-MOTOS, J. R.; ORTUÑO, M. F.; BERNAL-VICENTE, A.; DIAZ-VIVANCOS, P.; SANCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNANDEZ, J. A. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. Agronomy, v. 7, n. 1, p. 18, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy7010018.

ALBUQUERQUE, M. B.; SANTOS, R. C.; LIMA, L. M.; MELO FILHO, P. A.; SANTOS, C.; GONÇALVES, E. P.; FERNANDES, P. D. Behavior of Piptadenia

moniliformis Benth. seeds under water stress. Industrial Crops and Products, v. 36, n. 1, p. 316-320, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.10.023.

ALVES-DE-OLIVEIRA, J.; SILVA, A. C.; MEDEIROS, R.; SANTOS, F. L. Germination and initial growth of Caatinga forest species under abiotic stress. Journal of Arid Environments, v. 208, p. 104870, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104870.

BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. The Plant Cell, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, 1997. DOI: https://doi.org/10.1105/tpc.9.7.1055.

BHATTACHARYYA, D.; BABGOHARI, M. Z.; RATHOR, P.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants in agriculture: past, present and future. Journal of Applied Phycology, v. 27, p. 1931-1956, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/s10811-014-0466-2.

BISWAS, S.; SARAF, S.; RAHMAN, M. Seed priming: a technological intervention to modulate seed germination and seedling vigor under environmental stress. Plant Growth Regulation, v. 99, p. 15-32, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s10725-022-00892-1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA, 2009.

BULGARI, R.; FRANZONI, G.; FERRANTE, A. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. Agronomy, v. 9, n. 9, p. 545, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy9090545.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil, v. 383, p. 3-41, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8.

CRAIGIE, J. S. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture and agriculture. Journal of Applied Phycology, v. 23, p. 371-393, 2011. DOI: https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4.

DALIAKOPOULOS, I. N.; TSANIS, I. K.; KOUTROULIS, A.; KASTE, K. The threat of soil salinity: a European scale review. Science of the Total Environment, v. 573, p. 727-739, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.177.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, v. 196, p. 3-14, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. Journal of Experimental Botany, v. 67, n. 3, p. 567-591, 2016. DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/erv490.

HAMEED, A.; HUSSAIN, S.; IMRAN, M. Advanced seed priming techniques for sustainable crop production under changing climate scenarios. Journal of Plant Growth Regulation, v. 44, p. 112-129, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s00344-024-11324-x.

IRIK, S.; KARATAS, A.; UNAL, S. Ion toxicity and membrane lipid peroxidation in woody plants under saline conditions. Environmental and Experimental Botany, v. 218, p. 105580, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105580.

ISAYENKOV, S. V.; MAATHUIS, F. J. M. Plant salinity stress: many unanswered questions remain. Frontiers in Plant Science, v. 10, p. 80, 2019. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00080.

KHAN, W.; RAYIRATH, U. P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M. N.; RAYORATH, P.; HODGES, D. M.; CRITCHLEY, A. T.; CRAIGIE, J. S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. Journal of Plant Growth Regulation, v. 28, p. 386-399, 2009. DOI: https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2020.

KUMAR, M.; ROY, S.; JHA, B. Algal biostimulants: signaling molecules and regulatory pathways in plant abiotic stress tolerance. Algal Research, v. 78, p. 103395, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103395.

MACHADO, R. M. A.; SERRALHEIRO, R. P. Soil salinity: effect on vegetable crop growth and management practices to prevent and mitigate soil salinization. Horticulturae, v. 3, n. 2, p. 30, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/horticulturae3020030.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, v. 2, p. 176-177, 1962.

MAMEDE, M. E.; SILVA, J. L.; CASTRO, A. M. Sulfated polysaccharides from red seaweed Gracilaria genus: extraction, bioactivity, and agricultural potential. Carbohydrate Polymers, v. 312, p. 120810, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120810.

MANONO, J.; ZHOU, Y.; ZHANG, X. Dynamics of seed imbibition phases under saline stress: a physiological and molecular review. Seed Science Research, v. 35, p. 15-28, 2025. DOI: https://doi.org/10.1017/S096025852400012X.

MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D. SAPL®: a free software for determining the physiological potential in soybean seeds. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 48, p. 222-228, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-40632018v4852340.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, v. 59, p. 651-681, 2008. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911.

NONOGAKI, H. Seed dormancy and germination: emerging mechanisms and new perspectives. Frontiers in Plant Science, v. 5, p. 564, 2014. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00564.

OLIVOTO, T.; NARDINO, M. MGIDI: toward an effective multivariate selection in biological experiments. Bioinformatics, v. 37, n. 10, p. 1383-1389, 2021. DOI: https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btaa981.

PANUCCIO, M. R.; JACOBSEN, S. E.; AKHTAR, S. S.; MUSCOLO, A. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of different quinoa cultivars. Plants, v. 3, n. 1, p. 19-31, 2014. DOI: https://doi.org/10.3390/plants3010019.

PAPARELLA, S.; ARAUJO, S. S.; ROSSI, G.; WIJAYASINGHE, M. M.; CARBONERA, D.; BALESTRAZZI, A. Seed priming: state of the art and new perspectives. Plant Cell Reports, v. 34, p. 1281-1293, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/s00299-015-1784-y.

PARIHAR, P.; SINGH, S.; SINGH, R.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. Environmental Science and Pollution Research, v. 22, p. 4056-4075, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-014-3729-1.

PEREIRA, M. D.; ALVES, F. L.; SILVA, T. R. Germinação e vigor de sementes de Piptadenia moniliformis Benth. sob estresse salino. Ciência Florestal, v. 26, n. 3, p. 1025-1034, 2016. DOI: https://doi.org/10.5902/1980509825044.

PEREIRA, M. D.; DIAS, M.; SANTOS, A. C. Aqueous extract of the red seaweed Gracilaria birdiae as a natural biostimulant for agricultural crops. Journal of Applied Phycology, v. 37, p. 415-427, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s10811-024-03350-x.

RADY, M. M.; EL-YAZAL, M. A. S.; TAHA, R. S. Extracts of the cyanobacterium Arthrospira platensis as natural biostimulants enhance growth, yield, and physiological performance of plants under stress. Journal of Applied Phycology, v. 30, p. 2341-2354, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s10811-018-1475-9.

RAJA, R.; MISHRA, A.; JHA, B. Seaweed liquid extracts as biostimulants: modern tools for sustainable agriculture. Trends in Plant Science, v. 28, n. 8, p. 892-905, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tplants.2023.03.012.

RAJJOU, L.; DUVAL, M.; GALLARDO, K.; CATUSSE, J.; BALLY, J.; JOB, C.; JOB, D. Seed germination and vigor. Annual Review of Plant Biology, v. 63, p. 507-533, 2012. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105550.

RENGASAMY, P. Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. Functional Plant Biology, v. 37, p. 613-620, 2010. DOI: https://doi.org/10.1071/FP09249.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G. Toward a sustainable agriculture through plant biostimulants: from herbage extract to bio

Anexos

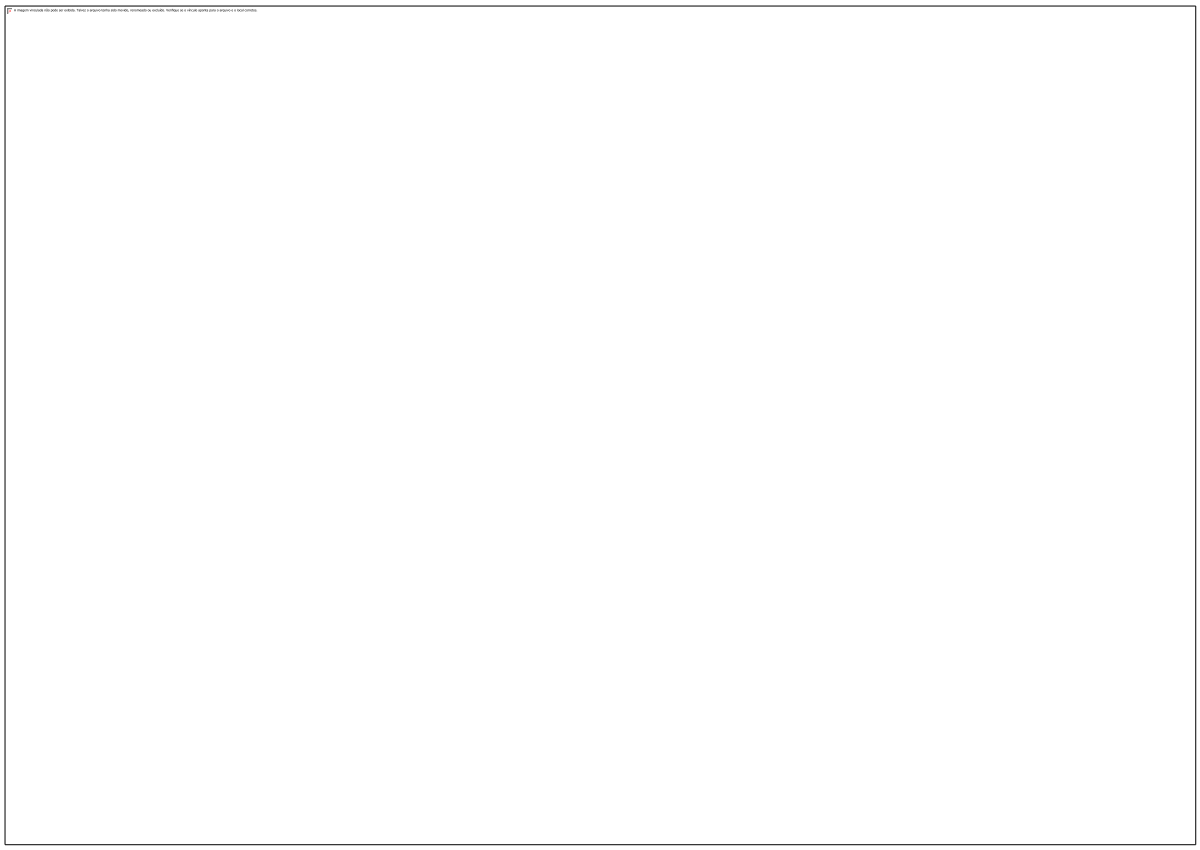


tabela 1. Quadrados médios da análise de variância para germinação, vigor e crescimento inicial de plântulas de Piptadenia moniliformis submetidas ao condicionamento com extrato de Gracilaria birdiae sob diferentes níveis de salinidade.

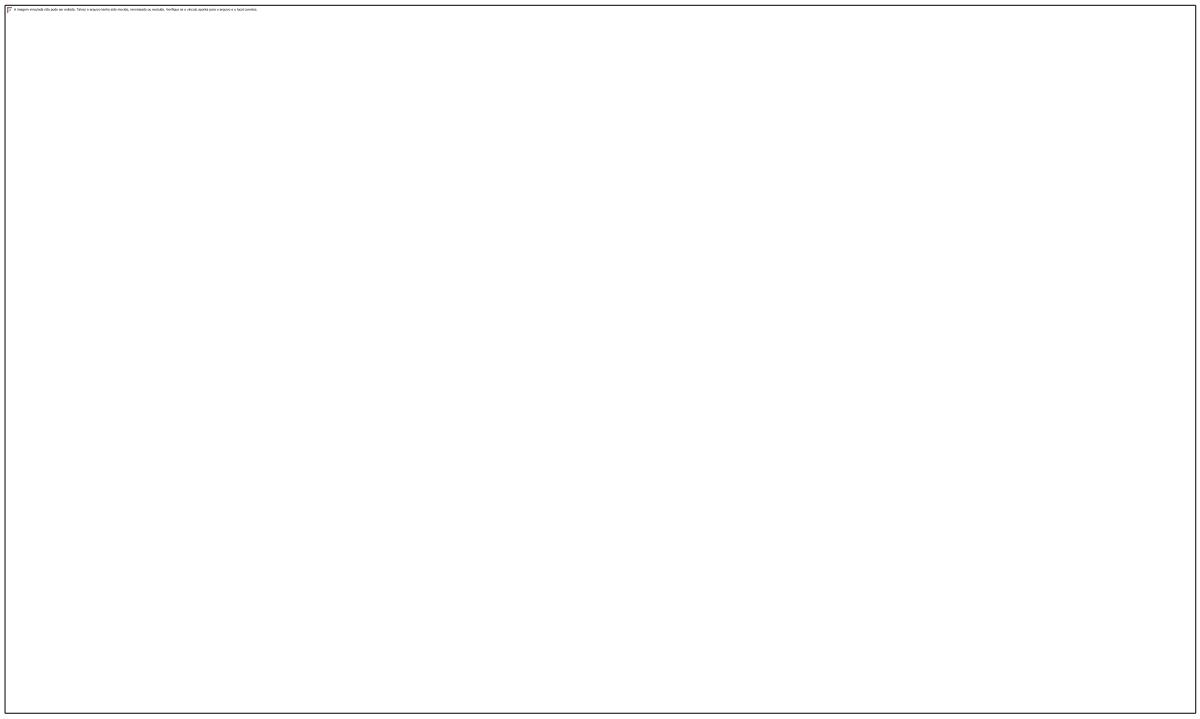


figura 1. Heatmap dos ranks e classificação dos tratamentos pelo índice de soma de ranks de Mulamba e Mock (1978), considerando variáveis de germinação, vigor e crescimento inicial de plântulas de Piptadenia moniliformis submetidas ao condicionamento com

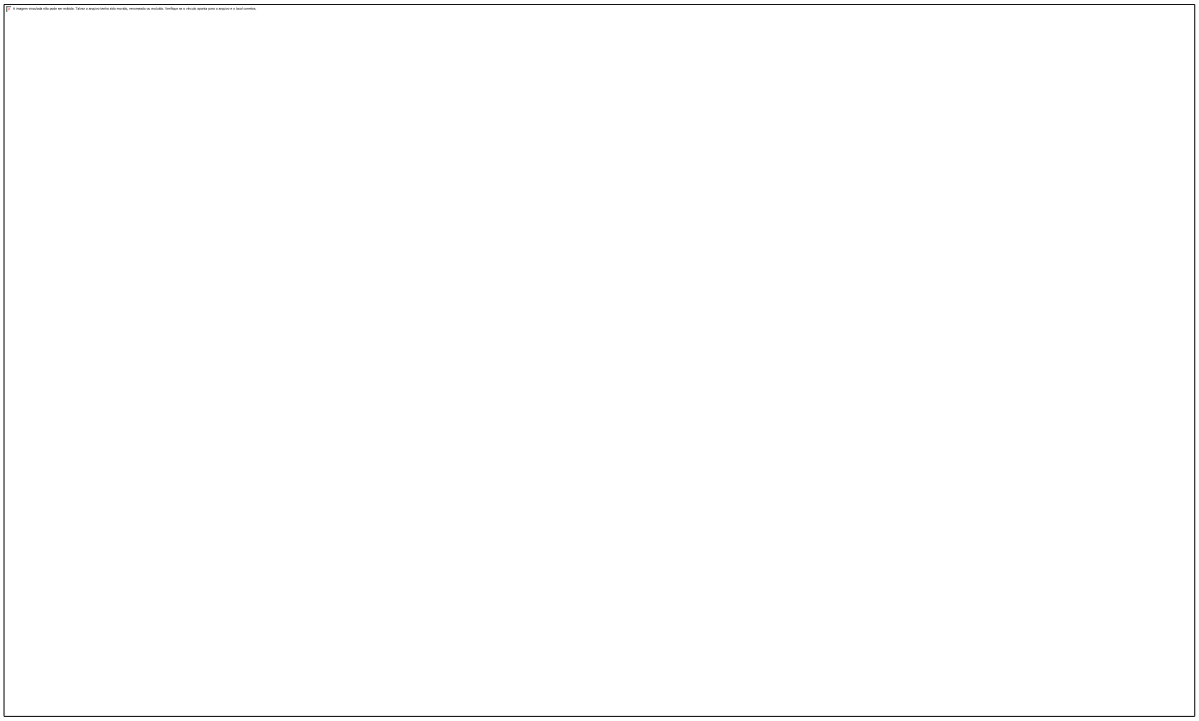


figura 2. Análise de componentes principais (PCA) das variáveis de germinação, vigor e crescimento inicial de plântulas de Piptadenia moniliformis submetidas ao condicionamento com extrato de Gracilaria birdiae sob diferentes níveis de salinidade.

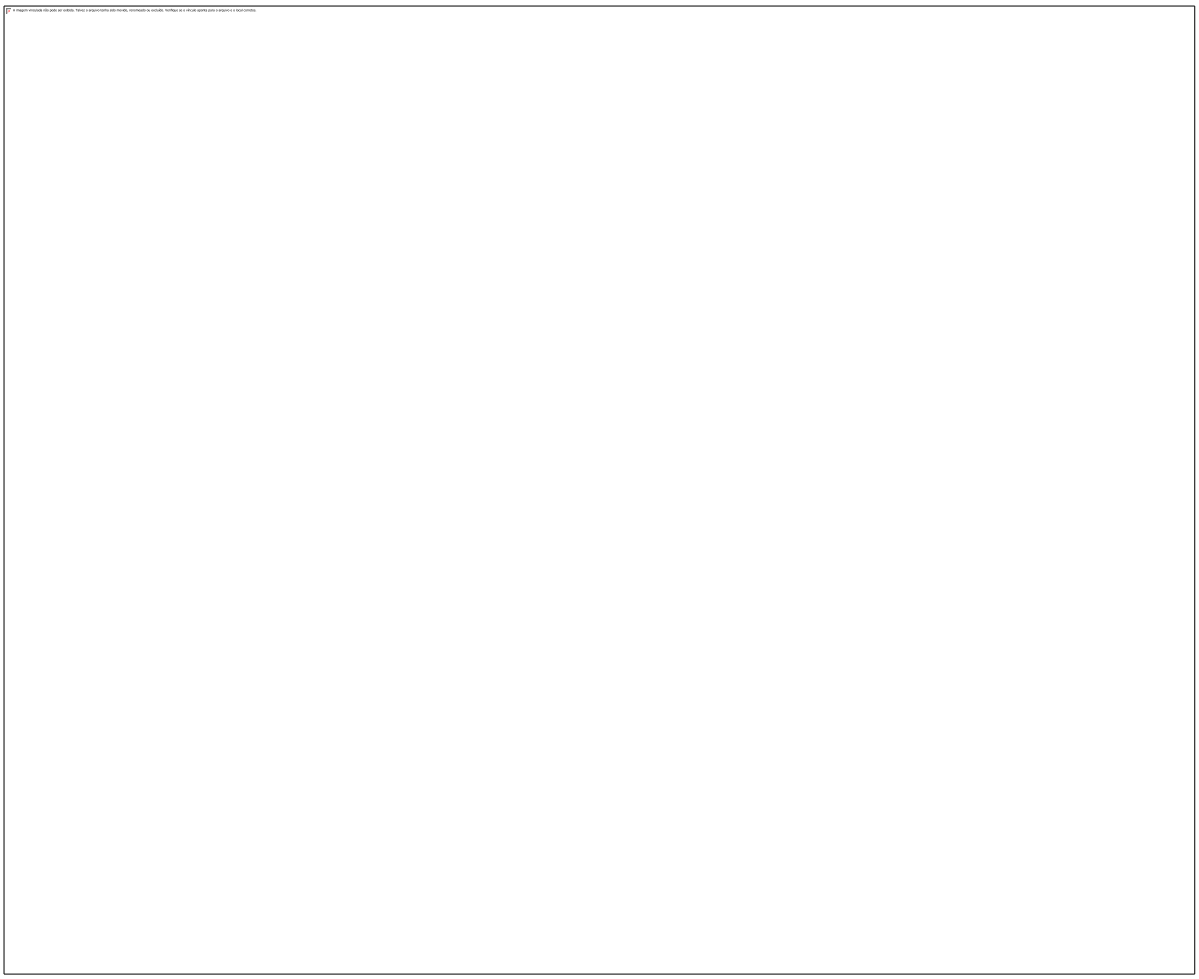


figura 3. Seleção simultânea dos tratamentos pelo índice MGIDI (Multi-trait Genotype-Ideotype Distance Index) considerando variáveis de germinação, vigor e crescimento inicial de plântulas de Piptadenia moniliformis condicionadas com extrato de Gracilaria

CÓDIGO: SB0161

AUTOR: ALEXANDRE CRUZ DA SILVA

ORIENTADOR: FABIO MAGNO DA SILVA SANTANA

TÍTULO: COMERCIALIZAÇÃO DE PESCADO NA FEIRA LIVRE DE PARNAMIRIMApesar do título do projeto se referir a Parnamirim, por motivos financeiros do bolsista foi realizado no município de VILA FLOR onde resido.

Resumo

As feiras livres são locais populares de venda de produtos de origem animal e vegetal, na qual oferece uma ampla variedade desses artigos em uma só localidade, facilitando dessa forma, a relação de oferta e procura. É devido a essa importante função deixada como herança das antigas civilizações que se faz necessário que os feirantes sejam precursores a assegurar mercadorias de excelente qualidade, livres de vestígios de contaminantes para que tal atividade seja praticada de forma não prejudicial. Dessa forma, este trabalho, objetivou-se na avaliação das condições higiênicos-sanitárias dos feirantes, pontos de venda e do próprio alimento na feira do município de Vila Flor no Estado do Rio Grande do Norte. Os resultados foram obtidos através de análises qualitativas realizada pela aplicação de questionários e check-list, na feira do município. Foram entrevistados 3 feirantes. Eles vendem cerca de 10 a 50 kg de pescado de diferentes espécies dependendo da semana. As espécies comercializadas foram: atum; albacora; camarão cinza;tilápia;tainha;carapeba; marisco e sururu. Através do trabalho constatamos espécies frescas porém verifica-se uma falta de organização pois os feirantes não seguem as normas adequadas referentes as Boas Práticas de Comercialização do Pescado.

Palavras-chave: feira-livre; pescado; qualidade; segurança dos alimentos; feirantes

TITLE: Fish Marketing at the Parnamirim Open-Air Market

Abstract

Open-air markets are popular venues for selling animal and plant-based products, offering a wide variety of items in a single location and thereby facilitating the balance of supply and demand. Given this important function—a legacy of ancient

civilizations—it is essential that vendors take the lead in ensuring high-quality, contaminant-free merchandise so that the activity is conducted safely. Accordingly, this study aimed to evaluate the hygienic-sanitary conditions of the vendors, sales points, and the food products themselves at the market in the municipality of Vila Flor, Rio Grande do Norte. Results were obtained through qualitative analyses using questionnaires and checklists at the market. Two vendors were interviewed; they sell approximately 50 kg of various fish species, depending on the week. The species sold included Atum, albacora camarão cinza tilapia, tainha, carapeba, marisco e sururu. The study found the products to be fresh; however, a lack of organization was observed, as vendors do not adhere to the proper standards for Good Practices in Fish Marketing.

Keywords: open-air market; fish; quality; food safety; market vendors

Introdução

A aquicultura é o cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático. Existem registros de que os chineses já tinham conhecimentos sobre essas técnicas há muitos séculos e de que os egípcios criavam a Tilápia há cerca de quatro mil anos (Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA). O pescado é um componente extremante importante na dieta humana, como fonte de nutrientes (proteínas, lipídeos e componentes bioativos), dessa forma o mercado do pescado contribui para o fornecimento de uma grande variedade de produtos e subprodutos para o consumo, onde o peixe é o componente principal (GONÇALVES, 2011). Apesar disso, o pescado, tendo em vista sua composição química, é um dos alimentos que perde qualidade, se deteriora com relativa facilidade e pode-se afirmar, logo que é retirado da água, o pescado experimenta uma serie de fenômenos naturais que levam a sua deterioração, ou seja, entre a captura e o aparecimento do “rigor-mortis” ocorre perda de qualidade, que se caracteriza por dois fenômenos bioquímicos: a autólise e a degradação do ATP (adenosinatrifosfato), que mesmo ocorrendo simultaneamente, permite diferenciação (BARROS, 2003). Esse alimento é inerentemente perecível. Dessa forma, é necessário saber que estas alterações ocorrerão naturalmente, mas a velocidade com que elas se instalam poderá ser acelerada, pois o pescado também está sujeito a contaminação pelos mais variados microrganismos tanto com os organismos adquiridos no meio aquático, como durante as diferentes etapas de pesca, transporte e distribuição. A feira livre no mundo inteiro é um dos métodos utilizado desde a época de escambo e das negociações, das operações de câmbio e de apertos de mão (CORSI, 2014). Este método no Brasil constitui modalidade de mercado varejista ao ar livre, de periodicidade semanal, organizada como serviço de utilidade pública pela municipalidade e voltada para a distribuição local de gêneros alimentícios e produtos básicos (RIBEIRO, 2007). Porém, a venda de alimentos em feiras, principalmente os de origem animal, pode levar a alterações na qualidade dos produtos, se estes estiverem expostos nas barracas de forma inadequada sem refrigeração e sem proteção contra insetos e partículas presentes no ar (CORREIA, et at., 1997). Dentre os principais fatores que podem ocasionar alterações na qualidade dos alimentos destacam-se: a falta de infraestrutura e espaço adequado nos quiosques, a ausência de equipamentos de conservação bem como a falta de água encanada, manutenção e higienização inadequadas dos alimentos, dos utensílios e dos manipuladores e a

presença de vetores e pragas (SOUSA, et al., 2007). Essa alteração de qualidade, contaminação, pode ser evitada se os vendedores estiverem: uniformizados, com aventais limpos, de cor clara, gorro e rede para cabelo, sapatos fechados, bancadas de aço inoxidável, limpas e bem conservadas (ROSA, 2001). Com a manipulação do alimento, sendo feita de acordo com a RDC ANVISA 216/2004 (BRASIL, 2004), necessitando alguns cuidados específicos de maneira a não comprometer a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos. O objetivo deste trabalho foi o de obter o diagnóstico sobre a comercialização do pescado na feira-livre do município de Vila Flor-RN.

Metodologia

A pesquisa realizada foi de caráter exploratório e fundamentou-se em análises qualitativas e investigativas, por intermédio de observações e aplicação de questionários e Check-list para a obtenção dos diagnósticos da realidade encontrada na localização, na manipulação dos produtos comercializados e na adequação dos feirantes aos requisitos gerais de higiene, percebendo se estes oferecem ou não risco ao consumidor. A pesquisa foi efetuada no período entre junho e novembro de 2015, nos sábados e/ou domingos no munícipio Vila Flor estabelecido no estado do Rio Grande do Norte. Os dados obtidos, mediante as análises, foram coletados durante as visitas.

Foi realizada uma inspeção sanitária em relação aos comerciantes, características de armazenamento e exposição do produto à venda de acordo com a portaria n° 1428/93, e quanto às práticas de manipulação conforme a portaria n° 326/97 do Ministério da Saúde. Foram analisados os seguintes requisitos:

· Procedência do pescado; · Presença ou não te atravessadores; · Quantidade de quilos vendida por banca; · Espécies comercializadas; · Higienização das bancas; · Higienização e manutenção dos utensílios;

· Técnica de higienização;

· Uso de uniforme adequado;

· Manutenção do uniforme;

· Proteção para cabelo (Tocas e bonés); · Manipulação simultânea de dinheiro e alimento; · Falar, cantar ou assobiar no momento da manipulação; · Ausência de ferimentos; · Unhas curtas e limpas; · Ausência de adornos; · Conservação do produto durante a comercialização.

Resultados e Discussões

Foram realizadas 3 visitas inopinadas a feira-livre do município de Vila Flor; localizado no Afreste Potiguar situado a cerca de 90 km de distância da capital do estado do Rio Grande do Norte Natal.

Durante as visitas foram aplicados o Check-List e um quesationário elaborado pelo orientador com base nas normas da ANVISA.

Foram encontradas 5 (cinco) espécies de peixe : Atum; Albacora; Tainha; Tilápia e Carapeba. Também encontramos o Camarão cinza além de marisco e sururu. Todas as espécies são provenientes da região litorãnea (Barra do Cunhaú) onde são péscados ou cultivados (camarão-cinza).

Através das entrevistas foi relatado pelos pescadores a venda de uma média de 10 a 50 kg de pescado. Os preços variam de acordo com cada espécie relatada mas variam em torno de R$30 a R$ 50.

Foi notada que as espécies não estavam resfriadas pois estavam expostas nas bancadas sem ação do gelo nem armazenadas em caixas térmicas apesar de ter sido relatado que eram transportadas em caixas térmicas com gelo.

Sobre os feirantes foi verificado que não possuiam Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Não existia pessoa exclusiva para a manipulação do pescado pois os mesmos feirantes vendiam e faziam a cobrança das vendas. Verificamos a presença de água poitável para a limpeza dos utensílios e facas.

Conclusão

Apesar das espécies comercializadas na Feira-Livre do município de Vila Flor apresentarem boas características organolépticas quanto ao seu frescor, não estavam armazenadas corretamente em relação a sua conservação pois não havia o uso do frio (gelo) estavam dispostas em bancadas. Sobre os feirantes estes não possuiam instrução acerca da utilização de equipamentos de proteção individual, conservação dos produtos, controle da higiene pessoal e do local onde são vendidos. Sendo assim, se faz necessário que os gestores públicos de cada localidade tomem consciência dos problemas apresentados e se posicionem para que uma atitude seja realizada, pois é evidente que tais locais carecem de técnicos e cursos gratuitos para auxiliar tais comerciantes, assegurando assim, o sucesso das vendas e a garantia de um alimento de excelente qualidade para os consumidores.

Referências

GERMANO M.I.S.; GERMANO, P.M.L.I.; KAMEI, C.A.K.; ABREU, E.S.; RIBEIRO, E.R.; SILVA, K.C.; LAMARGO, L.C.A.; ROCHA, M.E.G.; VIEIRA, V.K.I.

KAWASAKI, V.M. Manipuladores de alimentos: Capacitar? É preciso, Regulamentar? Será preciso? Revista Higiene Alimentar, v. 14, n.78/79, 2000.

MENDONÇA, S.C.; CORREIA, R.T.P.; ALBINO, E. Condições higiênico-sanitárias de mercados e feiras-livres da cidade de Recife-PE. Revista Higiene Alimentar, v. 16, n. 94, p. 20-25, 2002.

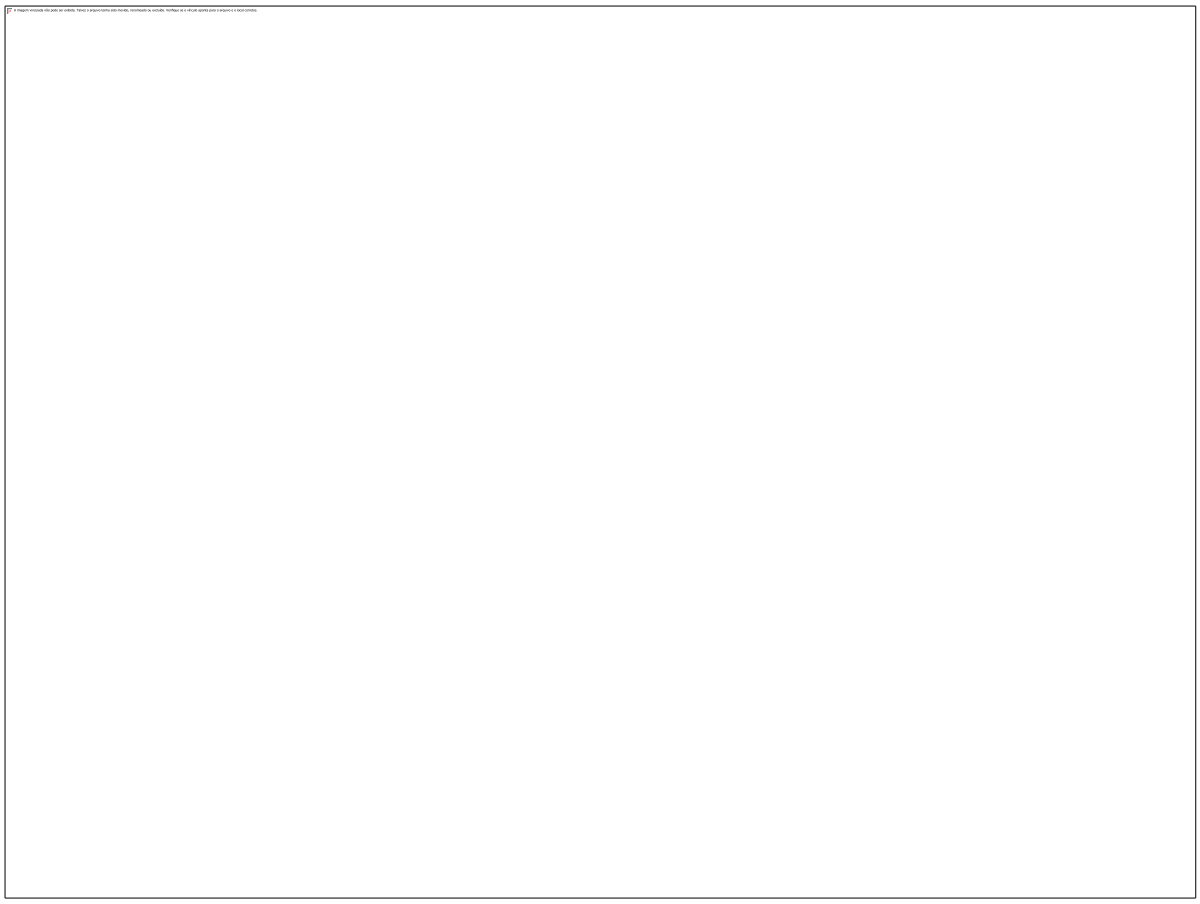
BARROS, G. C. Perda de qualidade do pescado, deteriora e putrefação. Revista CFMV Conselho Federal de Medicina Veterinária. Brasília: a. 9, n. 30, p.59-64, set. a dez., 2003.

A situação da Aquacultura e da pesca no Brasil e no mundo. . Acesso em Outubro de 2015.

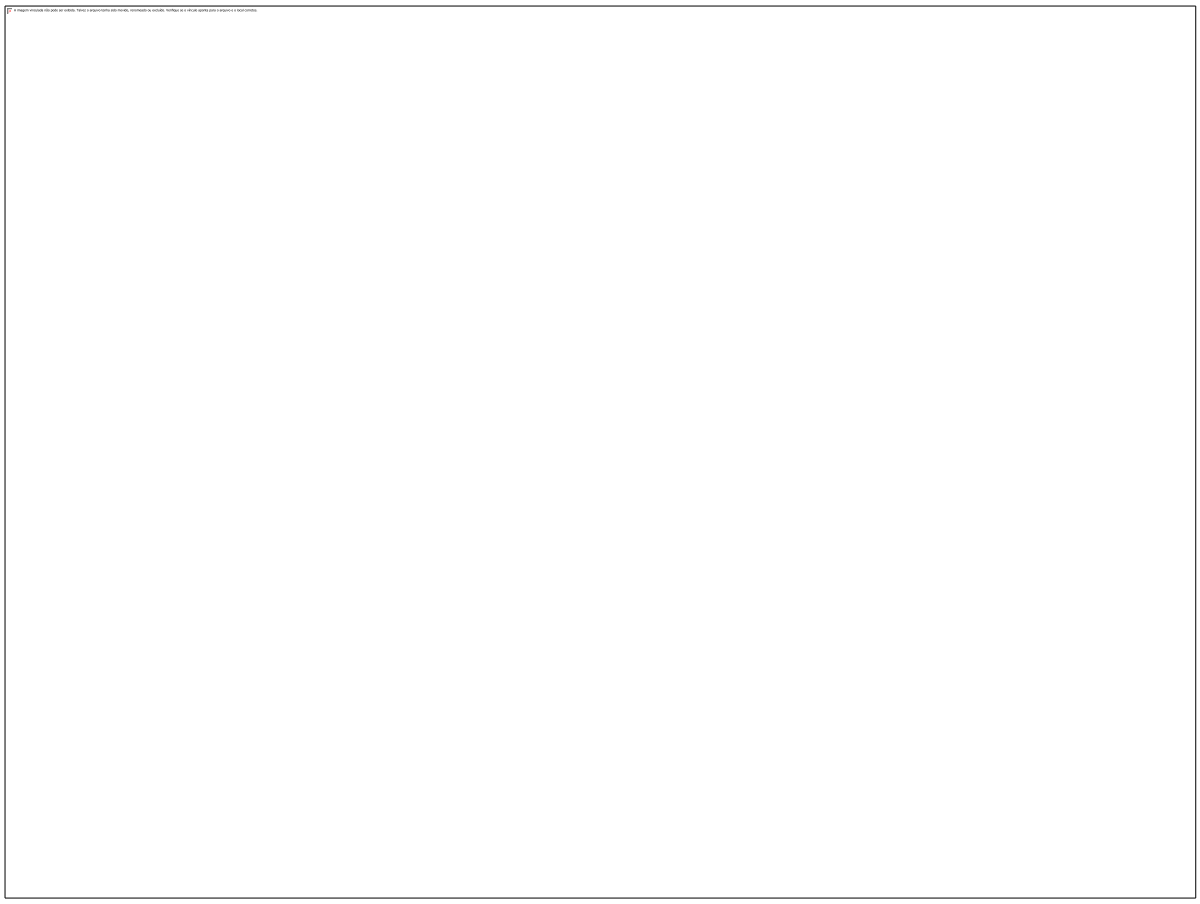
Análise das condições de Higiene na Comercialização de Alimentos em uma Feira livre do Distrito Federal. < http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cSdPrrDNnsJ:www.publicacoesacademicas.uniceub.br/index.php/cienciasaude/article/download/883/853+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br >. Acesso em Outubro de 2015.

Avaliação das Condições Higiênico-Sanitárias da Feira Livre da Colônia dos Pescadores no Município de Uruçuí- PI. . Acesso em Outubro de 2015.

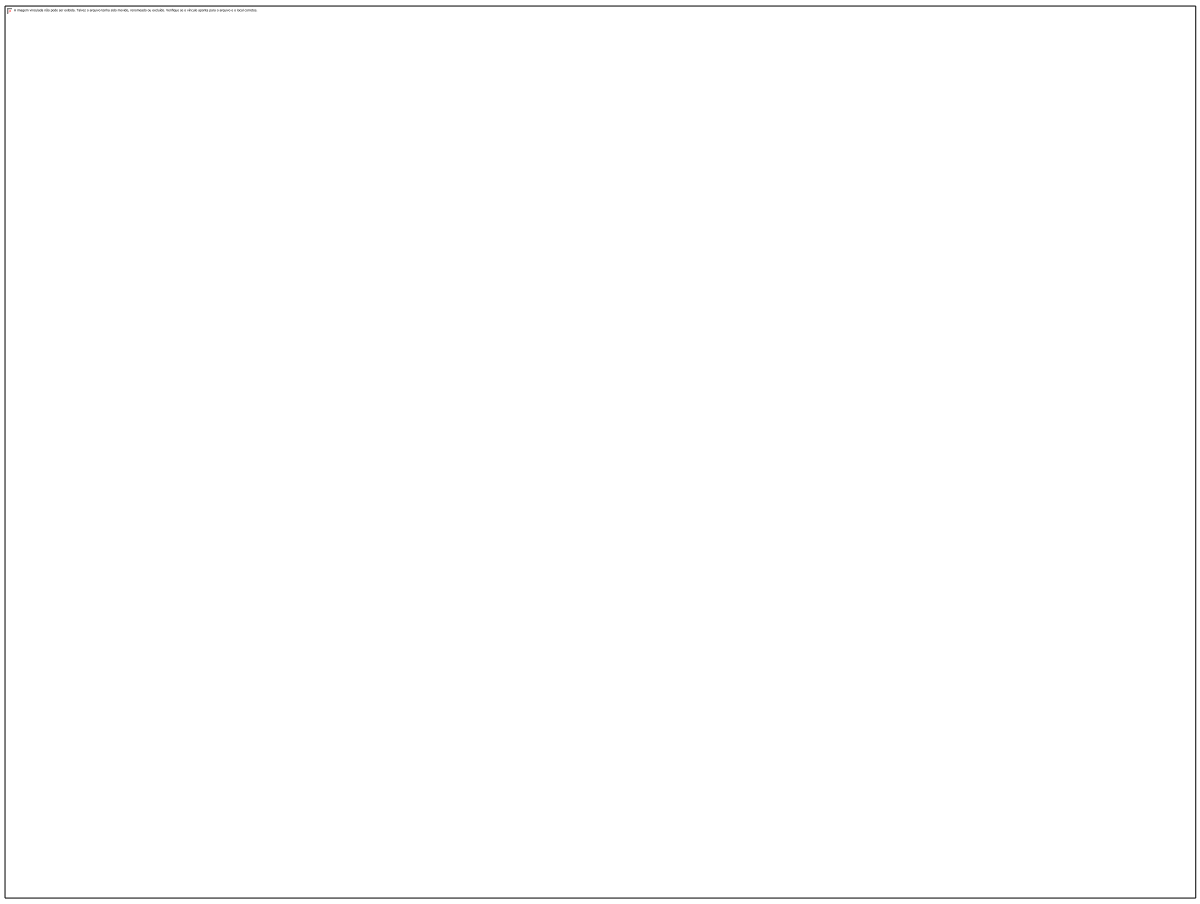
Anexos



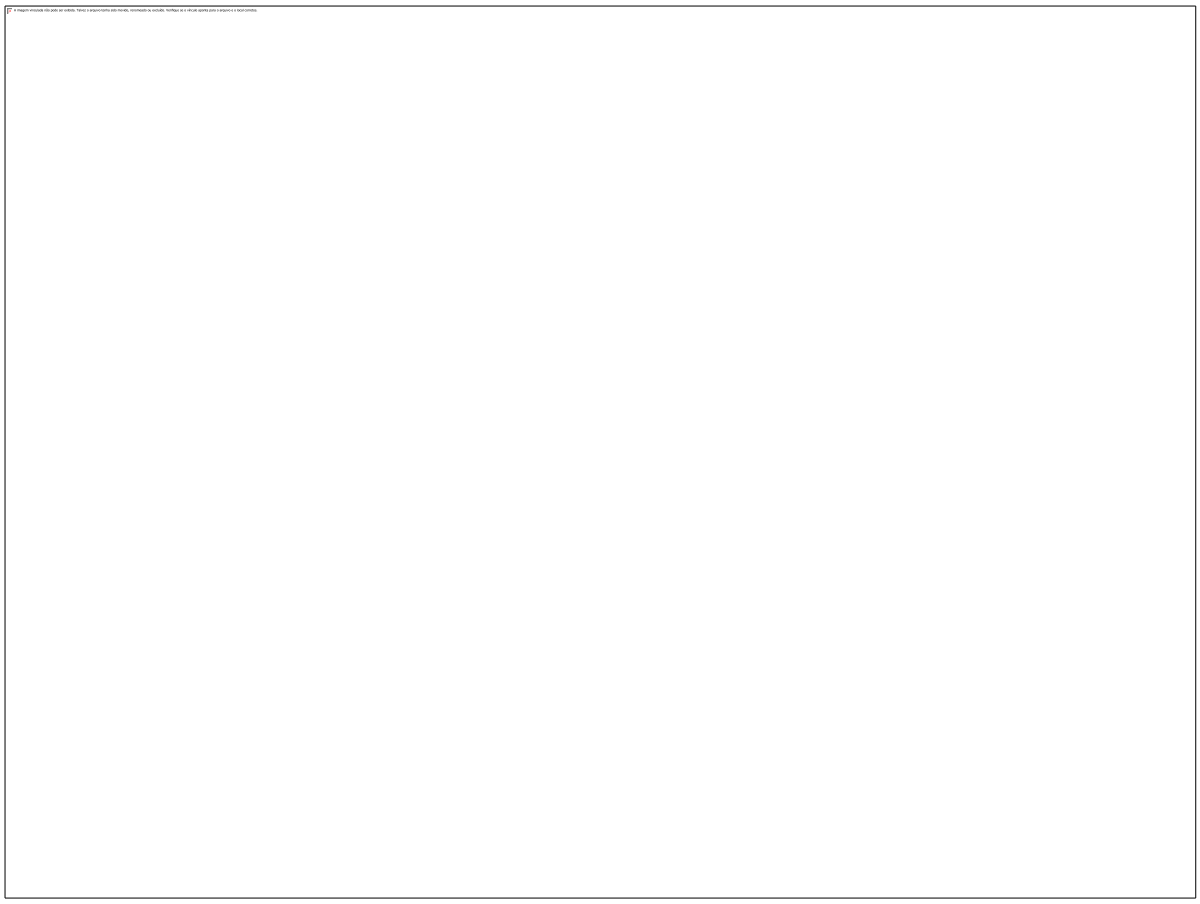
FEIRA DE VILA FLOR



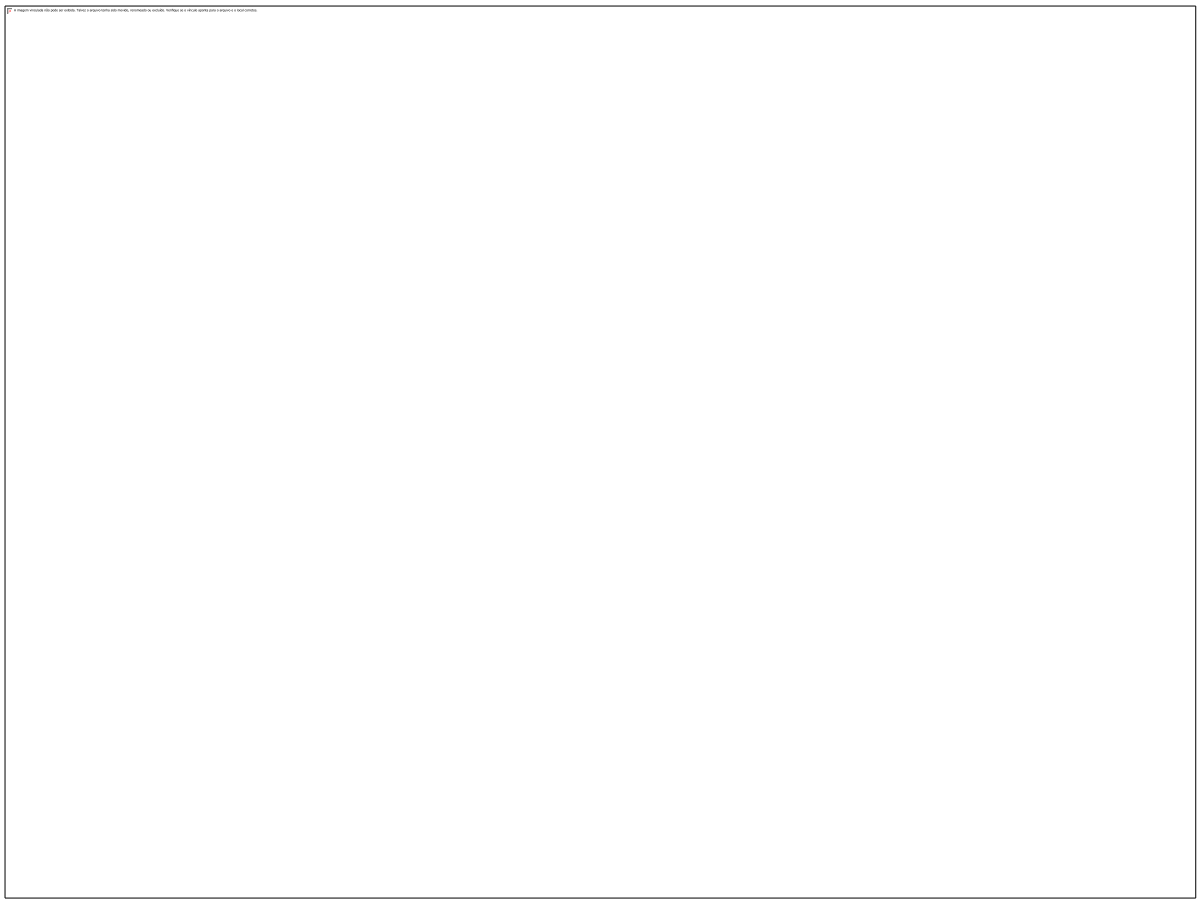
FEIRA DE VILA FLOR 1



FEIRA DE VILA FLOR 2



FEIRA DE VILA FLOR 3



FEIRA DE VILA FLOR 4

CÓDIGO: SB0168

AUTOR: JOSE EMERSON ARAUJO DA SILVA

ORIENTADOR: THAYSE NAIANNE PIRES DANTAS

TÍTULO: A Formulação e análise de balas duras com mel

Resumo

Pesquisas revelam que tem surgido uma crescente demanda por testes com novas tecnologias para atender às exigências do mercado, e no setor de balas duras isso não é exceção. As balas duras devem possuir uma aparência brilhante, vítreo, translúcida e seca. Desse modo, este trabalho teve como objetivo estudar as formulações, transformações físico-químicas e organolépticas das balas duras. Para alcançar esse objetivo, as atividades práticas de elaboração e análise das balas duras foram realizadas nos laboratórios da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, no campus Macaíba/RN, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Além disso, para a elaboração das balas duras foi utilizado 100 g de sacarose (açúcar), 30g de xarope de glucose/mel, 10 ml de água e 10 ml de vinagre. Como resultado, obteve-se os dados da análise físico-química, com isso, foi possível concluir que maiores quantidades de glucose são favoráveis para a obtenção das características desejáveis.

Palavras-chave: Análise físico-química; sólidos solúveis; umidade

TITLE: Formulation and analysis of honey hard candies

Abstract

Research shows that there has been a growing demand for testing new technologies to meet market requirements, and in the hard candy sector this is no exception. Hard candies must have a shiny, glassy, translucent and dry appearance. The aim of this work was therefore to study the formulation, physicochemical and organoleptic transformations of hard candies. To achieve this objective, the practical activities of making and analyzing hard candies were carried out in the laboratories of the Specialized Academic Unit in Agrarian Sciences, on the Macaíba/RN campus of the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN). In addition, 100g of sucrose (sugar), 30g of glucose syrup/honey, 40ml of water and 15ml of vinegar were used to make the hard candies. As a result, the physicochemical analysis data was obtained, and it was possible to conclude that glucose syrup are favorable for obtaining the desirable characteristics.

Keywords: physicochemical analysis; soluble solids; humidity.

Introdução

Segundo a ANVISA (RDC MS nº265, de 22 de set. de 2005), bala é definida como um produto feito de açúcar e/ou outros ingredientes, podendo conter recheio, cobertura, formatos e consistências variados (Jacques;Chim, 2021). A mais tradicional é a bala dura, a produção dela é realizada com base em açúcares, com o complemento de outras substâncias, como corantes, ácidos e aromatizantes. As balas duras devem possuir uma aparência brilhante, vítreo, translúcida e seca. Além disso, é essencial evitar a cristalização e a aderência à embalagem (Khalil, 2004).

Os principais fatores que influenciam na qualidade das balas duras são: o teor de sólidos solúveis na calda (medidos em °Brix); o pH da calda; a temperatura de cozimento e a umidade da massa (Farina, 2020). Esses parâmetros possibilitam que durante o processo de fabricação do produto haja um controle adequado, visto que as balas duras são higroscópicas, ou seja, absorvem a umidade do ambiente, que resulta na redução da vida útil do produto devido ao fenômeno denominado “mela”, causado pelo derretimento da camada externa de açúcares (Spanemberg, 2010). Manter a qualidade e estabilidade do produto é um dos principais desafios enfrentados pelas indústrias de balas, pois buscam evitar problemas como a “mela” e a recristalização da sacarose (Hoppe; Mallmann; Oliveira, 2015).

Ao longo dos anos, tem surgido uma crescente demanda por testes com novas tecnologias para atender às exigências do mercado, e no setor de balas duras isso não é exceção. Essas buscas por técnicas que preservem a qualidade do produto e permitam a criação de balas comestíveis com valores nutricionais adicionados vêm sendo discutidas para as próximas décadas (Batista et al., 2017). Com isso, o estudo das formulações de balas duras é imprescindível, pois por meio delas pode-se obter um produto de ótima qualidade.

Assim, esta pesquisa teve como objetivo estudar as formulações, transformações físico-químicas e organolépticas das balas duras com mel. Para delinear as formulações utilizadas, compreender as transformações físico-químicas que ocorrem durante o processo de fabricação.

Metodologia

As atividades práticas de elaboração e análise das balas duras foram realizadas nos laboratórios da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, no campus Macaíba/RN, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). As formulações das balas foram elaboradas utilizando 100 g de sacarose (açúcar), 30g de xarope de glucose/mel, 40 ml de água e 15 ml de vinagre. A mistura de xarope/mel foi utilizado nas relações de 10, 20, 30, 40 e 50% de mel de abelha.

Os ingredientes eram pesados em uma balança e cozidos sem agitação até a temperatura de 150ºC. A mistura cozida era submetida a temperage e colocada em forma de silicone

para a formação da bala com massa final de aproximadamente 3 g. As balas eram colocadas em embalagens fechadas e armazenadas a temperatura ambiente durante 2 meses.

As balas foram analisadas em triplicata quanto às propriedades físico-químicas umidade da bala, atividade de água, sólidos solúveis após 4 dias e 2 meses de elaboração.

Resultados e Discussões

Para avaliar o efeito das variáveis de operação sobre as respostas umidade inicial (Ui), umidade final (Uf), atividade de água inicial (aWi), atividade de água final (aWf), sólidos solúveis inicial (Ssi) e sólidos solúveis final (Ssf), utilizou-se o programa Statistica 7.0, em nível de significância de 95%. A matriz experimental é mostrada na Tabela 1 do Anexo A. As balas formuladas podem ser observadas na Figura 1.

Os valores de umidade para as amostras iniciais apresentaram-se relativamente altos, visto que os resultados obtidos para os teores de umidade variaram de 6,56% a 7,58%. Segundo o estudo de Marcelino e Marcelino (2012), a umidade da bala dura deve estar em torno de 1 a 3%. Isso pode indicar que as amostras não ficaram tempo suficiente em cozimento, bem como estão prestes a perder sua estabilidade (Hoppe; Mallmann; Oliveira, 2015). A umidade final das balas (Ui) foram incrementadas em todas as condições, evidenciando um caráter higroscópico das amostras, especialmente nos produtos elaborados com mel. Aplicando o teste de Tukey a 95% de confiança, as amostras são estatisticamente semelhantes quanto a umidade após a elaboração.

Os resultados obtidos de sólidos solúveis iniciais (Ssi) não apresentaram diferenças significativas. Obteve-se a maior porcentagem na amostra com 10 % de mel (93,76%) e a menor porcentagem na amostra com 50% de mel (91,63%). Os sólidos solúveis finais (Ssf) das balas foi reduzido em todas as amostras em função da absorção da água após o período de armazenamento, observando valores inferiores nas amostras produzidas com maior quantidade de xarope de glucose.

Os teores de atividade de água iniciais (aWi) se apresentaram estatisticamente diferentes nas amostras com maior e menor quantidade de mel. A amostra submetida com 10% apresentou inicialmente 0,232 e a amostra com 50% de mel indicou 0,279. Sabe-se que as balas duras possuem baixo teor de água, isso facilita a absorção de água. No entanto, dificulta a presença de microrganismos, já que o crescimento microbiano ocorre na presença de água livre. Além disso, a atividade de água das balas duras pode oscilar entre 0,25 e 0,40, esses teores são inferiores aos valores críticos para crescimento de microrganismos (Farina, 2020). Todas as balas apresentaram elevação nos resultados finais de atividade de água (aWf).

As mostras com maior percentual de mel possuía menor quantidade de sólidos solúveis devido a sua menor pureza nesses compostos quando comparado ao xarope de glicose.

As diferenças estatísticas, através do teste de Tukey a 95% de confiança, entre as amostras podem ser observadas na Tabela 1. Diferenças podem ser observadas nos resultados de umidade após o armazenamento de 2 meses e atividade de água (inicial e final). As demais características são estatisticamente semelhantes.

Conclusão

O estudo das formulações e transformações físico-químicas das balas duras mostrou-se promissor. As análises apresentaram dados relevantes para o mercado de balas duras saborizadas com mel, visto que esse mercado está se expandindo e os consumidores esperam um produto de qualidade, bem como com vida de prateleira.

Dessa forma, com o desenvolvimento dessa pesquisa foi possível se aprofundar na produção e nos parâmetros de processo, como a formulação.

Referências

BATISTA, Luana Nóbrega et al. Adição de polpa de maracujá na elaboração de balas comestíveis. Revista Principia, João Pessoa, v. 37, p. 27-33, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n° 271, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para açúcares e produtos para adoçar. Diário Oficial da União. 23/09/2005, Seção I, Parte I, p. 374.

FARINA, CristieliFollador. Fatores que influenciam na qualidade da bala dura. 2020.

HOPPE, C. D.; MALLMANN, P.; OLIVEIRA, E. Determinação de umidade em balas duras e balas mastigáveis. Revista Destaques Acadêmicos. 2015.

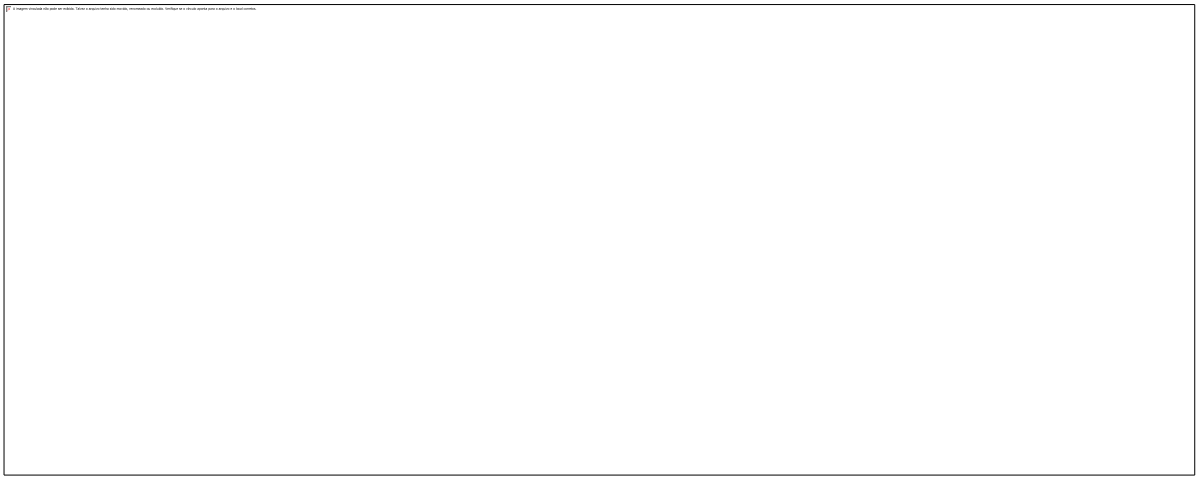
JACQUES, Andressa Carolina; CHIM, Josiane Freitas. Tecnologia de açúcares, balas e caramelos.

KHALIL, T.A. Verificação dos pontos críticos numa linha de processamento de balas duras. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004.

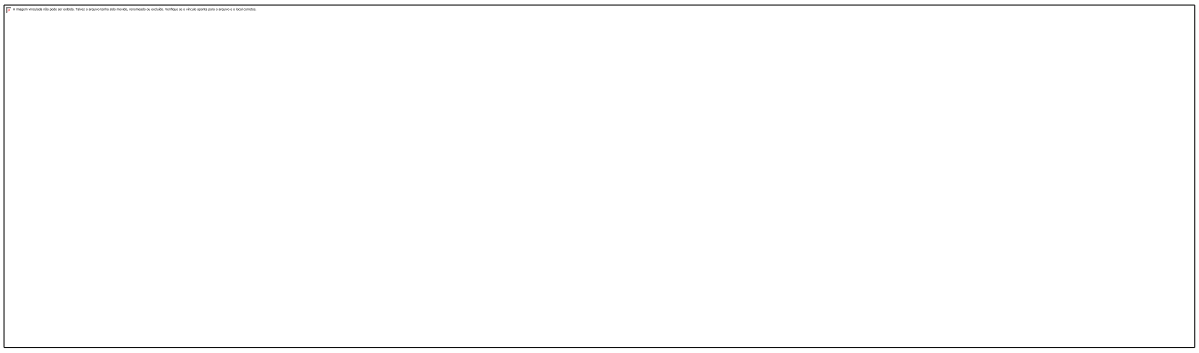
MARCELINO, J. S.; MARCELINO, M. S. Dossiê técnico - doces industrializados, balas, gomas e pirulitos. Instituto de tecnologia do Paraná, TECPAR, jul., 2012.

SPANEMBERG, F. E. M. Planejamento de experimentos com mistura no estudo da vida útil de balas duras. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste. 2010.

Anexos



tabela



figura

CÓDIGO: SB0185

AUTOR: LUDMILLA VIANA DE LIMA

ORIENTADOR: FABIO DE ALMEIDA VIEIRA

TÍTULO: VIABILIDADE POLÍNICA DE Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand

Resumo

Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand é uma espécie arbórea da família Burseraceae amplamente distribuída no território brasileiro, e tem importante valor ecológico e econômico.
O estudo teve como objetivo determinar a viabilidade polínica de indivíduos de uma população
natural localizada na Mata do Bebo, em Macaíba, Rio Grande do Norte. Foram coletadas flores
de três indivíduos masculinos e preparadas oito lâminas contendo grãos de pólen, analisados em
microscópio óptico após coloração. Em cada lâmina foram avaliados 100 grãos de pólen,
totalizando 800 grãos, classificados como viáveis ou inviáveis. Os resultados evidenciaram
elevada viabilidade polínica, com média de 92,8% de grãos viáveis, indicando bom potencial
reprodutivo dos indivíduos estudados. A elevada proporção de pólen viável reforça a eficiência
dos processos reprodutivos masculinos e sua importância para o sucesso reprodutivo e a manutenção da variabilidade genética da população. Esses resultados contribuem para o conhecimento da biologia reprodutiva da espécie e fornecem fundamentos para ações de conservação.

Palavras-chave: Palavras-chave: Burseraceae; potencial reprodutivo; pólen; recursos ge

TITLE: POLLEN VIABILITY OF Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand

Abstract

Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand is a tree species belonging to the Burseraceae family,
widely distributed throughout Brazil, with important ecological and economic value. This study
aimed to determine the pollen viability of individuals from a natural population located in Mata
do Bebo, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil. Flowers were collected from three male
individuals, and eight microscope slides containing pollen grains were prepared and analyzed
under a light microscope after staining. A total of 100 pollen grains were evaluated per slide,
resulting in 800 grains classified as either viable or non-viable. The results revealed high pollen
viability, with an average of 92.8% viable pollen grains, indicating a strong reproductive
potential for the studied individuals. The high proportion of viable pollen reinforces the
efficiency of male reproductive processes and their importance for reproductive success and the
maintenance of the population's genetic variability. These findings contribute to a better
understanding of the reproductive biology of the species and provide a scientific basis for
conservation strategies.

Keywords: Burseraceae; reproductive potential; pollen; genetic resources.

Introdução

Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand é uma espécie arbórea pertencente à família Burseraceae, amplamente distribuída no Brasil, nos domínios fitogeográficos Amazônia,
Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (SOUZA; LORENZI, 2012; DALY, 2015). A espécie
apresenta porte arbóreo e caracteriza-se pela produção de resinas aromáticas, amplamente
utilizadas na indústria farmacêutica, cosmética e na medicina tradicional, devido às suas propriedades cicatrizantes e anti-inflamatórias (AMARAL et al., 2009; MELO et al., 2011).
A espécie apresenta sistema reprodutivo do tipo dióico, caracterizado pela presença de indivíduos masculinos e femininos separados. Esse sistema é importante, pois permite o fluxo
gênico entre indivíduos, contribuindo para maior variabilidade genética, para a manutenção da
população e para a adaptação ao ambiente (KAGEYAMA; GANDARA, 1998; GOIS et

al.,
2014).
Nesse contexto, o conhecimento sobre aspectos da biologia reprodutiva da espécie é fundamental para compreender seu potencial de reprodução e conservação em populações
naturais. A viabilidade polínica é um parâmetro importante em estudos de biologia reprodutiva,
pois permite avaliar a capacidade funcional dos grãos de pólen. Altos valores de viabilidade
indicam maior chance de fecundação e produção de sementes, influenciando diretamente no
sucesso reprodutivo (COSTA et al., 2020; NASCIMENTO et al., 2025). A viabilidade do pólen
pode ser analisada por diferentes métodos, como testes de coloração, germinação in vitro e
análises por fluorescência. Esses métodos permitem verificar quais grãos de pólen são viáveis
ou inviáveis, contribuindo para a compreensão da capacidade reprodutiva da espécie (COSTA et
al., 2020; NASCIMENTO et al., 2025).

Apesar da importância ecológica e econômica de P. heptaphyllum, informações sobre sua
viabilidade polínica em populações naturais do Rio Grande do Norte ainda são escassas. Dessa
forma, estudos dessa natureza podem contribuir para ampliar o conhecimento sobre a biologia
reprodutiva da espécie e fornecer subsídios para sua conservação.
O presente estudo teve como objetivo determinar a viabilidade polínica de indivíduos de Protium heptaphyllum em uma população natural localizada na Mata do Bebo, no município de Macaíba, Rio Grande do Norte. Dessa forma, espera-se que os indivíduos avaliados apresentem alta viabilidade polínica, indicando bom potencial reprodutivo da população estudada.

Metodologia

Para a análise da viabilidade polínica, foram coletadas flores de três indivíduos masculinos em uma população localizada na Mata do Bebo, no município de Macaíba, Rio
Grande do Norte, durante o segundo semestre de 2025. A área de estudo está inserida no domínio da Mata Atlântica, apresentando vegetação característica de floresta estacional semidecidual, com influência de formações secundárias. O clima da região é classificado como
tropical quente e úmido, com estação chuvosa concentrada entre os meses de março e agosto e
temperatura média anual em torno de 26 °C. Essas condições ambientais influenciam

diretamente os processos fenológicos e reprodutivos das espécies vegetais presentes na área.

As flores de cada indivíduo foram acondicionadas em tubos plásticos contendo solução de FAA 50 (formaldeído 10%, álcool etílico 85% e ácido acético 5%). Em seguida, foram preparadas oito lâminas coradas, contendo grãos de pólen provenientes de quatro flores por indivíduo em cada lâmina. A análise foi realizada em microscópio óptico, utilizando objetiva de 40× de aumento. Em cada lâmina, foram contados e avaliados 100 grãos de pólen, os quais foram classificados como normais (viáveis) ou anormais (inviáveis), conforme metodologia descrita por Schmidt et al. (2017). A proporção de pólen viável foi determinada pela equação:
pólen viável A área de estudo está inserida no domínio da Mata Atlântica e apresenta vegetação característica de floresta estacional, sob influência de clima tropical quente, com precipitações concentradas em determinados períodos do ano. Foram preparadas 8 lâminas contendo grãos de pólen, sendo analisados 100 grãos por lâmina, totalizando 800 grãos. Para a avaliação da viabilidade polínica, foram utilizados procedimentos de coloração para diferenciação entre grãos viáveis e inviáveis. As lâminas foram observadas em microscópio óptico, onde os grãos de pólen foram classificados como viáveis ou inviáveis, de acordo com a coloração apresentada.

Resultados e Discussões

Os resultados da análise de viabilidade polínica demonstraram elevada proporção de grãos viáveis em todas as lâminas avaliadas. Em média, 92,8% dos grãos de pólen foram classificados como viáveis, sendo observado, em todas as amostras, percentual superior a 90%.
Esses resultados indicam que os indivíduos estudados apresentam elevada viabilidade polínica e, consequentemente, elevado potencial reprodutivo. A elevada viabilidade polínica observada neste estudo indica que os indivíduos de Protium heptaphyllum apresentam bom potencial reprodutivo. O percentual médio de 92,8% de grãos viáveis demonstra que a maior parte do

pólen produzido possui capacidade para desempenhar sua função na fecundação. Resultado semelhante foi observado por Costa et al. (2020), que encontraram 99,41% de viabilidade polínica em Cereus jamacaru, também indicando alta capacidade reprodutiva da espécie. Embora os estudos tenham sido realizados com espécies diferentes, ambos apresentaram elevados índices de viabilidade, mostrando que esse parâmetro é um importante indicativo da qualidade do pólen.

Freire et al. (2024), estudando Genipa americana, também destacam a importância da avaliação da viabilidade polínica em espécies arbóreas, por fornecer informações sobre o potencial reprodutivo e auxiliar em estudos de conservação. Embora se trate de espécies diferentes, os resultados obtidos neste trabalho mostram que Protium heptaphyllum também apresentou elevada viabilidade polínica, indicando boas condições para sua reprodução. Além disso, Nascimento et al. (2025) destacam que a avaliação da viabilidade polínica é uma ferramenta importante para compreender o potencial reprodutivo das espécies vegetais.

Nesse contexto, os resultados obtidos neste estudo sugerem que a população de Protium heptaphyllum analisada apresenta condições favoráveis à reprodução. A elevada proporção de grãos de pólen viáveis aumenta a probabilidade de fecundação e, consequentemente, de formação de sementes, favorecendo a regeneração natural da espécie. Esse processo também contribui para a manutenção da variabilidade genética da população, aspecto essencial para sua adaptação às condições ambientais e para sua conservação ao longo do tempo.

Conclusão

Os indivíduos estudados apresentaram elevada viabilidade polínica, evidenciando alto potencial reprodutivo. A alta proporção de grãos de pólen viáveis indica eficiência nos processos reprodutivos masculinos e reforça a importância da viabilidade polínica como indicador do sucesso reprodutivo e da manutenção da variabilidade genética da população estudada. Além disso, os resultados obtidos contribuem para ampliar o conhecimento sobre a biologia reprodutiva de Protium heptaphyllum e podem servir de base para futuros estudos voltados à conservação e ao manejo da espécie.

Referências

AMARAL, M. P. M.; BRAGA, F.; PASSOS, F. F. B.; ALMEIDA, F. R. C.; OLIVEIRA, R.
C. M.; CARVALHO, A. C.; CHAVES, M. H.; OLIVEIRA, F. A. Additional evidence for the
anti-inflammatory properties of the essential oil of Protium heptaphyllum resin in mice and
rats. Acta Farmacéutica Bonaerense, v. 28, p. 775-782, 2009.
DALY, D. C. Burseraceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim
Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:
http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB68. Acesso em: 30 ago. 2017.
GOIS, I. B.; FERREIRA, R. A.; SILVA-MANN, R.; BLANK, M. F. A.; SANTOS NETO,
E. M. Diversidade genética entre indivíduos de Spondias lutea L. procedentes do baixo São
Francisco sergipano, por meio de marcadores RAPD. Revista Árvore, v. 38, p. 261-270, 2014.
KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. Série Técnica IPEF, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998.
MELO, C. M.; MORAIS, T. C.; TOMÉ, A. R.; BRITO, G. A. C.; CHAVES, M. H.; RAO,
V. S.; SANTOS, F. A. Anti-inflammatory effect of α,β-amyrin, a triterpene from Protium
heptaphyllum, on cerulein-induced acute pancreatitis in mice. Inflammation Research, v. 60,
n. 7, p. 673-681, 2011.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das
famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa:
Instituto Plantarum, 2012.
COSTA, P. M. A.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA, I. S. S.; COSTA, V. S.; BARROS, E. S. Pollen viability and floral biology of Mandacaru (Cereus jamacaru (DC.) Cactaceae). Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e997986671, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.6671.
NASCIMENTO, G. Q. S. S.; SILVA, T. A.; ALMEIDA, P. S.; ROSSI, M. L.; SOUZA, F.
V. D.; AONA, L. Y. S.; COSTA, M. A. P. C.; SOUZA, E. H. Pollen and stigma morphology,
pollen viability and stigma receptivity of Wittmackia species (Bromeliaceae) by light, fluorescence and scanning electron microscopy. Microscopy Research and Technique, v. 88,
n. 5, p. 1451-1477, 2025. DOI: 10.1002/jemt.24795.
FREIRE, G. da S.; MACHADO, C. de A.; SILVA, A. V. C. da; LEDO, A. da S. Viability
and conservation of genipap tree pollen grains. Revista Caatinga, Mossoró, v. 37,

e12071,
2024. DOI: 10.1590/1983-21252024v3712071rc.
SCHMIDT, D.; CARON, B. O.; MENEGAT, N. R. V.; ELLI, E. F.; STOLZLE, J. R.; SCHWERZ, F.; ELOY, E.; SGARBOSSA, J.; PROCHNOW, D. Biomass and morphological parameters of lemon verbena (Aloysia triphylla) under different shading levels
during different seasonal conditions. Australian Journal of Crop Science, v. 11, n. 4, p. 378-
394, 2017. DOI: 10.21475/ajcs.17.11.04.pne208.

Anexos



Figura 1: Aspectos de Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand utilizados no estudo de viabilidade polínica. (a) Indivíduo masculino amostrado na Mata do Bebo, município de Macaíba, Rio Grande do Norte; (b) inflorescência com flores masculinas utilizadas nas

CÓDIGO: SB0202

AUTOR: HEVELLY ÉZIA CAMILO DA SILVA

ORIENTADOR: TATIANE KELLY BARBOSA DE AZEVEDO CARNAVAL

TÍTULO: Método de extração mecânica para produção de taninos da casca de Anacardium occidentale L.

Resumo

A casca de *Anacardium occidentale* L. apresenta potencial como fonte de taninos condensados com aplicações industriais. Este trabalho objetivou avaliar a eficiência da extração desses compostos por agitação mecânica em comparação ao método de fervura sob refluxo. As cascas foram coletadas, secas, moídas e submetidas aos tratamentos de fervura, agitação a 300 rpm e agitação a 500 rpm. Foram determinados o teor de sólidos totais, o índice de Stiasny e o teor de taninos condensados. Os resultados indicaram ausência de diferenças significativas entre os métodos para teor de sólidos totais e teor de taninos condensados. Entretanto, a agitação a 300 rpm apresentou maior índice de Stiasny, indicando maior pureza dos extratos. Conclui-se que a agitação mecânica é uma alternativa eficiente à fervura, permitindo a obtenção de extratos de qualidade semelhante ou superior.

Palavras-chave: cajueiro; compostos fenólicos; agitação mecânica.

TITLE: Mechanical Extraction Method for Tannin Production from the Bark of Anacardium occidentale L.

Abstract

The bark of *Anacardium occidentale* L. has potential as a source of condensed tannins with industrial applications. This study aimed to evaluate the efficiency of extracting these compounds through mechanical agitation compared to the conventional reflux boiling method. The bark samples were collected, dried, ground, and subjected to the following treatments: boiling, agitation at 300 rpm, and agitation at 500 rpm. Total solids content, Stiasny index, and condensed tannin content were determined. The results indicated no significant differences among the methods regarding total solids content and condensed tannin content. However, agitation at 300 rpm showed a higher Stiasny index, indicating greater extract purity. It was concluded that mechanical agitation is an efficient alternative to boiling, allowing the production of extracts with similar or superior quality.

Keywords: cashew tree; phenolic compounds; mechanical agitation.

Introdução

Anacardium occidentale L., conhecida popularmente como cajueiro, pertence à família Anacardiaceae e é uma espécie arbórea perene nativa do Brasil, amplamente distribuída em regiões tropicais ao redor do mundo (CHEN et al., 2023). A espécie apresenta elevada importância econômica devido à produção da castanha de caju, seu fruto verdadeiro, amplamente comercializado nos mercados nacional e internacional (MAIA-SILVA, 2012).

Além disso, diferentes partes da planta apresentam compostos bioativos associados a propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas, antibacterianas, antifúngicas e cicatrizantes (OLAJIDE, 2004; SANTOS, 2011; MONTEIRO et al., 2017; ARAÚJO et al., 2018). Segundo Paes et al. (2006) e Chaves et al. (2010), a casca do cajueiro apresenta potencial como fonte de taninos. Trabalhos recentes reforçam a importância da espécie, destacando a caracterização química de seus extratos e o emprego de novas tecnologias para a obtenção de taninos (NASCIMENTO et al., 2026).

De acordo com sua estrutura química, os taninos são classificados em hidrolisáveis e condensados (MONTEIRO et al., 2005; PANSERA et al., 2003). Devido às suas propriedades químicas, esses compostos apresentam ampla aplicação industrial, sendo empregados no curtimento de couro, na fabricação de adesivos para madeira e como agentes antioxidantes em alimentos e bebidas (PIZZI, 2008).

Os taninos também vêm sendo utilizados como coagulantes naturais no tratamento de água e efluentes. De acordo com Oldoni et al. (2022), sua aplicação proporcionou remoções superiores a 99,7% de turbidez e cor, evidenciando sua eficiência como alternativa aos coagulantes químicos.

As cascas de árvores constituem uma das principais fontes naturais de taninos. Estudos demonstram que a casca do cajueiro contém quantidades expressivas desses compostos, além de flavonoides e ácidos anacárdicos (AGOSTINI-COSTA et al., 2002; PAES et al., 2006; CHAVES et al., 2010). Em razão dessa composição química, os extratos obtidos dessa matéria-prima apresentam potencial para aplicações industriais e tecnológicas, ampliando as possibilidades de aproveitamento dessa espécie.

A eficiência da utilização dos taninos está diretamente relacionada ao método empregado para sua obtenção. Diversas técnicas podem ser utilizadas para a extração dessas substâncias, sendo essa etapa fundamental, uma vez que alterações nas condições de extração podem influenciar o rendimento, a composição química e a qualidade dos extratos obtidos (PIZZI, 1983; CARNEIRO et al., 2012).

A extração por fervura é amplamente empregada em estudos de obtenção de taninos condensados, sendo frequentemente utilizada como método de referência na avaliação de novas técnicas de extração. Entretanto, a busca por processos mais sustentáveis e energeticamente eficientes tem estimulado o desenvolvimento de metodologias alternativas, como a agitação mecânica, cuja eficiência na extração de taninos condensados ainda necessita ser melhor investigada. Apesar do potencial do cajueiro como fonte de taninos, ainda são

limitados os estudos voltados à avaliação de métodos alternativos de extração capazes de manter a qualidade dos extratos e reduzir a dependência de processos que utilizam aquecimento.
Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da extração de taninos condensados da casca de Anacardium occidentale L. por meio da agitação mecânica, utilizando como referência o método tradicional de fervura sob refluxo, visando comparar o rendimento obtido pelos dois métodos.

Metodologia

Coleta de cascas

O estudo foi realizado no Laboratório de Produtos Florestais Não Madeireiros (LAPFLONM) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). As cascas de *Anacardium occidentale* L. foram coletadas de cinco indivíduos saudáveis que vegetam na Escola Agrícola de Jundiaí, em Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil. As amostras foram retiradas do tronco, fragmentadas, secas ao ar e moídas em moinho tipo Willey. Para as análises, utilizou-se a fração retida entre as peneiras de 16 mesh (1,00 mm) e 60 mesh (0,25 mm). O material foi homogeneizado e teve seu teor de umidade determinado para correção dos resultados em base seca.

Extração para quantificação das substâncias tânicas

Foram utilizadas amostras de 25 g de casca seca submetidas a três métodos de extração: agitação mecânica a 300 RPM, agitação mecânica a 500 RPM e fervura sob refluxo (controle). Em todos os tratamentos, empregou-se água destilada como solvente, na proporção inicial de 1:10 (m/v), realizando-se duas extrações sucessivas de 250 mL, totalizando a relação casca de 1:20. As extrações foram conduzidas durante 2 horas.
Após cada extração, os extratos foram filtrados em peneira de 200 mesh (0,075 mm), tecido de flanela e funil de vidro sinterizado (porosidade nº 2). Em seguida, foram concentrados para 250 mL por evaporação da água em aparelho tipo Soxhlet.
A determinação do teor de sólidos totais (TST), do índice de Stiasny e do teor de taninos condensados (TTC) foi realizada conforme metodologia adaptada de Guangcheng et al. (1991). Para o TST, uma alíquota de 50 mL foi seca em estufa a 103 ± 2 °C por 48 h. O índice de Stiasny foi determinado pela reação de 50 mL do extrato com 4 mL de formaldeído (37%) e 1 mL de HCl concentrado, seguida de refluxo por 30 min. O precipitado formado foi filtrado e seco a 103 ± 2 °C por 24 h. O TTC foi obtido pela multiplicação do TST pelo índice de Stiasny.

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo avaliados três métodos de extração de taninos condensados (refluxo, agitação a 300 rpm e agitação a 500 rpm), com três repetições por tratamento, totalizando nove unidades experimentais. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e à análise de variância (ANOVA). Quando constatadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), utilizando o software Assistat, versão 7.7.

Resultados e Discussões

A eficiência dos métodos de extração foi avaliada por meio do teor de sólidos totais (TST), índice de Stiasny (I) e teor de taninos condensados (TTC), cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Segundo Medeiros et al. (2019), o teor de sólidos totais (TST) representa a quantidade total de substâncias extraídas presentes nas amostras analisadas na forma sólida. Os valores obtidos variaram de 13,88% a 15,47%, não apresentando diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). Esse comportamento indica que os métodos avaliados apresentaram capacidade semelhante de extração dos compostos solúveis presentes na casca, demonstrando que a agitação mecânica foi tão eficiente quanto o método convencional de fervura na obtenção dos sólidos totais.

De acordo com Anjos (2021) e Souza et al. (2021), o índice de Stiasny (I) reflete a quantidade de polifenóis reativos presentes na amostra, sendo utilizado como indicador da pureza dos taninos condensados. Diferentemente do observado para o TST, foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre os métodos de extração para esse parâmetro. A agitação mecânica a 300 rpm apresentou o maior índice de Stiasny (75,44%), diferindo estatisticamente do método de fervura (69,59%), enquanto a agitação a 500 rpm apresentou comportamento intermediário (71,97%), não diferindo dos demais tratamentos.

De acordo com Anjos (2021), valores mais elevados do índice de Stiasny indicam maior pureza dos taninos condensados. Dessa forma, os resultados obtidos demonstram que a agitação mecânica a 300 rpm proporcionou extratos com maior proporção de taninos reativos quando comparada ao método de fervura.

O teor de taninos condensados (TTC), principal parâmetro para quantificar as substâncias tânicas presentes na casca, variou entre 10,47% e 10,81%, não sendo observadas diferenças estatísticas significativas entre os métodos de extração avaliados ($p > 0,05$). Esses resultados demonstram que a substituição da fervura pela agitação mecânica não compromete a extração dos taninos condensados, mantendo rendimento equivalente ao método convencional.

A Figura 1 apresenta a comparação dos resultados obtidos neste estudo para o teor de taninos condensados (TTC), teor de sólidos totais (TST) e índice de Stiasny (I) com os valores reportados na literatura para extratos da casca de Anacardium occidentale. Observa-se que os valores de TTC e TST obtidos pelos métodos avaliados apresentam comportamento semelhante aos encontrados em trabalhos anteriores, indicando que a extração por agitação mecânica possibilitou a obtenção de extratos com características compatíveis às metodologias tradicionalmente empregadas.

Apesar dos rendimentos semelhantes em TTC e TST, os extratos obtidos por agitação mecânica apresentaram os maiores índices de Stiasny, alcançando valores de 75,44% e 71,97% para 300 e 500 rpm, respectivamente. Em contraste, o método de fervura apresentou índice de 69,59%. Esses resultados indicam maior pureza dos extratos obtidos por agitação mecânica, uma vez que o índice de Stiasny expressa a proporção de compostos tânicos reativos presentes no extrato. Dessa forma, a técnica mostrou-se eficiente na obtenção de extratos com menor participação de compostos não tânicos.

Quando comparados aos resultados obtidos por Nascimento (2025), realizados com indivíduos coletados no mesmo sítio experimental, os valores de TTC observados no presente estudo foram semelhantes ou ligeiramente superiores. Enquanto Nascimento (2025) registrou TTC de 10,88%, os tratamentos avaliados neste trabalho apresentaram valores entre 10,47% e 10,81%. Entretanto, as diferenças mais expressivas foram

observadas para o índice de Stiasny, que atingiu até 75,44% no presente estudo, valor superior ao encontrado por Nascimento (2025), de 64,04%. Esses resultados sugerem que a agitação mecânica favoreceu a obtenção de extratos com maior pureza, mesmo sem promover aumentos expressivos no rendimento total de sólidos extraídos.

Ao comparar os resultados com outros estudos desenvolvidos com Anacardium occidentale, como os de Paes et al. (2006) e Anjos et al. (2022), observa-se elevada variação nos teores de taninos condensados e sólidos totais. Essa variação pode estar relacionada às diferenças ambientais entre os locais de coleta, incluindo condições climáticas, características do solo, disponibilidade hídrica, idade dos indivíduos e fatores genéticos. Tais fatores influenciam diretamente a produção de metabólitos secundários, justificando as diferenças observadas entre populações da mesma espécie.

De modo geral, os resultados demonstram que a extração por agitação mecânica foi capaz de produzir extratos com teor de taninos condensados semelhante ao método tradicional de fervura e superior pureza quando comparada a estudos realizados no mesmo sítio experimental. Esses resultados evidenciam o potencial da técnica para obtenção de extratos tânicos de melhor qualidade, contribuindo para o desenvolvimento de processos de extração mais eficientes e sustentáveis.

Conclusão

Conclui-se que a agitação mecânica constitui uma alternativa tecnicamente viável ao método tradicional de fervura sob refluxo para a extração de taninos condensados da casca de Anacardium occidentale, apresentando potencial para aplicação em processos industriais voltados ao aproveitamento sustentável dessa matéria-prima. Recomenda-se, entretanto, a realização de estudos futuros visando à otimização das condições operacionais de extração e à avaliação da viabilidade tecnológica e econômica dos extratos obtidos em escala industrial.

Referências

AGOSTINI-COSTA, T. S.; LIMA, M. V.; LIMA, A.; AGUIAR, M. J.; LIMA, J. B.; PAIVA, J. Tanino em pedúnculos de caju: efeito de algumas variações genéticas e climáticas. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 20, n. 2, 2002. DOI: https://doi.org/10.5380/cep.v20i2.1252.

ANJOS, B. F. Produção de agentes coagulantes para clarificação da água a partir de taninos de espécies florestais da Caatinga. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2021.

ARAÚJO, J. S. C. et al. Antibacterial activity against cariogenic bacteria and cytotoxic and genotoxic potential of Anacardium occidentale L. and Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan extracts. Archives of Oral Biology, v. 85, p. 173–179, 2018.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; FREDERICO, P. G. U.; MOREIRA, A. B.; DAMBROZ, C. S. Efeito do sulfito de sódio na extração de tanino da casca de Anadenanthera peregrina. Floresta e Ambiente, v. 19, n. 1, p. 65–69, 2012.

CHAVES, M. H. et al. Fenóis totais, atividade antioxidante e constituintes químicos de extratos de Anacardium occidentale L., Anacardiaceae. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 20, n. 1, 2010.
CHEN, Y. Y. et al. Nutritional and bioactive constituents, functional activities, and industrial applications of cashew (Anacardium occidentale): a review. Frontiers in Food Science and Technology, 2023.
DE ALMEIDA, S. L. et al. Efeitos da casca do caule do cajueiro – Anacardium occidentale: uma revisão. Revista Brasileira de Relatos de Casos, v. 2, Suppl. 3, p. 58–63, 2022. DOI: https://doi.org/10.52600/2763-583X.bjcr.2022.2.Suppl.3.58-63.
MAIA-SILVA, C. Guia de plantas visitadas por abelhas da Caatinga. [S. l.]: Fundação Brasil Cidadão, 2012.
MEDEIROS, J. X.; CALEGARI, L.; SILVA, G. H.; TANAJURA, J. A.; BRAZ, R. L. Bark and fruit extracts of Anadenanthera colubrina (Vell.), Mimosa tenuiflora (Willd.) and Acacia mearnsii (Wild.) species. Journal of Experimental Agriculture, v. 30, n. 1, p. 1–7, 2019.
MONTEIRO, A. S.; RODRIGUES, R. C. E.; SILVA, G. F.; ALBUQUERQUE, P. M. Estudo da atividade antimicrobiana da casca da castanha de caju (Anacardium occidentale). The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 3, n. 4, 2017.
MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. Química Nova, v. 28, n. 5, p. 892–896, 2005. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029.
NASCIMENTO, P. E. P. et al. Improving the extraction of Anacardium occidentale bark tannins by alkaline and sulphitation processes and their efficiency in coagulation: chemical characterization by HPLC. Revista Ambiente & Água, v. 21, 2026. DOI: https://doi.org/10.4136/ambi-agua.3145.
NASCIMENTO, P. E. P. D. Taninos extraídos de casca de Anacardium occidentale com hidróxido e sulfito de sódio podem ser eficientes no tratamento de água? 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2025.
OLAJIDE, O. A. Effects of Anacardium occidentale stem bark extract on in vivo inflammatory models. Journal of Ethnopharmacology, v. 95, p. 139–142, 2004.
OLDONI, B.; STEFFENS, C.; DALLAGO, R.; STEFFENS, J. Uso de tanino como alternativa aos coagulantes químicos no tratamento de efluente de laticínio. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 10, n. 3, 2022. DOI: https://doi.org/10.66205/rvbma.v10i3.1146.
PAES, J. B.; DINIZ, C. E. F.; MARINHO, I. V.; LIMA, C. R. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semiárido brasileiro. Cerne, v. 12, n. 3, p. 232–238, 2006.
PANSERA, M. R. et al. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no nordeste do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 13, n. 1, p. 17–22, 2003.
PIZZI, A. Wood adhesives: chemistry and technology. New York: Marcel Dekker, 1983.
PIZZI, A. Tannins: major sources, properties and applications. In: BELGACEM, F.; GANDINI, A. (ed.). Monomers, polymers and composites from renewable resources. Amsterdam: Elsevier, 2008. p. 179–199.
SANTOS, F. O. Atividades biológicas de Anacardium occidentale (Linn.). 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

SILVA, D. C. G. et al. Anacardium occidentale L. (cajueiro) in the healing of skin wounds: an experimental study in rats. Acta Cirúrgica Brasileira, v. 37, n. 10, e371006, 2023.
SILVA, R. V. Uso de taninos da casca de três espécies de eucalipto na produção de adesivos para madeira. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
SOUZA, J. B.; AZEVÊDO, T. K. B.; PIMENTA, A. S.; GOMES, J. P. S.; MEZA FILHO, J. G. U.; SILVA, B. R. F. Sazonalidade do teor de taninos condensados da casca de árvores de cinco anos de idade de Acacia mangium cultivadas no Nordeste brasileiro. Revista Árvore, v. 45, e4523, 2021.

Anexos



Tabela 1 - Valores médios de teor de sólidos totais (TST), índice de Stiasny (I) e teor de taninos condensados (TTC) obtidos a partir do extrato da casca de Anacardium occidentale pelos métodos de extração por fervura e agitação mecânica (300 e 500 rpm).

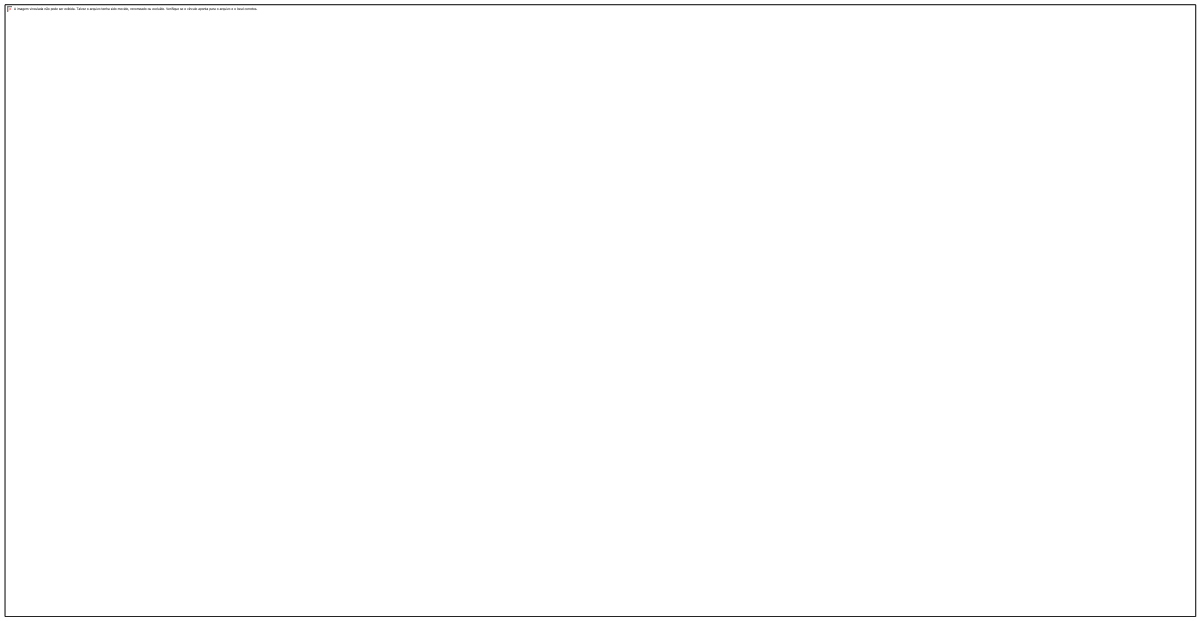


Figura 1 - Comparação dos valores de teor de sólidos totais (TST), índice de Stiasny (I) e teor de taninos condensados (TTC) do extrato da casca de anacardium occidentale obtidos nos diferentes métodos de extração avaliados nesta pesquisa (fervura, agitaç

CÓDIGO: SB0224

AUTOR: FERNANDA KAROLINE DOS SANTOS LOPES

ORIENTADOR: JANETE GOUVEIA DE SOUZA

TÍTULO: Desenvolvimento de Revestimentos Naturais à Base de Cera e Óleos Essenciais para Conservação Pós-Colheita de Ovos

Resumo

O estudo teve como objetivo analisar diferentes revestimentos bioativos aplicados à casca de ovos comerciais, buscando prolongar sua conservação e manter a qualidade interna durante 28 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Foram utilizados 175 ovos da linhagem Nick Chick, distribuídos em sete tratamentos, incluindo ovos sem revestimento e formulações contendo óleo de alecrim, óleo de coco, extrato pirolenhoso e extrato pirolenhoso nanoestruturado. Os revestimentos foram preparados com uma matriz à base de amido de milho, glicerina e tensoativo, sendo posteriormente aplicados manualmente sobre as cascas. As avaliações ocorreram nos dias 0, 14 e 28, considerando características físicas e internas, como peso, densidade, espessura da casca, Unidade Haugh, proporção de gema e albúmen e pH. Observou-se que o período de armazenamento influenciou a qualidade dos ovos. As formulações contendo óleo de coco e óleo de alecrim apresentaram resultados favoráveis na conservação da qualidade interna. Os revestimentos à base de extrato pirolenhoso também apresentaram efeitos distintos nos parâmetros avaliados. De modo geral, os tratamentos contribuíram para a conservação dos ovos durante o armazenamento, indicando potencial para utilização de revestimentos bioativos na extensão da vida útil do produto.

Palavras-chave: Revestimentos bioativos; Ovos; Qualidade dos ovos; Armazenamento; Óleo

TITLE: Development of Natural Coatings Based on Wax and Essential Oils for the Postharvest Conservation of Eggs

Abstract

AbstractThis study aimed to evaluate different bioactive coatings applied to the shells of commercial eggs, with the purpose of extending their shelf life and maintaining internal quality during 28 days of storage at room temperature. A total of 175 eggs from Nick Chick laying hens were distributed into seven treatments, including uncoated eggs and formulations containing rosemary oil, coconut oil, pyrolytic extract, and nano-structured pyrolytic extract. The coatings were prepared using a matrix based on corn starch, glycerin, and a surfactant, and were subsequently applied manually to the eggshells.

Evaluations were conducted on days 0, 14, and 28, considering physical and internal characteristics such as egg weight, density, shell thickness, Haugh unit, yolk and albumen proportions, and pH. The results indicated that storage time influenced egg quality. Formulations containing coconut oil and rosemary oil showed favorable results in maintaining internal quality. Coatings based on pyrolytic extract also produced different effects on the evaluated parameters. Overall, the treatments contributed to the preservation of egg quality during storage, indicating the potential of bioactive coatings for extending the shelf life of the product.

Keywords: Bioactive coantinggs; eggs; egg quality; storage; oil

Introdução

A conservação de ovos é uma questão importante na cadeia produtiva de alimentos, especialmente em países com limitações de refrigeração ou armazenamento adequado. Tradicionalmente, os ovos são armazenados em temperatura ambiente por um tempo limitado, antes de ocorrerem alterações na qualidade interna, como perda de umidade, aumento do pH da clara e deterioração da gema (KARKA et al., 2021).
A aplicação de revestimentos comestíveis tem se mostrado uma alternativa viável e ecológica para prolongar a vida útil de produtos frescos. Esses revestimentos funcionam como barreiras físicas que reduzem a troca gasosa e a perda de umidade, além de poderem incorporar compostos bioativos, como óleos essenciais, que apresentam propriedades antimicrobianas e antioxidantes.
Este projeto propõe o uso de uma base natural combinada com cera, como a cera de abelha ou cera de carnaúba, e óleos essenciais, como orégano, cravo ou tomilho, para desenvolver um revestimento que aumente a durabilidade dos ovos. A abordagem busca soluções sustentáveis, com foco em inovação tecnológica para o setor agroalimentar, agregando valor ao produto e reduzindo perdas pós-colheita. Além disso, este estudo proporciona ao aluno de iniciação científica o desenvolvimento de habilidades em pesquisa aplicada, metodologias analíticas e práticas laboratoriais, promovendo o pensamento crítico e científico.

Metodologia

O experimento foi conduzido entre 22 de outubro e 19 de novembro de 2025, totalizando 28 dias, no Núcleo de Pesquisa em Avicultura (NUPAVI), pertencente à Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UAECA/UFRN), em Macaíba-RN. Foram utilizados 175 ovos frescos de poedeiras da linhagem Nick Chick, selecionados quanto à integridade da casca e ausência de sujeiras. Após a coleta, realizada no período da manhã, os ovos foram encaminhados ao Laboratório de Carnes e Ovos do Setor de Avicultura. O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 7 × 3, envolvendo sete tipos de revestimento e três períodos de armazenamento (0, 14 e 28 dias), com cinco repetições por tratamento em cada período. Os tratamentos avaliados foram: sem revestimento (SR), base com óleo de alecrim (BOA), base com óleo de coco (BOC), extrato pirolenhoso nanoestruturado (NANO), extrato pirolenhoso (PIRO), base com extrato pirolenhoso nanoestruturado (BNANO) e base com extrato pirolenhoso (BPIRO). Os

ovos foram identificados e pesados individualmente antes da distribuição entre os tratamentos. Para os grupos BOA, BOC, BNANO e BPIRO, foi utilizada uma matriz de amido de milho comercial (Maizena®) a 4% (p/v), preparada em água destilada. A suspensão foi aquecida a 85 °C durante 15 minutos, sob agitação, até ocorrer a gelatinização completa. Em seguida, foram adicionados 1% de glicerina bidestilada (Farmax®) e 0,5% de Tween 80, utilizados, respectivamente, como plastificante e agente emulsificante. Após o resfriamento da matriz até 40 °C, os compostos bioativos foram adicionados separadamente e misturados por cinco minutos. No tratamento BOA, utilizou-se 1% de óleo essencial de alecrim (Rosmarinus officinalis), enquanto o BOC recebeu 1% de óleo de coco extravirgem (Cocos nucifera). Para BPIRO e BNANO, foram incorporados 2% de extrato pirolenhoso bruto e 2% de extrato pirolenhoso nanoestruturado, respectivamente. Os tratamentos NANO e PIRO, por sua vez, não foram misturados à matriz de amido, sendo aplicados diretamente e em concentração de 100% sobre as cascas. A aplicação dos revestimentos ocorreu manualmente, utilizando pincéis exclusivos para cada tratamento. Depois do recobrimento, os ovos permaneceram em suportes perfurados para secagem natural. Posteriormente, foram acondicionados em bandejas de papelão, protegidos com filme plástico e armazenados em temperatura ambiente, aproximadamente 28 °C. Dos 175 ovos utilizados, 105 foram destinados às avaliações de qualidade interna nos dias 0, 14 e 28. Foram determinados parâmetros como peso, densidade, características dimensionais do albúmen e da gema, peso da gema, pH da gema e do albúmen, além do peso e da espessura da casca após secagem em estufa. Os 70 ovos restantes foram utilizados para acompanhar individualmente a variação de peso durante os 28 dias de armazenamento.

Resultados e Discussões

A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para verificar os efeitos dos tratamentos, do período de armazenamento e da interação entre esses fatores sobre as características de qualidade dos ovos. De maneira geral, o tempo de armazenamento apresentou efeito significativo ($p < 0.001$) para grande parte das variáveis avaliadas, demonstrando que as semelhante ao observado por Carvalho et al. (2021) características dos ovos se modificaram progressivamente durante a estocagem, resultado Entre os fatores analisados, o período apresentou os maiores valores de F. principalmente para a densidade (1550,94) e o índice de gema (892.57). Esses resultados evidenciam que dos ovos. Os tratamentos também apresentaram influência significativa, especialmente o avanço do armazenamento foi o principal responsável pelas alterações na qualidade física sobre a Unidade Haugh ($F = 15.10$) e a densidade ($F = 88.63$), indicando que os revestimentos podem contribuir para a conservação do frescor. Para a maioria das características avaliadas foram encontrados valores de o inferiores a 0.001, demonstrando significância estatística dos efeitos observados. O peso do ovo foi a diferença estatisticamente significativas entre os tratamentos e períodos avaliados. Os baixos valores de coeficiente de variação, com destaque para a densidade (0.18%). também indicam boa precisão experimental. A interação entre tratamento e período foi significativa para o índice de gema, a Unidade Haugh, a espessura da casca e a densidade, indicando que o desempenho dos revestimentos não permaneceu igual durante todo o armazenamento. Dessa forma, a eficiência de cada formulação variou conforme o tempo de estocagem. Considerando essa interação entre os sete tratamentos

SR, BOA, BOC, NANO, PIRO, BNANO e BPIRO e os períodos de 0, 14 e 28 dias, tornou-se necessário realizar uma análise individual das características avaliadas. Para identificar diferenças entre os tratamentos, foi utilizado o teste de Tukey, permitindo determinar quais revestimentos apresentaram melhor desempenho em cada parâmetro de qualidade.

Peso dos ovos

Os resultados da Tabela 2 confirmaram que não houve diferença significativa no peso dos ovos entre os tratamentos e períodos de armazenamento ($p > 0,05$). No início do experimento, os valores variaram de 59,76 g (BPIRO) a 65,72 g (BOC), enquanto as médias gerais ficaram entre 60,63 g e 64,72 g, indicando que os grupos apresentavam pesos semelhantes. Apesar da estabilidade do peso absoluto, a perda percentual de massa permitiu identificar diferenças entre os revestimentos. Aos 14 dias, BOA (1,03%) e BOC (1,09%) apresentaram as menores perdas, inferiores ao controle SR (2,53%). Esse comportamento permaneceu aos 28 dias, quando BOC (1,27%) e BOA (1,61%) continuaram apresentando os melhores resultados. Já BPIRO apresentou a maior perda ao final do armazenamento (4,17%), seguida por NANO e PIRO (3,18%) e BNANO (2,35%). Esses resultados indicam que os óleos vegetais foram mais eficientes em reduzir a perda de água dos ovos.

Densidade

A densidade apresentou redução durante o armazenamento, comportamento associado à perda de água e CO_2 através dos poros da casca e ao consequente aumento da câmara de ar interna (Sales, 2023). O grupo sem revestimento apresentou queda de 1,10 no início para 1,06 aos 28 dias. O BOC apresentou o melhor desempenho, mantendo densidade de 1,09 entre os dias 14 e 28. Os demais tratamentos permaneceram próximos de 1,07 no final do período. Dessa forma, o revestimento com óleo de coco demonstrou maior capacidade de reduzir as alterações relacionadas à perda de umidade.

Casca

A casca desempenha importante função de proteção do ovo, controlando as trocas gasosas e dificultando a entrada de microrganismos. Sua conservação foi avaliada por meio da espessura e do percentual de casca (Montenegro, 2018; Soares, 2023).No início do experimento, os tratamentos apresentaram valores semelhantes de espessura. Aos 14 dias, o BOC apresentou o maior valor (0,35 mm), mantendo o melhor resultado aos 28 dias (0,34 mm). O controle SR apresentou a menor espessura no final do armazenamento (0,25 mm), sugerindo maior deterioração estrutural na ausência de revestimento. Quanto ao percentual de casca, aos 28 dias BOA (10,13%) e BNANO (10,23%) apresentaram valores inferiores ao SR (10,47%) e BOC (10,49%). O aumento da proporção de casca não representa crescimento real dessa estrutura, mas ocorre principalmente pela perda de água dos componentes internos, fazendo com que a casca represente uma parcela maior do peso total do ovo (Soares, 2022). Considerando os dois parâmetros, o BOC destacou-se pela maior preservação da espessura da casca, enquanto o BNANO apresentou a menor média geral de percentual de casca. Assim, os revestimentos apresentaram diferentes formas de atuação na conservação dos ovos. De modo geral, as coberturas reduziram a deterioração observada no tratamento sem revestimento, que apresentou maior perda estrutural e desidratação (Wolter, 2019).

Unidade Haugh

A Unidade Haugh (UH) apresentou interação significativa entre tratamento e período de armazenamento ($p < 0,001$). Segundo a classificação da USDA (2010), citada por Castro (2024), valores acima de 72 correspondem à qualidade excelente; de 60 a 71, boa; de 30 a 59, moderada; e abaixo de 29, baixa.
Todos os tratamentos começaram com valores elevados, entre 84,99 e 91,20, indicando excelente qualidade inicial. Após 28 dias, entretanto, houve redução da UH em todos os grupos. Os menores valores foram observados em BNANO (39,28) e BPIRO (41,38), enquanto BOC apresentou o melhor resultado, com 70,21, permanecendo na categoria de boa qualidade. O BOA apresentou 59,28. A redução da UH está relacionada à perda de água e CO_2, à elevação do pH do albúmen e à redução da viscosidade do albúmen denso. Esses processos favorecem a deterioração da qualidade interna do ovo. Em contrapartida, BOC e BOA apresentaram maior capacidade de preservar a consistência do albúmen, provavelmente pela formação de uma barreira que reduz as perdas através da casca (Silva Pires e Andretta, 2020).
Considerando as médias gerais, BOC (73,68) e BOA (71,29) foram os tratamentos de melhor desempenho, enquanto SR (59,28) e PIRO (60,01) apresentaram valores inferiores.

Gema

As alterações do albúmen durante o armazenamento também influenciam diretamente a estrutura da gema. A transferência de água do albúmen para a gema provoca o enfraquecimento da membrana vitelínica, deixando-a mais achatada e menos firme (Alves, 2024; Bellanca, 2024; Venancio, 2021; Silva Pires e Andretta, 2020). O índice de gema permite avaliar essa alteração por meio da relação entre sua altura e seu diâmetro, enquanto o percentual de gema demonstra as mudanças proporcionais de sua massa (Pires et al., 2025; Wolter, 2019). No início, os tratamentos apresentaram índices entre 0,31 e 0,37. Após 28 dias, o controle SR apresentou a maior redução, chegando a 0,09, seguido por NANO e PIRO, ambos com 0,11. O BOC apresentou o melhor resultado, mantendo índice de 0,21 no final do armazenamento e a maior média geral (0,28). Esses resultados indicam maior preservação da estrutura da gema pelo revestimento com óleo de coco.Em relação ao percentual de gema, houve tendência de aumento durante o armazenamento, associada à migração de água do albúmen para a gema. O tratamento SR passou de 28,18% no início para 31,78% aos 28 dias, enquanto o BOC apresentou variação de 30,06% para 32,30%, demonstrando comportamento relacionado à transferência de água entre as estruturas internas do ovo.
avaliação conjunta dos resultados mostrou diferenças na capacidade dos sete tratamentos em preservar a qualidade dos ovos durante os 28 dias de armazenamento. Entre as formulações estudadas, BOA e BOC apresentaram o desempenho mais consistente, mantendo melhores características de frescor e qualidade interna ao final do experimento. Os tratamentos com óleo de alecrim e óleo de coco apresentaram maior preservação da gema e do albúmen, o que também foi observado visualmente. Aos 28 dias, BOA apresentou Unidade Haugh de 59,28 e índice de gema de 0,16, enquanto BOC alcançou 70,21 e 0,21, respectivamente. Esses resultados indicam que os óleos vegetais contribuíram para formar uma barreira sobre a casca, reduzindo a perda de água e as trocas gasosas. Segundo Servin et al. (2025), os óleos vegetais podem preencher os poros da casca de maneira eficiente, favorecendo a conservação dos ovos.

Os tratamentos PIRO e NANO apresentaram valores de Unidade Haugh de 44,48 e 47,70, respectivamente, superiores aos obtidos por BNANO (39,28) e BPIRO (41,38). Isso demonstra que a incorporação dos ativos à matriz de amido não aumentou necessariamente a eficiência da proteção. Dessa forma, a combinação entre o extrato pirolenhoso ou as nanopartículas e a matriz amilácea pode ter apresentado limitações quanto à formação de uma barreira eficiente contra a perda de umidade. Apesar das diferenças observadas, os revestimentos apresentaram efeitos distintos conforme a característica analisada. BNANO e BPIRO, por exemplo, apresentaram percentuais de albúmen aos 28 dias de 58,76% e 58,63%, respectivamente, valores superiores ao BOC (57,21%). Isso demonstra que determinados tratamentos podem apresentar vantagens específicas, mesmo sem apresentar os melhores resultados gerais. A variação entre os resultados também pode estar relacionada às características individuais dos ovos, já que cada unidade experimental possui condições próprias e pode sofrer influência de fatores anteriores e posteriores à postura (Soares, 2022). De modo geral, os resultados confirmam o potencial dos revestimentos bioativos como alternativa para conservação pós-colheita. As formulações podem contribuir para diminuir a passagem de vapor de água e gases através da casca e auxiliar na proteção contra microrganismos, retardando a deterioração da qualidade interna. Entretanto, os resultados também indicam a necessidade de aperfeiçoar principalmente as formulações contendo extrato pirolenhoso e extrato pirolenhoso nanoestruturado, buscando melhorar sua eficiência durante períodos prolongados de armazenamento.

Conclusão

O estudo demonstrou que os revestimentos contendo compostos bioativos foram capazes de auxiliar na conservação dos ovos durante 28 dias em temperatura ambiente, embora os efeitos variassem de acordo com o parâmetro analisado. Entre as formulações avaliadas, BOC e BOA apresentaram os resultados mais favoráveis na manutenção do frescor e da qualidade interna, destacando-se como alternativas promissoras para a conservação pós-colheita de ovos. Os tratamentos contendo extrato pirolenhoso e sua forma nanoestruturada também apresentaram potencial, porém com respostas menos uniformes entre as características avaliadas.
Assim, recomenda-se a realização de novos estudos para ajustar as concentrações dos compostos bioativos, especialmente nas formulações com extrato pirolenhoso e extrato pirolenhoso nanoestruturado, visando aumentar a eficiência dos revestimentos e ampliar sua aplicação na conservação de ovos.

Referências

ABO GHANIMA, M. M. et al. Effect of Housing System and Rosemary and Cinnamon Essential Oils on Layers Performance, Egg Quality, Haematological Traits, Blood Chemistry,
Immunity, and Antioxidant. Animals, v. 10, n. 2, p. 245, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani10020245. Acesso em: 26 abr. 2026.

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual 2026.
São Paulo: ABPA, 2026. Disponível em: https://abpa-br.org/abpa-relatorio-anual/. Acesso em:
20 maio 2026.
ALONSO, L. Óleos essenciais como alternativa natural para a conservação de alimentos.
2022. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) –
Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2022. Disponível em:
https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/36602. Acesso em: 26 abr. 2026.
ALTAF, A. et al. A comprehensive review of polysaccharide-based bionanocomposites for
food packaging applications. Discover Food, v. 2, n. 1, p. 10, 2022. Disponível em:
https://link.springer.com/article/10.1007/s44187-022-00011-x. Acesso em: 25 abr. 2026.
ALVES, J. M. L. Desenvolvimento de nanocompósitos biodegradáveis de carragena e amido reforçados com nanocristais de celulose para embalagens de alimentos. 2025. 177
f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia,
MG, 2025. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/44985. Acesso em: 25
abr. 2026.
ALVES, Lorena Cristina. Fatores que interferem na produtividade dos ovos de galinhas poedeiras. 2024. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) –
Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2024. Disponível em:
https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/8857/1/TCC_Lorena_12-12-20
24_assinado.pdf. Acesso em: 14 maio 2026.
ARAÚJO, E. S. Potencial antibacteriano e antifúngico do extrato pirolenhoso. 2018. 49 f.
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, Macaíba, 2018. Disponível em:
https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/a0d29a69-8ae7-49ee-a9fb-ea459522080c
/content. Acesso em: 27 abr. 2026.
ARAÚJO, L. C. S. S. C. et al. Ovo da produção ao consumo: qualidade, segurança e perspectivas da avicultura no Brasil. Pubvet, [S. l.], v. 19, n. 12, e1872, p. 1-11, 2025.
Disponível em: https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/pt_BR/article/view/4351. Acesso
em: 22 abr. 2026.
BASÍLIO, Sonya Neves. Estudo da Qualidade de Ovos. 2021. Dissertação (Mestrado em
Engenharia Alimentar) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2021. Disponível em:
https://comum.rcaap.pt/bitstreams/7ed64c21-8c16-4d52-b541-df96223f3dcc/download.
Acesso em: 14 maio 2026.
BELLANCA, Flavia. Defeitos que afetam a qualidade interna e externa de ovos de galinha e suas causas: revisão de literatura. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso

(Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto
Alegre, 2024. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/297392. Acesso em: 14
maio 2026.
BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de
março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de
23 de novembro de 1989. Brasília, DF: MAPA, 2017. Disponível em:
https://www.gov.br/agricultura/pt-br/internacional/english/arquivos/riispoa-2017/view.
Acesso em: 16 maio 2026.
BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria SDA/MAPA nº 1.179, de 5 de
setembro de 2024. Estabelece as normas técnicas de amostragem, análises e parâmetros de
conformidade para ovos e derivados. Brasília, DF: MAPA, 2024. Disponível em:
https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sda/mapa-n-1.179-de-5-de-setembro-de-2024-58
2938411. Acesso em: 22 maio 2026.
BRASIL, R. J. M. et al. Tecnologia de revestimento de ovos para manutenção da qualidade e
aumento do tempo de prateleira. Revista Científica de Avicultura e Suinocultura, v. 5, n. 2,
p. 041-053, 2019. Disponível em:
https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/RECAS/article/view/7761/5447. Acesso em:
17 maio 2026.
CAMARATTA, Rubens. Sintese do ZnO por biomimetização de membranas de cascas de
ovos, e sua comparação com TiO2, para aplicação como ânodo em células fotovoltaicas
sensibilizadas por corante. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas,
Metalúrgica e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,
2013. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/87345. Acesso em: 14 maio 2026.
CAMPOS, Â. D. Informação técnica sobre extrato pirolenhoso: descrição detalhada do
produto e condições de uso. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 8 f. (Circular
Técnica, 177). Disponível em:
https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1092513. Acesso em: 27 abr.
2026.
CARVALHO, A. A. de et al. Estrutura, padrão fenotípico, constituintes nutricionais e
métodos de avaliação de qualidade de ovos de galinhas. Sobral: Embrapa Caprinos e
Ovinos, 2020. Disponível em:
https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1129564.
Acesso em: 14 maio 2026.
CORDEIRO, T. S. Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essências de Alecrim
(Rosmarinus officinalis) e Sálvia (Salvia officinalis) para aplicação em alimentos. 2013.

51 f. Monografia (Especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: http://200.18.15.28/handle/1/1809. Acesso em: 26 abr. 2026.

CORREIA, I. M. S. et al. Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do
óleo de girassol (Helianthus annuus L.) e coco (Cocos nucifera L.) produzidos no Nordeste
brasileiro. Scientia Plena, v. 10, n. 3, p. 1-6, 2014. Disponível em: https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1584. Acesso em: 26 abr. 2026.

DEHGHANI, S.; HOSSEINI, S. V.; REGENSTEIN, J. M. Edible films and coatings in seafood preservation: a review. Food Chemistry, v. 240, p. 505–513, 2018. Disponível em:
https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.034. Acesso em: 25 abr. 2026.

FOLLETTO, A. G.; SIQUEIRA, M. P. M. de; WOLFART, Franciele. O uso do alecrim na
conservação dos alimentos: breve revisão. Revista de Ciência e Inovação do IFFar, v. 9, p.
1-28, 2023. Disponível em: https://periodicos.iffarroupilha.edu.br/index.php/cienciainovacao/article/view/380. Acesso
em: 26 abr. 2026.

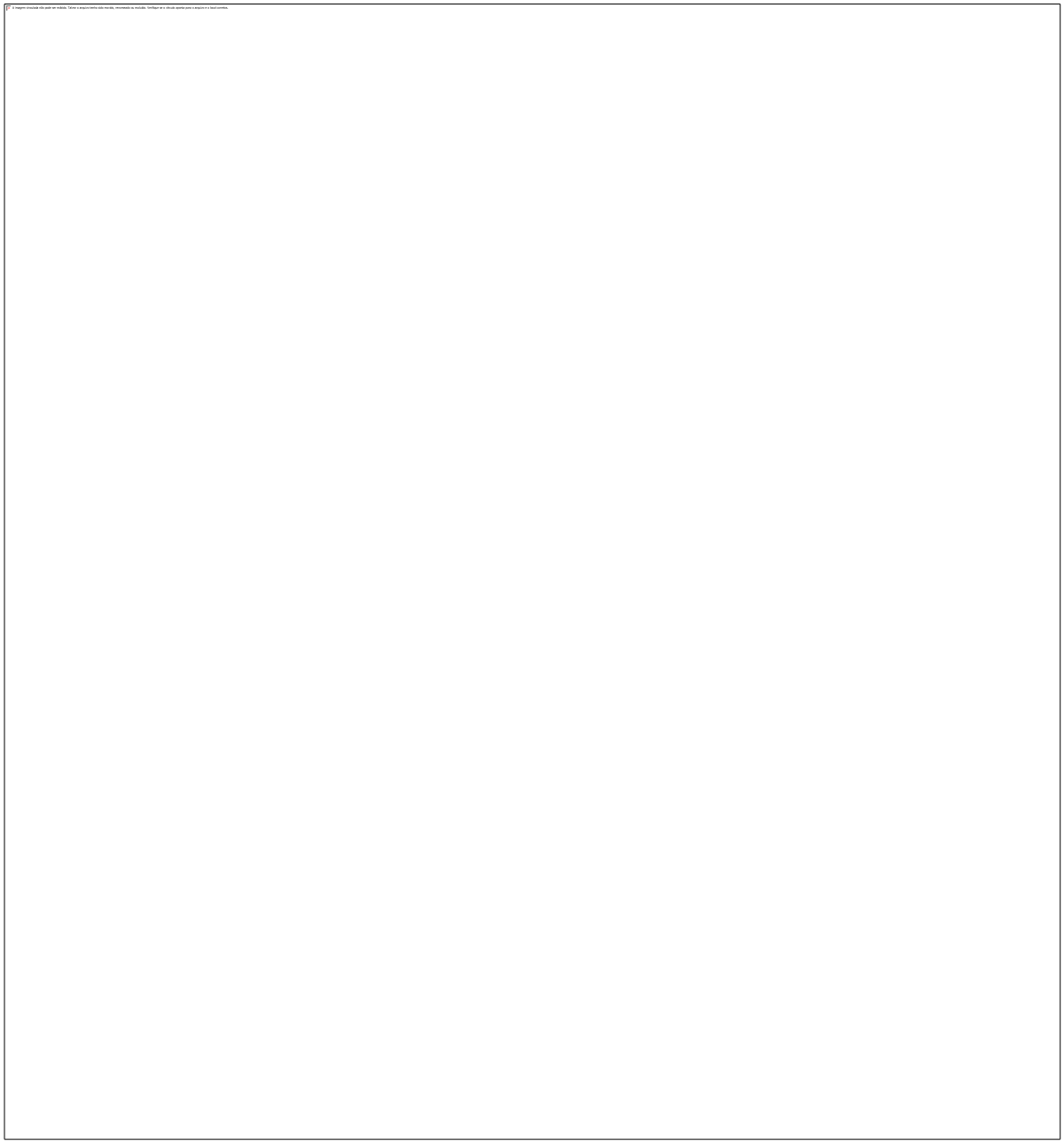
FREITAS, Ednardo Rodrigues et al. Comparação de métodos de determinação da gravidade
específica de ovos de poedeiras comerciais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.
39, n. 5, p. 509-512, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/Lrzh54hvLNv57h4CkGScxPR/?lang=pt. Acesso em: 12 maio
2026.

GARCIA, Emanuel Magno. Associação do consumo de ovos com a síntese de proteína muscular: uma revisão de literatura. 2023. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2023. Disponível em:
https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/6070/1/Emanuel%20Magno%2
0.pdf. Acesso em: 14 maio 2026.

GOMES, F. P. A comparação entre médias de tratamentos na análise da variância. Anais da
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, v. 11, p. 1-12, 1954. Disponível em:
https://www.scielo.br/j/aesalq/a/gb6w7mKtGQBNMjLRbcfWR7g/?format=pdf&lang=pt.
Acesso em: 12 maio 2026.

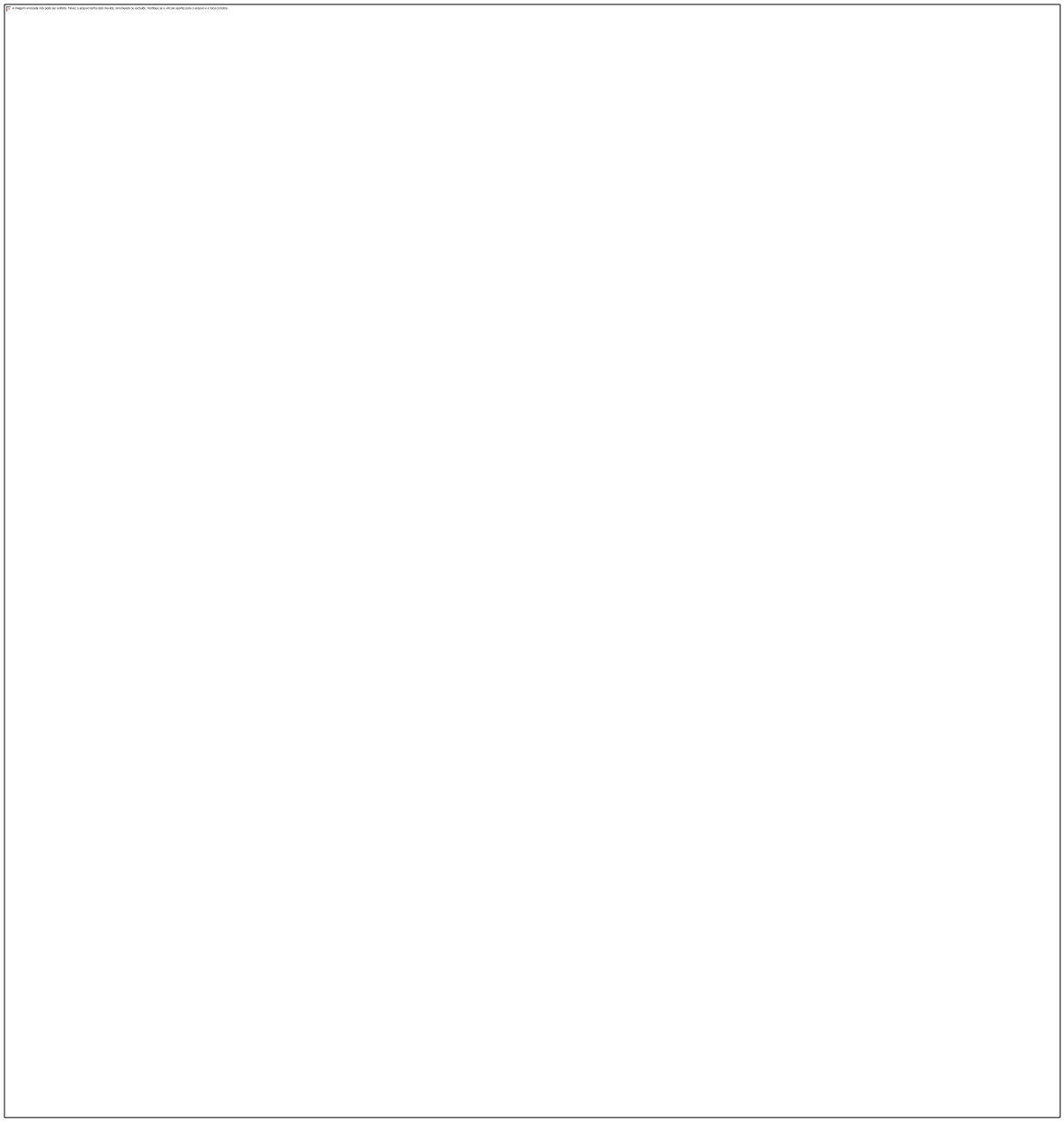
GOMES, Francisco Cayo Pereira. Raças nativas de galinhas do Brasil: identificação, histórico e conservação. 2022. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em:
https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/75681/3/2022_tcc_fcpgomes.pdf. Acesso em: 27 abr.
2026.

Anexos

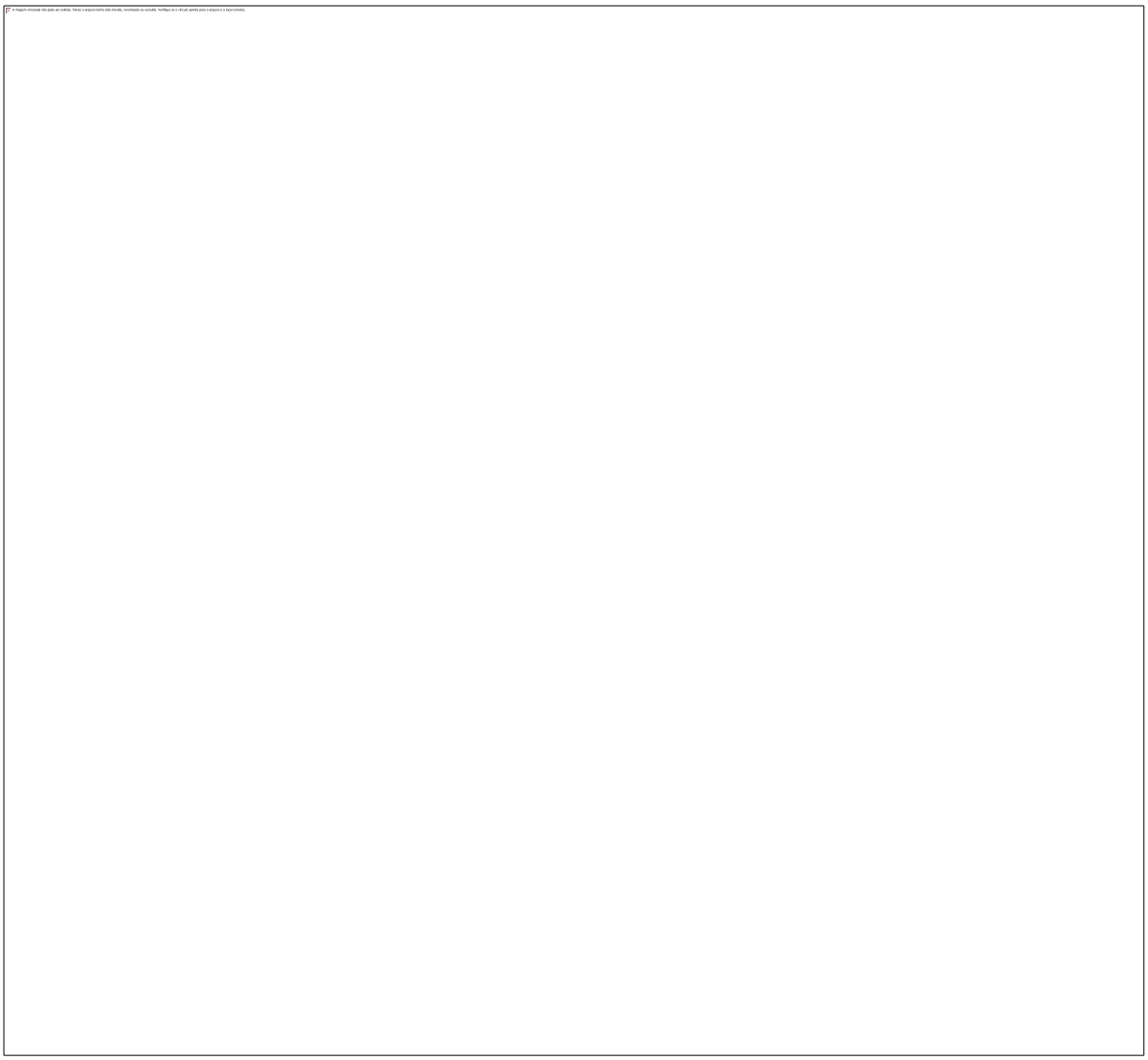


Tabelas





Tabelas



Tabelas



Tabelas

CÓDIGO: SB0301

AUTOR: JAMESSON LUIZ ALVES RODRIGUES

COAUTOR: RODRIGO DA SILVA SANTOS

COAUTOR: LUIZA FEITOSA FERREIRA

COAUTOR: ANA BEATRIZ GRACIANO DA COSTA

ORIENTADOR: JOAO VIRGINIO EMERENCIANO NETO

TÍTULO: Digestibilidade da forragem de gramíneas de clima tropical sob cultivo consorciado

Resumo

O presente estudo teve como objetivo determinar a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) dos componentes morfológicos de gramíneas tropicais cultivadas em sistemas solteiros e consorciados. Foram avaliados três sistemas de cultivo: capim-marandu (Urochloa brizantha cv. Marandu), capim-Massai (Megathyrsus maximus cv. Massai) e o consórcio entre as duas cultivares. A forragem foi separada em lâmina foliar, colmo e material morto, sendo as lâminas foliares e os colmos avaliados quanto à DIVMS. As lâminas foliares apresentaram maiores valores de DIVMS que os colmos em todos os sistemas, com valores de 68,9, 67,7 e 73,6% para o consórcio, massai e marandu, respectivamente. Entre os sistemas de cultivo, a DIVMS das lâminas foliares diferiu ($P < 0,05$), com maior valor para o capim-marandu solteiro (73,61%) em relação ao capim-massai solteiro (67,72%) e ao consórcio (68,92%). Para os colmos, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os sistemas, com média de 58,55%. Concluiu-se que as lâminas foliares apresentam maior DIVMS que os colmos e que o cultivo consorciado entre Marandu e Massai apresenta desempenho satisfatório quanto à DIVMS, constituindo uma alternativa promissora para a diversificação de pastagens tropicais, especialmente em sistemas sujeitos a variações edafoclimáticas.

Palavras-chave: Brachiaria brizantha; Panicum maximum; digestibilidade in vitro.

TITLE: Forage digestibility of tropical grass species under intercropping systems

Abstract

The present study aimed to determine the in vitro dry matter digestibility (IVDMD) of the morphological components of tropical grasses grown in sole and intercropped systems. Three cropping systems were evaluated: Marandu grass (Urochloa brizantha cv. Marandu), Massai grass (Megathyrsus maximus cv. Massai), and the intercrop between the two cultivars. The forage was separated into leaf blade, stem, and dead material, with leaf blades and stems evaluated for IVDMD. Leaf blades showed higher IVDMD values than stems in all cropping systems, with values of 68.9, 67.7, and 73.6% for the intercrop, Massai, and Marandu, respectively. Among the cropping systems, leaf blade IVDMD differed ($P < 0.05$), with the highest value observed for sole-cropped Marandu grass (73.61%) compared with sole-cropped Massai grass (67.72%) and the intercrop (68.92%). For stems, no difference ($P > 0.05$) was observed among cropping systems, with an overall mean of 58.55%. It was concluded that leaf blades have higher IVDMD than stems and that intercropping Marandu and Massai grasses provides satisfactory IVDMD performance, representing a promising alternative for diversifying tropical pastures, particularly in systems subject to edaphoclimatic variations.

Keywords: Brachiaria brizantha; Panicum maximum; in vitro digestibility.

Introdução

A produção agropecuária constitui uma atividade econômica fundamental para a região semiárida, sendo diretamente influenciada por fatores como as características do solo (Milhorance et al., 2019), a qualidade da forragem e os fatores climáticos (Biglari et al., 2019). A irregularidade desses fatores reduziu os níveis de produtividade, tornando os sistemas de produção altamente dependentes das condições climáticas. Nesse cenário, a utilização de estratégias capazes de mitigar as influências edafoclimáticas adversas mostrou-se de suma importância.

Dessa forma, o consórcio entre gramíneas de diferentes gêneros constituiu uma alternativa para contornar as variabilidades edafoclimáticas. A utilização de pastagens consorciadas promoveu uma série de benefícios ao sistema de produção, configurando-se como uma oportunidade para o desenvolvimento de sistemas mais sustentáveis (Barcellos et al., 2008).

Apesar de o cultivo consorciado entre gramíneas ser frequentemente discutido no meio acadêmico, essa prática ainda foi pouco estudada. Dessa maneira, verificou-se a necessidade de estudos mais aprofundados para a discussão de seus resultados e de seus possíveis benefícios.

Metodologia

O experimento foi conduzido na área do Grupo de Estudos em Forragicultura e Produção de Ruminantes (GEFORP) , na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UAECA-UFRN), situada no município de Macaíba/RN (5°89'25" Sul e 35°36'37" Oeste). O clima da região é caracterizado como seco e subúmido, com excesso de água ocorrendo entre os meses de maio e agosto.

Foi utilizado delineamento inteiramente ao acaso, sendo três tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em três sistemas de cultivo, sendo estes: o consórcio entre capim-marandu (Urochloa brizantha [sin. Brachiaria brizantha] cv. Marandu) e capim-massai (Megathyrsus maximus [sin. Panicum maximum] cv. Massai), capim-marandu solteiro e capim-massai solteiro. Os pastos foram manejados sob lotação intermitente, com meta de saída dos animais estabelecida em 50% da altura do dossel observada no pré-pastejo.

Cada tratamento ocupou uma área de 3.600 m² (0,36 ha), subdividida em seis piquetes de 600 m² (0,06 ha). A área total utilizada no experimento correspondeu a 1,08 ha (10.800 m²). A semeadura foi realizada a lanço, sendo a densidade de semeadura definida de acordo com a recomendação para cada cultivar e com o valor cultural (VC%) das sementes utilizadas. No sistema consorciado, a semeadura foi feita para atender a proporção de 50% de cada cultivar.

A coleta da forragem foi realizada ao nível do solo, utilizando-se um quadro metálico de 1 m² para a determinação da área a ser amostrada. O corte foi realizado em até três locais diferentes dentro de um mesmo piquete. Posteriormente, foi retirada uma alíquota da forragem amostrada para a determinação da matéria seca (MS) do pasto. As amostras foram acondicionadas em estufa de circulação forçada, a 55 ºC por 72 horas.

A outra alíquota das amostras foi separada manualmente em diferentes frações: lâmina foliar, colmo (colmo + bainha) e material morto. Após secas, a lâmina foliar e o colmo foram triturados em moinho de facas do tipo Wiley, utilizando peneira de 1 mm, para posterior determinação digestibilidade in vitro.

O preparo dos inóculos foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Tilley e Terry (1963), modificada conforme Santos et al. (1997). Para a determinação da digestibilidade in vitro, foi utilizada a metodologia do fermentador ruminal DAISYII, descrita por Holden (1999). A solução tampão foi preparada em recipientes previamente aquecidos a 39 ºC. A solução A, expressa em g/L, foi composta por 10,0 g de KH_2PO_4; 0,5 g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,5 g de NaCl; 0,1 g de $CaCl_2 \cdot 2H_2O$; e 0,5 g de ureia. A solução B, expressa em g/100 mL, foi composta por 15,0 g de Na_2CO_3 e 1,0 g de $Na_2S \cdot 9H_2O$.

As soluções foram misturadas mediante a adição de aproximadamente 266 mL da solução B a 1330 mL da solução A, mantendo-se a relação de 1:5. A mistura apresentou pH final de 6,8 e foi mantida à temperatura de 39 ºC. Foram adicionados aproximadamente 1.600 mL da mistura combinada das soluções A e B em cada jarro do fermentador ruminal DAISYII.

Após o período de incubação, os filtros de náilon contendo os resíduos foram pesados para a determinação da matéria seca residual e do coeficiente de digestibilidade in vitro da matéria seca. A digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) foi calculada pela

diferença entre a matéria seca do alimento incubado e a matéria seca do resíduo obtido após a incubação, de acordo com a fórmula: DIVMS (%) = [(MS incubada − MS residual) / MS incubada] × 100.

Resultados e Discussões

A digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) variou ($P < 0,05$) em função do componente morfológico em todos os sistemas de cultivo (Figura 1). As lâminas foliares apresentaram maiores valores de DIVMS em comparação aos colmos, evidenciando a maior digestibilidade desse componente e reforçando a importância da composição morfológica na qualidade nutricional da forragem.

Figura 1. Digestibilidade in vitro da matéria seca das frações folha e colmo de capim-marandu e capim-massai sob cultivo solteiro e consorciado. Médias seguidas de letras distintas maiúsculas diferem entre os componentes morfológicos e seguidas de letras minúsculas entre os cultivos para o mesmo componente morfológico, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A superioridade da DIVMS das lâminas foliares pode estar relacionada às características estruturais desse componente. As folhas geralmente representam a fração mais nutritiva da planta forrageira, enquanto os colmos apresentam maior participação de tecidos de sustentação e componentes estruturais, o que pode reduzir sua digestibilidade. Assim, a proporção entre folhas e colmos constitui um importante fator relacionado à qualidade nutricional da forragem (Paciullo et al., 2002).

Tal diferença, observada entre folhas e colmos, reforça a necessidade de um manejo adequado do pasto, a fim de manter a estrutura do dossel forrageiro com maior participação de tecidos potencialmente mais digestíveis.

Na comparação entre os sistemas de cultivo, a DIVMS diferiu ($P < 0,05$) apenas para o componente folha, sendo maior no capim-marandu solteiro em relação ao capim-massai solteiro e ao consórcio. Por outro lado, a DIVMS do colmo não diferiu entre os sistemas, com média de 58,55%. Este resultado corrobora o que foi observado por Emerenciano Neto et al. (2014), que, ao avaliarem os capins Marandu e Massai, verificaram maior DIVMS das folhas do capim-marandu em relação às do capim-massai, sem diferença entre os colmos das duas cultivares. Ainda segundo os autores, essa maior digestibilidade pode estar relacionada às diferenças na composição química dos componentes morfológicos, uma vez que o capim-marandu apresentou menor teor de FDN nas folhas (61,8%) em relação ao capim-massai (74,4%), indicando menor participação de componentes da parede celular e, consequentemente, maior DIVMS.

Diante desses resultados, o cultivo consorciado entre capim-marandu e capim-massai apresentou comportamento satisfatório em relação à digestibilidade. A associação entre duas gramíneas de diferentes características morfológicas e de crescimento demonstrou potencial para uma maior diversificação da pastagem, o que representa uma alternativa para sistemas de produção localizados em regiões sujeitas a variações edafoclimáticas.

Os resultados também demonstraram que a avaliação isolada da produção de matéria seca não seria suficiente para determinar a qualidade de uma pastagem. Portanto, a avaliação da DIVMS dos componentes morfológicos mostrou-se relevante para a caracterização do valor nutritivo da forragem, por fornecer informações sobre o potencial de aproveitamento dos diferentes componentes pelos animais.

Conclusão

A digestibilidade foi maior nas lâminas foliares em relação aos colmos, evidenciando a importância da composição morfológica para o valor nutritivo da forragem. O capim-marandu em cultivo solteiro apresentou maior digestibilidade das folhas, enquanto os colmos não diferiram entre os sistemas de cultivo.

O consórcio entre capim-marandu e capim-massai apresentou desempenho satisfatório quanto à digestibilidade, constituindo uma alternativa promissora para diversificação das pastagens, especialmente em sistemas de produção sujeitos a variações edafoclimáticas.

Referências

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, p. 51-67, 2008.

BIGLARI, T.; MALEKSAEIDI, H.; ESKANDARI, F.; JALALI, M. Livestock insurance as a mechanism for household resilience of livestock herders to climate change: evidence from Iran. Land Use Policy, v. 87, 104043, 2019.

EMERENCIANO NETO, J. V.; DIFANTE, G. S.; AGUIAR, E. M.; FERNANDES, L. S.; OLIVEIRA, H. C. B.; SILVA, M. G. T. Performance of meat sheep, chemical composition and structure of tropical pasture grasses managed under intermittent capacity. Bioscience Journal, v. 30, n. 3, p. 834–842, 2014.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. Journal of Dairy Science, 1999.

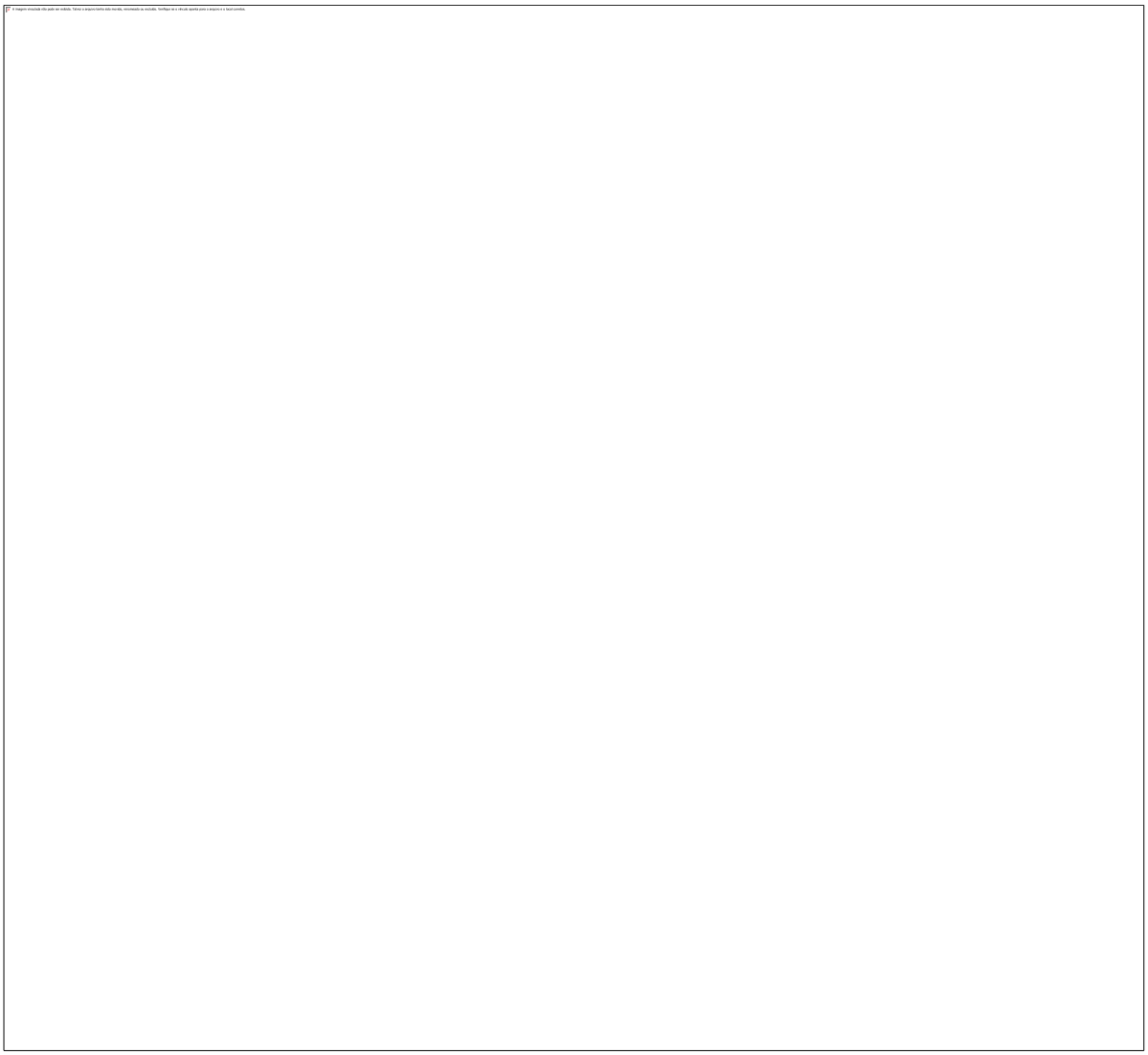
MILHORANCE, C.; MENDES, P.; MESQUITA, P.; MORIMURA, M.; REIS, R.; RODRIGUES FILHO, S.; BURSZTYN, M. O desafio da integração de políticas públicas para a adaptação às mudanças climáticas no Semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Climatologia, v. 24, p. 175-195, 2019.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M.; QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, C. A. M. Degradação in vitro de tecidos da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do estádio de desenvolvimento. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31, n. 2, p. 900-907, 2002.

SANTOS, G. T.; ASSIS, M. A.; PETIT, H. V.; CECATO, U.; ZEOULA, L. M.; RIGOLON, L. P.; BRANCO, A. F.; DAMASCENO, J. C.; BETT, V. Chemical composition and in situ degradability of leucaena (Leucaena leucocephala) and desmodium (Desmodium ovalifolium) submitted at two conservation forms. Journal of Dairy Science, v. 80, p. 221, 1997.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, Cambridge, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

Anexos



CÓDIGO: SB0305

AUTOR: LUIZA FEITOSA FERREIRA

COAUTOR: RODRIGO DA SILVA SANTOS

COAUTOR: STELA ANTAS URBANO

COAUTOR: NEYTON DE OLIVEIRA MIRANDA

ORIENTADOR: JOAO VIRGINIO EMERENCIANO NETO

TÍTULO: Produção de forragem do capim Sabiá adubado com combinações de composto orgânico, biochar e extrato pirolenhoso

Resumo

O uso de fontes orgânicas pode contribuir para a manutenção da fertilidade do solo e da produção de forragem em sistemas de produção mais sustentáveis. Objetivou-se avaliar os componentes morfológicos do capim Sabiá (Urochloa híbrida cv. Sabiá) submetido a diferentes combinações de composto orgânico, biochar e extrato pirolenhoso. O experimento foi conduzido em Macaíba-RN, utilizando-se cinco tratamentos: controle, composto orgânico isolado e composto associado ao biochar, ao extrato pirolenhoso ou à combinação de ambos. A massa de folha e de material morto não foi influenciada pelos tratamentos, apresentando médias de 3,49 e 0,69 g de MS/vaso, respectivamente. Entretanto, a massa de colmo diferiu entre os tratamentos (P = 0,0027), variando de 0,52 a 1,47 g de MS/vaso. A relação folha/colmo também foi influenciada (P = 0,0149), com valores entre 2,98 e 5,67, sendo o maior valor observado na combinação de composto orgânico, extrato pirolenhoso e biochar. Conclui-se que a associação entre composto orgânico, biochar e extrato pirolenhoso favorece uma maior relação folha/colmo, principalmente pela redução da massa de colmos, sem alterar as massas de folhas e de material morto.

Palavras-chave: adubação; Brachiaria; composição morfológica; Urochloa brizantha

TITLE: Forage Production of Sabiá Grass Fertilized with Combinations of Organic Compost, Biochar, and Pyroligneous Extract

Abstract

The use of organic sources may contribute to maintaining soil fertility and forage production in more sustainable production systems. This study aimed to evaluate the morphological components of Sabiá grass (Urochloa hybrid cv. Sabiá) subjected to different combinations of organic compost, biochar, and pyroligneous extract. The experiment was conducted in Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil, using five treatments: control, organic compost alone, and compost combined with biochar, pyroligneous extract, or both. Leaf mass and dead material mass were not affected by the treatments, with means of 3.49 and 0.69 g DM/pot, respectively. However, stem mass differed among treatments (P = 0.0027), ranging from 0.52 to 1.47 g DM/pot. The leaf-to-stem ratio was also affected (P = 0.0149), with values ranging from 2.98 to 5.67, and the highest value observed with the combination of organic compost, pyroligneous extract, and biochar. It was concluded that the association of organic compost, biochar, and pyroligneous extract promotes a higher leaf-to-stem ratio, mainly due to reduced stem mass, without altering leaf and dead material masses.

Keywords: fertilization; Brachiaria; morphological composition; Urochloa brizant

Introdução

As pastagens são a maneira mais prática e econômica de alimentar bovinos. Contudo, boa parte das pastagens brasileiras estão com algum grau de degradação devido à baixa fertilidade do solo e à rápida extração de nutrientes. Em contrapartida, a adubação orgânica é uma alternativa sustentável à adubação mineral pois tem custo mais baixo para repor nutrientes que não são repostos adequadamente (Latawiec et al., 2019).

Em geral, quando é realizada correção do solo e reposição de nutrientes em áreas de pastagens utiliza-se adubo mineral, cujo uso em pequenas propriedades é limitado pelo custo, pela baixa eficiência de uso dos nutrientes pelas plantas e por perdas por lixiviação, principalmente do N, que é muito requerido pelas pastagens (Galdos et al., 2020)., cuja liberação lenta no solo prolonga a disponibilidade e diminui perdas por lixiviação (Bezerra et al., 2017).

O biochar oriundo decomposição térmica de biomassa sob disponibilidade limitada de oxigênio é um condicionador de solos de uso mais recente. Seu alto teor de carbono estável favorece o sequestro de carbono, combate a degradação e beneficia a fertilidade dos solos, principalmente de baixa fertilidade, arenosos e ácidos. Ele beneficia as culturas por fornecer nutrientes, reduzir a acidez e melhorar a estrutura do solo quanto à porosidade, densidade e retenção de água (Novotny et al., 2015).

O extrato pirolenhoso (EP) é obtido, no processo de carbonização da madeira ou do bambu para a produção do carvão, tem sido utilizado como condicionador do solo (melhora as qualidades físicas, químicas e biológicas), bioestimulante vegetal, indutor de enraizamento (Miyasaka et al. 2001).

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes compostos aplicados no momento da semeadura de Urochloa hibrido cv. Sabiá.

Metodologia

O estudo foi realizado na área experimental do Grupo de Estudos em Forragicultura e Produção de Ruminantes (GEFORP), situada na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, situado em Macaíba-RN (5°51'30" Sul e 35°21'14" Oeste). O clima da região é caracterizado como subsumido seco, com excedente hídrico de maio a agosto (Thornthwaite, 1948).

O delineamento foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em combinações de compostos incorporados ao solo no momento da semeadura, sendo estes:

• Sem aplicação de composto (controle);

• 5.000 kg/ha de composto orgânico sem aditivos;

• 5.000 kg/ha de composto orgânico enriquecido com biochar;

• 5.000 kg/ha de composto enriquecido com extrato pirolenhoso;

• 5.000 kg/ha de composto enriquecido com biochar e extrato pirolenhoso.

A semeadura da Urochloa (sin. Brachiaria) hibrida cv. Sabiá (U. brizantha x U. ruziziensis cv. Sabiá) foi feita em vasos cônicos de 19 cm de diâmetro de superfície, com orifícios ao fundo que permitiam a drenagem do excesso de água e, posteriormente, mantidos em ambiente sob sol pleno. Foram utilizadas seis sementes por vaso, sendo cada vaso uma unidade experimental. A irrigação foi manual e feita a cada dois dias, exceto em dias chuvosos, a fim de atender 70% da capacidade de campo do solo (470 mL/vaso). Além disso, realizou-se uma adubação nitrogenada aos 35 dias após a semeadura, com 0,40 g de ureia por vaso (equivalente à 50 kg de N ha-1).

As avaliações foram feitas aos 78 dias após a semeadura. Toda a forragem contida nos vasos foi cortada rente ao solo e pesada em balança digital para obtenção da massa fresca total. Em seguida, o capim foi separado manualmente em lâmina foliar, colmo (colmo + bainha) e material morto, acondicionados em sacos de papel identificados e levados à estufa de circulação forçada, à 55 °C por 72 horas. Após este período, as amostras foram novamente pesadas para obtenção da massa seca dos componentes e estimativa da relação folha/colmo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussões

A massa de folha (P = 0,4439) e de material morto (P = 0,6376) não diferiu entre os tratamentos (Tabela 1), com médias de 3,49 e 0,69 g de MS/vaso, respectivamente.

Para a massa de colmo, houve diferença significativa (P = 0,0027), com maiores valores nos tratamentos com composto orgânico e composto orgânico + extrato pirolenhoso em relação ao tratamento que utilizou associação de composto orgânico, extrato pirolenhoso e biochar. Os tratamentos sem aplicação de composto e com composto orgânico + biochar não diferiram dos demais.

Consequentemente, a relação folha/colmo também foi influenciada pelos tratamentos (P = 0,0149), apresentando maior valor na combinação dos três compostos (composto orgânico + extrato pirolenhoso + biochar) em relação ao composto orgânico sozinho. Esse resultado está associado principalmente à menor massa de colmos, uma vez que a massa de folhas não foi alterada pelos tratamentos, o que refletiu em menor proporção de colmo em relação à folha. De acordo com Shifa et al. (2023), a aplicação combinada de composto orgânico e biochar pode modificar positivamente a relação folha/colmo em gramíneas forrageiras.

Conclusão

A associação de composto orgânico, biochar e extrato pirolenhoso promoveu alterações na composição morfológica do capim-sabiá, principalmente pela redução da massa de colmo e aumento da relação folha/colmo, sem alterar significativamente a massa de folhas e de material morto.

Referências

Bezerra, M. G. S.; Silva, G. G. C.; Difante, G. S.; Emerenciano Neto, J. V.; Oliveira, E. M. M.; Oliveira, L. E. C. Cassava wastewater as organic fertilizer in ‘Marandu’ grass pasture. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 21, n. 6, p. 404-409, 2017.

Galdos, M. V.; Brown, E.; Rosolem, C. A.; Pires, L. F.; Hallet, P. D.; Mooney, S. J. Brachiaria species influence nitrate transport in soil by modifying soil structure with their root system. Scientific Reports, v. 10, 5072, 2020.

Latawiec, A. E.; Strassburg, B. B. N.; Junqueira, A. B.; Araujo, E.; Moraes, L. F. D.; Pinto, H. A. N.; Castro, A.; Rangel, M.; Malaguti, G. A.; Rodrigues, A. F.; Barioni, L. G.; Novotny, E. H.; Cornelissen, G.; Mendes, M.; Batista, N.; Guerra, J. G.; Zonta, E.;

Jakovac, C.; Hale, S. E. Biochar amendment improves degraded pasturelands in Brazil: environmental and cost-benefit analysis. Scientific Reports, v. 9, 11993, 2019.

Miyasaka, S.; Ohkawara, T.; Nagai, K.; Yazaki, H.; Sakita, M. N. Técnicas de produção e uso do fino de carvão e licor pirolenhoso. In: I Encontro de Processos de Proteção de Plantas: Controle Ecológico de Pragas e Doenças, Botucatu. Resumo, FCA. p. 161-179.

Shifa, S.; Worku, M.; Beyene, A. Co-application of compost and biochar improves soil properties and Desho grass growth on acidic soils in a tropical environment of Southwestern Ethiopia. Cogent Food & Agriculture, v. 10, 2290338, 2024.

Thornthwaite, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical review, v. 38, p. 55-94, 1948.

Anexos



Massa dos componentes morfológicos de Urochloa hibrido cv. Sabiá em vasos sob diferentes substratos na semeadura.

CÓDIGO: SB0314

AUTOR: RIKASSIA JULIA SANTOS DE CASTRO

ORIENTADOR: JANETE GOUVEIA DE SOUZA

TÍTULO: Revestimento de ovos com filmes biodegradáveis

Resumo

O estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar revestimentos bioativos aplicados à casca de ovos comerciais, visando aumentar sua vida de prateleira e preservar a qualidade interna durante 28 dias de armazenamento em temperatura ambiente. A pesquisa foi realizada no Núcleo de Pesquisa em Avicultura (NUPAVI/UFRN/Macaíba), utilizando 175 ovos da linhagem Nick Chick, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 7 × 3. Foram avaliados sete tratamentos: sem revestimento, base com óleo de alecrim, base com óleo de coco, extrato de pirolenhoso nanoestruturado, extrato de pirolenhoso, base com extrato de pirolenhoso nanoestruturado e base com extrato de pirolenhoso. Os ovos foram avaliados nos dias 0, 14 e 28 quanto a características físicas e de qualidade interna, como peso, densidade, espessura e percentual de casca, Unidade Haugh, índice e percentual de gema, percentual de albúmen e pH. Os resultados demonstraram que o tempo de armazenamento foi o principal fator relacionado à redução da qualidade física dos ovos. Entre os tratamentos, os revestimentos à base de óleo de coco e óleo de alecrim apresentaram maior eficiência na preservação da qualidade interna e do frescor. Os revestimentos contendo extrato de pirolenhoso também apresentaram potencial de conservação, embora com respostas diferentes entre os parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Ovos comerciais; revestimento bioativo; conservação de ovos; qualidade

TITLE: Development of natural coatings based on waxes and essential oils for the post-harvest preservation of eggs

Abstract

The study aimed to develop and evaluate bioactive coatings applied to commercial eggshells, seeking to extend shelf life and preserve internal quality during 28 days of storage at room temperature. The research was conducted at the Poultry Research Center (NUPAVI/UFRN/Macaíba) using 175 Nick Chick strain eggs, distributed in a completely randomized design following a 7 × 3 factorial scheme. Seven treatments were evaluated: uncoated, rosemary oil-based, coconut oil-based, nanostructured wood vinegar extract, wood vinegar extract, nanostructured wood vinegar extract-based, and

wood vinegar extract-based. The eggs were evaluated on days 0, 14, and 28 for physical and internal quality characteristics, such as weight, density, shell thickness and percentage, Haugh unit, yolk index and percentage, albumen percentage, and pH. The results demonstrated that storage time was the primary factor associated with the decline in egg physical quality. Among the treatments, coconut oil- and rosemary oil-based coatings showed the greatest efficiency in preserving internal quality and freshness. Coatings containing wood vinegar extract also demonstrated preservation potential, although responses varied across the evaluated parameters.

Keywords: Commercial eggs; bioactive coating; egg preservation; quality

Introdução

A avicultura de postura apresenta grande importância para a produção de alimentos, devido ao elevado valor nutricional do ovo e à sua ampla acessibilidade. Entretanto, após a postura, o ovo sofre alterações físico-químicas e microbiológicas que comprometem sua qualidade e reduzem sua vida de prateleira, especialmente quando armazenado em temperatura ambiente. Embora a refrigeração seja uma estratégia eficiente para retardar essas alterações, seu uso pode apresentar limitações econômicas e logísticas. Nesse contexto, os revestimentos comestíveis e biodegradáveis surgem como uma alternativa sustentável para reduzir a perda de água, controlar as trocas gasosas e dificultar a penetração de microrganismos pela casca. A incorporação de compostos bioativos, como óleos essenciais e extratos naturais, pode potencializar essas propriedades. O óleo de alecrim apresenta características antioxidantes e antimicrobianas, enquanto o óleo de coco possui elevada hidrofobicidade, contribuindo para a formação de uma barreira física. O extrato pirolenhoso, por sua vez, apresenta potencial para melhorar as propriedades de barreira e resistência dos revestimentos. Assim, o estudo buscou desenvolver e avaliar diferentes formulações de revestimentos à base de amido, contendo óleo essencial de alecrim, óleo de coco, extrato pirolenhoso e sua forma nanoestruturada, com o objetivo de aumentar a vida de prateleira e preservar a qualidade interna e microbiológica de ovos comerciais armazenados em temperatura ambiente.

Metodologia

O experimento foi realizado durante 28 dias, entre 22 de outubro e 19 de novembro de 2025, no Núcleo de Pesquisa em Avicultura (NUPAVI/UFRN), em Macaíba-RN. Foram utilizados 175 ovos frescos de poedeiras da linhagem Nick Chick, selecionados quanto à integridade e limpeza da casca. O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 7 × 3, considerando sete tratamentos de revestimento e três períodos de armazenamento (0, 14 e 28 dias), com cinco repetições por combinação. Foram avaliados os tratamentos sem revestimento (SR), base com óleo de alecrim (BOA), base com óleo de coco (BOC), extrato pirolenhoso nanoestruturado (NANO), extrato pirolenhoso (PIRO), base com extrato pirolenhoso nanoestruturado (BNANO) e base com extrato pirolenhoso (BPIRO). Os revestimentos à base de amido foram produzidos utilizando amido de milho a 4%, glicerina a 1% e Tween 80 a 0,5%. Após a gelatinização do amido a 85 °C, os compostos bioativos foram incorporados quando a formulação atingiu 40 °C. Os tratamentos BOA e BOC receberam 1% de óleo

de alecrim e óleo de coco, respectivamente, enquanto BNANO e BPIRO receberam 2% dos respectivos extratos pirolenhosos. Os tratamentos NANO e PIRO foram aplicados diretamente sobre a casca, sem incorporação à matriz de amido. A aplicação foi realizada manualmente com pincéis individuais, seguida de secagem natural e armazenamento em temperatura ambiente, aproximadamente 28 °C. Dos 175 ovos utilizados, 105 foram destinados às avaliações de qualidade interna nos dias 0, 14 e 28, sendo analisados parâmetros como peso, densidade, características do albúmen e da gema, pH, peso e espessura da casca. Os 70 ovos restantes foram utilizados para o acompanhamento diário da perda de peso individual durante os 28 dias de armazenamento.

Resultados e Discussões

Os resultados demonstraram que o período de armazenamento foi o principal fator responsável pelas alterações na qualidade dos ovos, apresentando efeito significativo sobre a maioria das variáveis avaliadas ($p < 0,001$). A interação entre tratamento e período também foi significativa para Unidade Haugh, índice de gema e densidade, indicando que a eficiência dos revestimentos variou ao longo do armazenamento. Embora o peso bruto dos ovos não tenha apresentado diferença significativa entre os tratamentos, a perda de peso percentual foi menor nos ovos revestidos com óleo de alecrim (BOA) e óleo de coco (BOC), especialmente aos 28 dias, quando apresentaram perdas de 1,61% e 1,27%, respectivamente, enquanto o controle apresentou 3,66%. O tratamento BOC apresentou destaque na preservação da densidade dos ovos, mantendo valores mais elevados ao longo do armazenamento, além de proporcionar maior espessura da casca. Na avaliação da qualidade interna, os revestimentos com óleo de coco e óleo de alecrim apresentaram os melhores resultados para Unidade Haugh, com valores de 70,21 e 59,28 aos 28 dias, respectivamente. O BOC também apresentou o melhor desempenho na conservação da gema, mantendo maior índice de gema e reduzindo a deterioração de sua estrutura durante o armazenamento. Os tratamentos com extrato pirolenhoso e sua forma nanoestruturada apresentaram resultados variáveis, sendo que a incorporação desses compostos à matriz de amido não proporcionou, em todos os parâmetros, melhoria em relação aos ativos aplicados isoladamente. De modo geral, os revestimentos bioativos foram capazes de reduzir a deterioração dos ovos em comparação ao grupo sem revestimento, com destaque para as formulações à base de óleo de coco e óleo de alecrim. Os resultados indicam que esses compostos contribuíram para a formação de uma barreira física, reduzindo a perda de água e as trocas gasosas e, consequentemente, retardando a perda de qualidade interna. Entretanto, as respostas diferenciadas dos revestimentos contendo extrato pirolenhoso e extrato nanoestruturado indicam a necessidade de novos estudos para ajustar suas concentrações e aprimorar sua eficiência na conservação de ovos em temperatura ambiente.

Conclusão

Os resultados obtidos evidenciaram que a utilização de revestimentos bioativos pode ser uma estratégia eficiente para prolongar a conservação de ovos durante o armazenamento em temperatura ambiente. Entre as formulações avaliadas, os tratamentos contendo óleo

de coco e óleo de alecrim apresentaram melhor desempenho na preservação das características de qualidade interna e na redução das alterações provocadas pelo tempo de armazenamento. Os revestimentos com extrato pirolenhoso, tanto na forma convencional quanto nanoestruturada, também apresentaram efeitos positivos em determinados parâmetros, porém demonstraram comportamento menos uniforme. Dessa forma, o uso de revestimentos à base de compostos naturais apresenta potencial como alternativa para reduzir a deterioração dos ovos e ampliar seu período de conservação. Entretanto, são necessários novos estudos para avaliar diferentes concentrações e combinações dos compostos utilizados, especialmente dos extratos pirolenhoso e nanoestruturado, buscando obter formulações com maior eficiência na conservação dos ovos.

Referências

OLIVEIRA, G. S. et al. Rice flour coating supplemented with rosemary essential oil to preserve the internal, microbiological, and sensory quality of quail eggs. Acta Alimentaria, v. 52, n. 2, p. 294-304, 2023. PAN, D. et al. Effect of different concentrations of gellan gum with/without 0.50% basil essential oil on the physicochemical properties of gellan gum-rice bran oil coating emulsions and their application in egg preservation. Food Chemistry, v. 418, p. 136030, 2023. PIRES, Paula Gabriela da Silva; ANDRETTA, Ines. Uso de revestimentos proteicos: um novo método de preservação de ovos. Ponta Grossa: Editora Científica Digital, 2020. CASTRO, Hudson Daniel Silva. Avaliação da qualidade de ovos com revestimento à base de cera de abelha e óleo de coco na vida de prateleira. Macaíba, 2024. 35 f. Monografia (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2025.

CÓDIGO: SB0325

AUTOR: MARIA KELLY PESSOA DA SILVA

COAUTOR: PATRICIA REGINA AMANTE

COAUTOR: VALDI DE LIMA JUNIOR

COAUTOR: POLINILDA BEZERRA DE MELO

COAUTOR: MARCIA CASSIMIRO DA COSTA

ORIENTADOR: JULIETE DE LIMA GONCALVES

TÍTULO: Avaliação da composição físico-química de sorvete produzido com diferentes concentrações de leite caprino e bovino

Resumo

Objetivou-se avaliar a composição físico-química de sorvetes elaborados com diferentes proporções de leite caprino e bovino. Foram produzidas quatro formulações contendo 100% de leite bovino (B100), 100% de leite caprino (C100), 70% de leite caprino e 30% de leite bovino (C70B30) e 50% de cada tipo de leite (B50C50). As amostras foram submetidas às análises de umidade, cinzas, gordura, proteína, açúcares redutores expressos em lactose, pH, acidez total titulável eacidez em ácido lático. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 3 repetições. Foram observadas diferenças ($p < 0,05$) entre as formulações para todos os parâmetros, exceto, acidez em ácido lático. O sorvete elaborado exclusivamente com leite caprino apresentou maiores teores degordura (6,13%), enquanto a formulação com B100 apresentou o maior teor de proteína (4,54%). A formulação contendo B50C50 apresentou o maior teor de cinzas (1,02%), enquanto para o parâmetro de acidez total titulável (1,62%) foi igual ($p > 0,05$) a formulação de 100% de leite caprino (1,57%). As diferentes proporções de leite caprino e bovino influenciam a composição físico-química dos sorvetes produzidos, destacando-se o maior teor de gordura observado na formulação elaborada exclusivamente com leite caprino. O leite caprino apresenta potencial tecnológico para a produção de sorvetes,além de favorecer a agregação de valor à cadeia produtiva da caprinocultura leiteira.

Palavras-chave: caprinocultura;derivado lácteo;leite caprino;sorvete;valor nutricional

TITLE: Evaluation of the physicochemical composition of ice cream produced with different concentrations of goat and cow milk

Abstract

The objective was to evaluate the physicochemical composition of ice creams made with different proportions of goat and cow milk. Four formulations were produced: 100% cow milk (B100), 100% goat milk (C100), 70% goat milk and 30% cow milk (C70B30), and 50% of each milk type (B50C50). Samples were analyzed for moisture, ash, fat, protein, reducing sugars (expressed as lactose), pH, total titratable acidity, and acidity expressed as lactic acid. A completely randomized experimental design was used, with four treatments and three replicates. Differences ($p < 0.05$) were observed among formulations for all parameters except acidity expressed as lactic acid. The ice cream made exclusively with goat milk showed the highest fat content (6.13%), while the B100 formulation showed the highest protein content (4.54%). The B50C50 formulation had the highest ash content (1.02%), while its total titratable acidity (1.62%) did not differ ($p > 0.05$) from that of the 100% goat milk formulation (1.57%). Varying proportions of goat and cow milk influence the physicochemical composition of the ice creams, notably resulting in higher fat content in the formulation made exclusively with goat milk. Goat milk offers technological potential for ice cream production and adds value to the dairy goat production chain.

Keywords: goat farming; dairy products; goat milk; ice cream; nutritional value.

Introdução

A produção de alimentos à base de leite contribui para os ODS 2, 3 e 12, promovendo a diversificação, o valor agregado e a oferta de produtos com diferentes características nutricionais. Nesse contexto, o leite caprino se destaca por suas características nutricionais e funcionais, além do potencial para atender à crescente demanda por alimentos saudáveis, nutritivos e de maior valor agregado.

O leite de cabra apresenta características que o diferenciam do leite bovino, como a hipoalergenicidade, a gordura de elevada digestibilidade e a proteína de alto valor biológico, tornando sua produção importante na elaboração de alimentos saudáveis e na promoção da segurança alimentar (Lima et al., 2021). Sua elevada digestibilidade e seu menor potencial alergênico em comparação ao leite bovino também favorecem sua utilização na alimentação de crianças e adultos com alergia ao leite de vaca (Lima et al., 205). Essa característica está relacionada, entre outros fatores, à menor fração de αs1-caseína, proteína considerada alergênica e encontrada em maior quantidade no leite bovino (Rocha et al., 2025), além da presença de ácidos graxos de cadeia curta em sua composição que contribui para a formação de coalhos menos consistentes e menos concentrados que os obtidos a partir do leite de vaca, favorecendo um processo de digestão rápido e eficaz. Por essas características, o leite caprino é geralmente indicado para crianças, idosos e pessoas com histórico de intolerância ao leite bovino (Vicente et al., 2020).

No Brasil, o leite de cabra e seus derivados apresentam oportunidades de mercado na forma de diversos produtos, como iogurtes, queijos e doces, entre outros (Machado, 2021). A crescente procura por alimentos nutritivos e associados à promoção da saúde tem estimulado as indústrias a desenvolverem novos produtos, e paralelamente, o processamento do leite caprino e de seus derivados tem se tornado uma necessidade para os produtores, considerando a limitada variedade de produtos disponíveis e a possibilidade de ampliar o faturamento dos laticínios especializados nessa matéria-prima.

Entre os derivados lácteos, o sorvete destaca-se por apresentar elevado valor nutricional e possibilitar a elaboração de produtos com características diferenciadas. A indústria de sorvetes vem evoluindo nos últimos anos, oferecendo ao consumidor produtos com diferentes características (Silva et al., 2016). Além do valor nutricional (Aragão et al., 2022), o sorvete apresenta como diferencial a possibilidade de obtenção de novos sabores, texturas e formas, ampliando as possibilidades de desenvolvimento de produtos (Sabatini et al., 2011). Nutricionalmente, é considerado um alimento completo, pois fornece proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E e K, além de cálcio, fósforo e outros minerais (Silva et al., 2022).

A elaboração de sorvetes com leite de cabra constitui, portanto, uma alternativa para a diversificação dos derivados lácteos, para a agregação de valor ao leite de cabra, além das características nutricionais. Nesse sentido, a crescente procura por alimentos funcionais e que possibilitem uma vida mais saudável tem estimulado o desenvolvimento de novas formulações.

A qualidade e a aceitação de um sorvete dependem não apenas de atributos sensoriais, mas também de suas propriedades físico-químicas, que influenciam características como composição nutricional e aceitabilidade do produto final. Nesse contexto, a utilização de diferentes concentrações de leite caprino e bovino na elaboração de sorvetes pode resultar em alterações na composição físico-química do produto, tornando necessária a avaliação dessas características. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição físico-química de sorvete produzido com diferentes concentrações de leite caprino e bovino.

Metodologia

Local e material

O estudo foi realizado na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), localizada no Campus de Macaíba da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, no período de setembro de 2025 a agosto de 2026.

Para a produção dos sorvetes, o leite in natura de caprino e o leite bovino foram adquiridos de propriedades do município de Macaíba e circunvizinhança, e em seguida encaminhado para o Laboratório de Gastronomia da EAJ. Os outros ingredientes utilizados foram: gemas, açúcar refinado, sal, goma xantana e extrato de baunilha (Figura 1).

Produção do sorvete

Os sorvetes foram produzidos no Laboratório de Gastronomia, da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (EAJ-UFRN) (Figura 2), em que os tratamentos consistiram na variação das proporções de leite caprino e bovino (100% leite bovino (B100), 100% leite caprino (C100), 70% leite caprino + 30% leite bovino (C70B30) e 50% leite caprino + 50% leite bovino (C50B50)).

Na elaboração dos sorvetes, foram utilizadas as mesmas formulações, variando apenas as proporções de leite caprino e bovino, em que foram utilizadas os seguintes ingredientes: leite caprino e/ou bovino, gemas de ovos, açúcar refinado, sal, goma xantana e extrato de baunilha, conforme proporções apresentadas na Tabela 1.

Inicialmente foi feito o tratamento térmico do leite, posteriormente foram batidas as gemas com o açúcar até ficar uma mistura leve e esbranquiçada e misturados com o leite caprino ou bovino ou suas proporções até ficar homogêneo, acrescentando o sal e a goma xantana, e por fim, o extrato de baunilha. Em seguida, a mistura foi levada ao fogo em banho-maria até atingir a temperatura de 85°C, posteriormente, a mistura foi submetida a um resfriamento rápido em banho-maria invertido. Após baixar a temperatura, as formulações produzidas foram colocadas em recipientes e armazenadas em geladeira a uma temperatura de 4 ºC. No dia seguinte, estas amostras foram batidas e posteriormente congeladas para análises posteriores.

Análises físico-químicas

As diferentes formulações dos sorvetes foram analisadas quanto a sua composição química e física. As concentrações de lipídios foram determinadas pelo método de extração a frio proposto por Bligh e Dyer (AOAC 2000.18); o teor de proteínas foi definido pelo método de Kjeldahl (AOAC 939.02); as cinzas por incineração em mufla a 550 ºC (AOAC 930.22), a umidade através da secagem de 5 g das amostras em estufa a 105 ºC, até obtenção de peso constante (AOAC 950.46) (AOAC, 2000) e açúcares redutores em lactose de acordo com os procedimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para as análises físicas foram realizadas a determinação do pH através de um medidor de pH, o qual foi calibrado com as soluções tampões pH 4,0 e 7,0 (AOAC 947.05); A acidez titulável foi determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1 Mol/L, utilizando-se a fenolftaleína como indicador, com os resultados expressos em porcentagem de ácido lático presente na amostra (AOAC 920.124).

Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e as análises realizadas em triplicatas. Para todas as análises, foi utilizado o software GraphPad Prism® versão 9.3 para Windows (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA). Os dados foram expressos como média ± erro padrão. A normalidade dos resíduos foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett.

Os parâmetros físico-químicos foram comparados por meio de análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, quando atendidos os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias. Foram realizadas também as comparações de médias realizadas pelo teste de Kruskal–Wallis, seguido pelo teste de Dunn.

Resultados e Discussões

A composição físico-química dos sorvetes elaborados com diferentes proporções de leite bovino e caprino está apresentada na Tabela 2. Os resultados evidenciaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as formulações para os teores de cinzas, umidade, pH, proteína, gordura, lactose e acidez total titulável, demonstrando que a substituição total ou parcial do leite bovino pelo leite caprino foi capaz de modificar a composição dos sorvetes produzidos. A acidez expressa em ácido lático foi a única variável que não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações.

O teor de cinzas variou de 0,85% a 1,02%, sendo o maior valor observado na formulação composta por 50% de leite bovino e 50% de leite caprino (B50C50), enquanto os menores valores foram identificados nos tratamentos C70B30 (0,85%) e C100 (0,88%). Esse resultado demonstra que a combinação dos dois tipos de leite na formulação do sorvete não necessariamente resulta em um teor de cinzas intermediário, uma vez que a formulação com 50% de cada tipo de leite apresentou o maior teor mineral entre os tratamentos.

Apesar de as formulações com maior proporção de leite caprino terem apresentado menores teores de cinzas, Silanikove et al. (2010) relataram que o leite caprino apresenta teores de cinzas ou minerais entre 0,70% e 0,85%, além de possuir maiores concentrações de cálcio e fósforo em comparação ao leite bovino. Essas características conferem ao leite caprino um potencial interesse do ponto de vista nutricional, especialmente em relação ao aporte de minerais importantes para a manutenção da saúde e do desenvolvimento do organismo. Dessa forma, considerando que os sorvetes avaliados foram elaborados com os mesmos ingredientes, diferindo apenas na proporção de leite bovino e caprino, a utilização de maiores proporções de leite caprino pode representar uma alternativa para agregar características nutricionais diferenciadas ao produto.

O sorvete elaborado com 100% de leite caprino (C100) apresentou o maior teor de umidade (70,79%), enquanto a formulação B50C50 apresentou o menor valor (67,08%). O maior teor de umidade observado no tratamento exclusivamente com leite caprino pode estar relacionado às características de sua composição e à interação entre a água e os componentes sólidos do leite, influenciando a matriz formada durante o congelamento. Esse resultado é particularmente relevante para produtos congelados, uma vez que a quantidade de água disponível e sua interação com os sólidos influenciam a formação e o crescimento dos cristais de gelo e, consequentemente, características como textura e estabilidade do produto.

O pH apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, variando de 6,36 a 6,52. O maior valor foi observado no sorvete elaborado exclusivamente com leite

bovino (B100), com pH de 6,52, enquanto os menores valores foram encontrados nas formulações que apresentaram participação do leite caprino (Tabela 2). A redução do pH observada nessas formulações pode estar relacionada às particularidades da composição físico-química do leite caprino, que apresenta pH inferior ao do leite bovino (Park et al., 2007). Essa característica também pode estar relacionada aos valores de acidez total titulável observados, uma vez que a formulação C100 apresentou o maior valor de acidez titulável (1,57%).

Quanto ao teor de proteína, verificou-se aumento à medida que se elevou a participação do leite bovino nas formulações ($p < 0,05$). O tratamento B100 apresentou 4,54% de proteína, seguido pelas formulações B50C50 (4,31%), C70B30 (4,02%) e C100 (3,78%). Assim, a formulação elaborada exclusivamente com leite bovino apresentou teor proteico aproximadamente 19,9% superior ao tratamento produzido exclusivamente com leite caprino. Esse comportamento pode estar relacionado ao menor teor de proteína do leite caprino em comparação ao leite bovino, com concentrações médias de 3,1% e 3,4%, respectivamente (Delgado Júnior et al., 2020).

Os valores de proteína obtidos neste estudo foram superiores aos descritos na literatura, o que pode estar relacionado a fatores como raça, alimentação, estágio de lactação e condições de produção dos animais. Embora a formulação elaborada com 100% de leite caprino tenha apresentado o menor teor proteico, é importante considerar que a composição das proteínas desse leite apresenta características distintas daquelas encontradas no leite bovino.Segundo Cruz et al. (2016), o leite caprino apresenta maior proporção de β-caseína e menor quantidade de αs1-caseína em comparação ao leite bovino. A αs1-caseína está relacionada às respostas alérgicas às proteínas do leite, e sua menor concentração no leite caprino tem sido associada a um menor potencial alergênico. Essa característica pode favorecer a tolerabilidade do leite caprino por alguns indivíduos que apresentam dificuldade de consumo do leite bovino, sendo também apontada como uma possível vantagem no contexto da alimentação infantil.

Além disso, a menor concentração de αs1-caseína influencia as propriedades de coagulação do leite caprino, favorecendo a formação de um coágulo mais delicado, de granulação fina e textura mais macia. Essas características são relevantes para produtos elaborados com leite caprino e podem contribuir para propriedades tecnológicas diferenciadas no sorvete produzido com 100% desse leite. Dessa forma, além das diferenças quantitativas observadas no teor de proteína, a composição proteica do leite caprino pode contribuir para características tecnológicas e funcionais distintas no produto final.

Para o teor de gordura, observou-se comportamento oposto ao verificado para a proteína. A formulação elaborada com 100% de leite caprino (C100) apresentou o maior teor de gordura (6,13%), seguida pelas formulações C70B30 (5,14%), B50C50 (4,85%) e B100 (4,80%). Embora o teor de gordura do leite caprino seja apenas ligeiramente superior ao do leite bovino, com valores médios de 3,9% e 3,7%, respectivamente, as diferenças mais relevantes estão relacionadas à composição dos ácidos graxos e às características dos glóbulos de gordura (Delgado Júnior et al., 2020; Cruz et al., 2016).

Segundo Cruz et al. (2016), o leite caprino apresenta maior proporção de ácidos graxos de cadeia curta e média, cuja composição exerce importante influência sobre as características sensoriais dos produtos lácteos, especialmente sabor e aroma. Essas

particularidades da fração lipídica podem, portanto, contribuir para características sensoriais diferenciadas do sorvete elaborado com leite caprino.

Além da composição dos ácidos graxos, existem diferenças entre o leite caprino e o bovino quanto ao tamanho dos glóbulos de gordura. No leite caprino, esses glóbulos apresentam diâmetro médio de aproximadamente 2,7 µm, enquanto no leite bovino esse valor é de cerca de 3,5 µm (Attaie e Richter, 2000). O menor tamanho dos glóbulos de gordura favorece sua dispersão e está associado a uma maior facilidade de digestão e absorção. De acordo com Delgado Júnior et al. (2020), essa característica pode proporcionar maior digestibilidade da gordura e menor permanência no trato gastrointestinal.O menor tamanho dos glóbulos de gordura também apresenta relevância tecnológica. Hammam et al. (2021) destacaram que, em razão dessa característica, a homogeneização pode não ser necessária no processamento do leite caprino, o que pode contribuir para a redução dos custos de processamento em comparação ao leite bovino. Além disso, o tamanho reduzido dos glóbulos de gordura está associado à obtenção de produtos lácteos com textura mais suave (Pal et al., 2017).

Nesse sentido, as características da fração lipídica do leite caprino podem ter contribuído para o maior teor de gordura observado no sorvete elaborado com 100% de leite caprino, além de favorecer atributos tecnológicos e sensoriais desejáveis, como maior cremosidade e textura mais suave. A maior digestibilidade da gordura constitui outra característica de interesse, embora possíveis benefícios relacionados à tolerância e à digestibilidade devam ser considerados com cautela, uma vez que podem variar entre os indivíduos.

A lactose apresentou diferença significativa entre as formulações ($p < 0,05$), com o maior valor observado no sorvete produzido exclusivamente com leite caprino (1,59%) e o menor no tratamento C70B30 (1,26%). Os tratamentos B100 e B50C50 apresentaram valores intermediários, de 1,41% e 1,34%, respectivamente. A pequena amplitude de variação observada entre as formulações pode estar relacionada à relativa semelhança entre os teores de lactose dos leites caprino e bovino (Ribeiro e Ribeiro, 2001), de modo que a alteração na proporção desses leites não promoveu mudanças expressivas na concentração desse componente no produto final.

Conclusão

Os resultados demonstraram que a substituição total ou parcial do leite bovino pelo leite caprino promoveu alterações na composição físico-química dos sorvetes, com destaque para os teores de cinzas, umidade, proteína, gordura, lactose e pH. A formulação com 100% de leite caprino apresentou maiores teores de umidade, gordura e lactose, enquanto a formulação com 100% de leite bovino apresentou maior teor de proteína e pH. Esses resultados evidenciam que a proporção entre os leites pode ser utilizada como estratégia para modificar características nutricionais e tecnológicas do sorvete.

A utilização do leite caprino na elaboração de sorvetes apresenta caráter inovador por ampliar as possibilidades de aplicação dessa matéria-prima em um produto de maior valor agregado e com características físico-químicas diferenciadas. Além disso, os produtos

lácteos caprinos constituem uma alternativa de interesse nutricional, considerando que o leite de cabra apresenta proteínas e lipídios de reconhecido valor nutricional, além de características que podem favorecer sua digestibilidade.

Nesse contexto, o desenvolvimento de sorvete à base de leite caprino apresenta elevado potencial tecnológico e mercadológico, contribuindo para a diversificação dos produtos lácteos, a agregação de valor ao leite caprino e a oferta de uma alternativa inovadora ao mercado de lácteos.

Referências

AOAC. Association Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 12 ed. Washington D.C; 2000.

ARAGÃO, S.R. et al. Aspectos nutricionais e sensoriais do leite de cabra e seus derivados. In: Ciência e Tecnologia de Alimentos: o avanço da ciência no Brasil. v. 2. [S. l.]: Editora Científica Digital, 2022. ISBN 978-65-5360-225-0.

ATTAIE, R; RICHTER, R.L. Size Distribution of Fat Globules in Goat Milk. Journal Dairy Science. V.83, p.940–944,2000. Disponível em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030200749575>. Acesso em: 26 de ago. 2026.

CRUZ, A. G. et al. Química, bioquímica, análise sensorial e nutrição no processamento de leite e derivados. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

DELGADO JÚNIOR, I. J.; SIQUEIRA, K. B.; STOCK, L. A. Produção, composição e processamento de leite de cabra no Brasil. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, ago. 2020. (Circular Técnica, 122).

HAMMAM, A. R. A. et al. Goat milk: compositional, technological, nutritional, and therapeutic aspects. Preprints, 3 ago. 2021. DOI: 10.20944/preprints202108.0097.v1.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: IAL, 2008. 1018p.

LIMA, L.R. N. et al. Característica físico-químicas do leite de cabra submetidos a diferentes períodos de congelamento. Research Society and Development, v. 10, n. 4, 2021. Disponível em:<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14089>. Acesso em: 25 ago. 2026.

LIMA, R.A.D.S. et al. Caracterização e perfil sensorial de iogurte caprino sabor goiaba adicionado de farinha de beterraba. Cippus - Revista de Iniciação Científica, Canoas, RS, v. 13, n. 1, jun. 2025. ISSN 2238-9032. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/view/11838/4832>. Acesso em 25 ago. 2026.

MACHADO, P. S. P. Caracterização de comercialização, consumo e qualidade de leite de cabra e seus derivados. 2021. Dissertação-Universidade Pitágoras Unopar. Portal regional da bvs, Fortaleza -CE, v.1, p.54, 2021.

PAL, M. et al. Goat milk products and their significance. Beverage Food World, v.44, p.21–25, 2017.Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/318598392_Goat_Milk_Products_and_their_significance>. Acesso em: 26 de ago.de 2026.

PARK, Y. W., et al. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research, v. 68 , p. 88-113 , 2007.Disponível em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448806002549>. Acesso em: 26 de ago. 2026.

RIBEIRO, E. L. A.; RIBEIRO, H. J. S. S. Uso nutricional e terapêutico do leite de cabra. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 22, n. 2, p. 229-235, jul./dez. 2001.

ROCHA, M.H.C.; MONTURIL, R.N.M.; REIS, R.C.dos. Uso de leite de cabra para a produção de queijo muçarela com chocolate. Revista DCS, v. 22, n. 83, p. 01-12, 2025. ISSN 2224-4131. Disponível em: <https://ojs.revistadcs.com/index.php/revista/article/view/3594/2753>. Acesso em: 25 de ago. 2026.

SABATINI, R.D. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. Revista de Alimentação e Nutrição, v.22, n.1, p.129, 2011. Disponível em: <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A13%3A25163021/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Acrawlergcd&id=ebsco%3Agcd%3A76054294&crl=f&jrnl=01034235&link_origin=www.google.com>. Acesso em 25 de ago. 2026.

SILANIKOVE, N. et al. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. Small Ruminant Research, v.89, n.1, p.110-124, 2010. Disponível em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448809003058>. Acesso em: 26 de ago de 2026.

SILVA, A.C.C. et al. Desenvolvimento e aceitação de sorvete de leite de cabra enriquecido com alfarroba. Higiene Alimentar, v. 30, n. 258/259, jul./ago. 2016. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2016/11/2622/separata-114-118.pdf>. Acesso em: 25 de ago. 2026.

SILVA, K.P.da. et al. Caracterização físico-química de sorvete produzido no Brasil em época da pandemia do Covid-19: um estudo de revisão. In: Educação e Pesquisa em Química. v. 2. [S. l.]: Editora Científica Digital, 2022. ISBN 978-65-5360-191-8.

VICENTE, S.L.A. et al. Avaliação on-farm dos níveis de energia na dieta sobre a produção e a composição físico-química de leite de cabras. Belo Horizonte-MG: Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.72, n.4, 2020. Disponível em:<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/mpTHkSJsRwG7ZBCVFfCXrpJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 de ago. de 2026.

Anexos



Anexos.docx



Anexos.docx

CÓDIGO: SB0355

AUTOR: ISAÍRA SILVA DA COSTA

ORIENTADOR: KYVIA PONTES TEIXEIRA DAS CHAGAS

TÍTULO: Genética de populações de Ouratea hexasperma (St. Hil) como uma aliada na produção de mudas com alta diversidade

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar a diversidade genética de indivíduos de Ouratea hexasperma (St. Hil), utilizando marcadores ISSR (Inter Simple Sequence Repeat), visando contribuir para a produção de mudas com alta diversidade genética. Foram amostrados 20 indivíduos em uma área denominada Açude, localizada no município de Macaíba, Rio Grande do Norte. Foram testados 30 primers ISSR, dos quais 10 apresentaram amplificação e foram utilizados nas análises, gerando 90 locos, com 100% de polimorfismo. O Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC) variou entre 0,3641 (UBC881) e 0,5516 (UBC813), com média de 0,4621, indicando, de modo geral, polimorfismo moderado. Os índices de diversidade genética apresentaram número médio de alelos observados (Na = 2,0000), alelos efetivos (Ne = 1,7812), diversidade genética de Nei (h = 0,4288) e Índice de Shannon (I = 0,6170), indicando elevada diversidade genética entre os indivíduos analisados. Os marcadores ISSR mostraram-se eficientes na caracterização da diversidade genética de O. hexasperma, fornecendo informações que podem orientar a seleção de matrizes e a coleta de sementes para a produção de mudas geneticamente diversas, contribuindo para ações de conservação e restauração de áreas degradadas.

Palavras-chave: Diversidade genética, marcador molecular, batizeiro

TITLE: Population genetics of Ouratea hexasperma (St. Hil.) as an ally in the production of seedlings with high genetic diversity

Abstract

The objective of this study was to analyze the genetic diversity of Ouratea hexasperma (St. Hil) individuals using ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) markers, aiming to

contribute to the production of seedlings with high genetic diversity. Twenty individuals were sampled in an area known as Açude, located in the municipality of Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil. Thirty ISSR primers were tested, of which 10 produced amplification and were used in the analyses, generating 90 loci with 100% polymorphism. The Polymorphic Information Content (PIC) ranged from 0.3641 (UBC881) to 0.5516 (UBC813), with a mean of 0.4621, indicating moderate polymorphism overall. The genetic diversity indices showed a mean number of observed alleles (Na = 2.0000), effective alleles (Ne = 1.7812), Nei's genetic diversity (h = 0.4288), and Shannon's Index (I = 0.6170), indicating high genetic diversity among the individuals analyzed. The ISSR markers proved efficient in characterizing the genetic diversity of O. hexasperma, providing information that can guide the selection of mother trees and seed collection to produce genetically diverse seedlings, contributing to conservation and restoration actions in degraded areas.

Keywords: Genetic diversity, molecular marker, batizeiro

Introdução

A espécie Ouratea hexasperma (St. Hil) é conhecida popularmente por batiputá, batizeiro, vassoura-de-bruxa e barba-de-bode. É um arbusto que possui ramos cilíndricos, acinzentados e fissurados. Suas folhas são alternas, coriáceas, elípticas e glabras, com ápice agudo e base cuneada. A inflorescência ocorre em panículas terminais, com flores andróginas e amareladas, enquanto os frutos são compostos por mericarpos drupóides, obovados e glabros, associados a carpóforos levemente cordados, oblongos e avermelhados (Abreu et al., 2015; Chacon; Yamamoto, 2015).

O. hexasperma distribui-se pela América Latina, com registros na Bolívia e em diversas regiões do Brasil, incluindo Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (Abreu, Santos, Pereira; Barbosa, 2015; Chacon; Yamamoto, 2015). No Rio Grande do Norte, a espécie ocorre com elevada frequência, especialmente nos tabuleiros costeiros (REFLORA, 2023). Além de sua importância ecológica, apresenta potencial econômico, uma vez que seu óleo vegetal pode ser utilizado na fabricação de manteiga (Barros, 2018).

Dessa forma, sua ocorrência e seus potenciais usos reforçam a importância de ampliar o conhecimento sobre a espécie e estabelecer estratégias voltadas à seleção de matrizes, à coleta de sementes e à produção de mudas com elevada diversidade genética, favorecendo sua conservação e utilização. Apesar de sua ampla distribuição e importância ecológica e econômica, ainda são limitadas as informações acerca de seus aspectos ecológicos e, sobretudo, genéticos.

Nesse sentido, a escassez dessas informações pode dificultar a produção de mudas em escala comercial e restringir a inserção da espécie em programas de restauração ecológica.

Assim, o conhecimento sobre a diversidade genética de O. hexasperma torna-se particularmente importante, uma vez que pode orientar estratégias voltadas à conservação da espécie e ampliar seu potencial de utilização em ações de restauração ambiental.

Essa necessidade torna-se ainda mais relevante diante dos impactos decorrentes da degradação ambiental, entre os quais se destaca a mineração de areia, atividade importante para obras de infraestrutura e para a expansão urbana. Contudo, os benefícios gerados contrastam com os impactos ambientais provocados por sua extração, entre os quais se destacam a perda de solo e a drástica redução da biodiversidade vegetal (Bitar, 1997; Mechi; Sanches, 2010).

Esse quadro é especialmente crítico nos tabuleiros costeiros, áreas que apresentam solo compactos, intensos processos erosivos e ausências de cobertura vegetal. Nessas condições, a regeneração natural torna-se limitada, exigindo intervenções planejadas para a recuperação desses ecossistemas.

Nesse cenário, o elevado grau de degradação, a restauração ecológica desses ambientes ultrapassa a simples reintrodução de plantas: requer a compreensão dos processos ecológicos que sustentam a sucessão, estabilidade e diversidade ao longo do tempo (Martins; 2009; Freitas et al., 2015).

No Brasil, a legislação ambiental estabelece a obrigatoriedade de recuperação de áreas degradadas pela exploração mineral, conforme a Constituição Federal (BRASIL, 1988). Para tanto, os índices de diversidade genética constituem ferramenta indispensável, pois populações com maior variabilidade mostram maior resiliência a estresses e às mudanças futuras (Toro; Caballero, 2005), como demonstram estudos que relacionam diversidade genética à persistência de espécies em longo prazo (Comes; Kadereit, 1998; Brzosko et al., 2011).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar a genética de populações de Ouratea hexasperma, visando fornecer benefícios para a produção de mudas com alta diversidade genética e seu uso como espécie estratégica na recuperação de áreas degradadas.

Metodologia

O estudo foi realizado a partir da coleta de amostras de tecido vegetal de 20 indivíduos de Ouratea hexasperma, realizada em uma área localizada no município de Macaíba no Rio Grande do Norte, denominada neste estudo como população (Açude). A área apresenta fitofisionomia característica dos tabuleiros costeiros, além de solos naturalmente coesos e compactados.

Adicionalmente, foram coletadas amostras de tecido caulinar com a finalidade de comparar o desempenho dos diferentes tipos de material vegetal nas análises genéticas. No entanto, as amostras caulinares foram posteriormente descartadas por apresentarem baixa concentração DNA, inviabilizando sua utilização nas análises moleculares.

O estudo foi conduzido no Laboratório de Genética e Melhoramento Florestal (LabGeM) na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UECIA)da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) no município de Macaíba, RN. As amostras foram acondicionadas em tubos plásticos de 1,5 mL contendo CTAB 2X (brometo de

cetiltrimetilamônio), onde foram devidamente identificadas e enviadas ao LabGeM. Em seguida, foram armazenados em um freezer a -20 ºC até a extração do DNA.

Para a extração do DNA, foi empregado o método descrito por Doyle e Doyle (1987), que consiste no uso do tampão, com algumas adaptações: 100 mM de Tris pH 8,0; 1.4 M de NaCl; 20 mM de EDTA pH 8.0; 2% (p/v) CTAB; 1% (p/v) PVP-40 e 0.2% (v/v) de β-mercaptoetanol, previamente aquecido a 60 ºC em banho-maria. Após a extração, o DNA foi diluído em TE (Tris-HCl 10 mM; EDTA mM pH 8.0) e armazenado na geladeira até o momento da reação em cadeia da polimerase (PCR).

A concentração do DNA foi determinada com o uso do espectrofotômetro Epoch BioTek™. Em seguida, para padronizar as concentrações das amostras, foram realizadas diluições do DNA. A diluição foi ajustada com base na concentração inicial do DNA e na concentração final desejada, que foi 20 ng/µL.

Na reação em cadeia da polimerase (PCR) foram utilizados 30 iniciadores ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) provenientes da Universidade de British Columbia (UBC primer set #9, Vancouver, Canadá), e o mix de PCR foi constituído por água ultrapura, Buffer (10x), BSA (1,0 mg ml-1), MgCl2 (50 mM), dNTP (2,5 mM), primer (2 µM), Taq polimerase (U.µl-1) e DNA diluído (2 µL), em um volume de 12 µl por amostra.

As PCRs foram realizadas em um termociclador automático Biocycler™. Onde, as amostras foram inicialmente desnaturadas a 94 ºC por 2 minutos, seguidas por 37 ciclos subdivididos em três etapas: 1) desnaturação a 94 ºC por 15 segundos; 2) anelamento dos primers a 47 ºC por 30 segundos; e 3) extensão a 72 ºC por 1 minuto. Após os 37 ciclos, foi realizada uma extensão final a 72 ºC por 7 minutos, seguida de resfriamento a 4 ºC.

Após a conclusão da PCR, os produtos foram submetidos à eletroforese em gel de agarose a 1,5% (p/v), corados com GelRed™ em tampão TAE 1X (Tris-Acetato EDTA), a 100 V, durante duas horas e meia. Foram utilizados os marcadores de peso molecular (Ladder) de 100PB e de 1KB para determinar o tamanho dos fragmentos amplificados. Após a eletroforese, os géis foram visualizados sob luz ultravioleta e fotografados utilizando o sistema de fotodocumentação do equipamento E-Box VX2 Vilbert Lourmat™. Os resultados da amplificação das bandas foram convertidos em uma matriz binária, indicando presença (1) ou ausência (0) dos locos, com o auxílio do programa Microsoft Excel 2010.

Para analisar a diversidade genética da população estudada foi utilizado o programa POPGENE (Population Genetic Analysis) versão 1.32 (Yeh et al., 1997), onde foram determinados a porcentagem de locos polimórficos (%P), o número de alelos observados (Na), o número de alelos efetivos (Ne), a diversidade genética de Nei (h) e o Índice de Shannon (I) para as populações.

O Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC) foi calculado para avaliar a capacidade dos iniciadores em detectar o polimorfismo entre indivíduos, considerando a presença ou ausência de locos como indicadores. Para calcular o PIC, foi utilizada a fórmula proposta por Serrote et al. (2020): PIC = 1 - (p2 + q2), onde p representa a frequência das bandas presentes e q a frequência das bandas ausentes. A interpretação dos valores de PIC seguiu a classificação proposta por Zatybekov et al. (2023), na qual marcadores com valores

superiores a 0,5 são classificados como altamente polimórficos, entre 0,25 e 0,50 como moderadamente polimórficos, e inferiores a 0,25 como de baixo polimorfismo.

Resultados e Discussões

Na análise da diversidade genética dos indivíduos de Ouratea hexasperma amostrados na área denominada Açude, utilizando os iniciadores ISSR (Tabela 1), foram obtidos 90 locos, correspondendo a 100% de polimorfismo.

O número de locos amplificados variou entre os iniciadores, sendo o UBC810 o que apresentou o menor número de locos (6), enquanto o UBC826 apresentou o maior número (11), resultando em uma média de 9 locos por primer. Esse número de locos obtido por iniciador mostra-se consistente com resultados encontrados em outras espécies vegetais utilizando marcadores ISSR. Em estudos com biribazeiro (Rollinia mucosa Baill.), Lorenzoni (2014) encontrou 118 locos utilizando 20 primers ISSR, com média de 5,9 locos por primer. De maneira semelhante, Santana (2011), ao estudar umbu-cajazeira (Spondias sp.), testou 25 primers e obteve 249 locos, com média de aproximadamente 10 locos por primer. Pillai et al. (2012), em estudo com Rauvolfia serpentina L. (Apocynaceae), utilizaram 15 primers, obtendo 91 locos, com média de aproximadamente 6 locos por primer.

No presente estudo, a média de 9 locos por primer indica que os iniciadores empregados permitiram a avaliação de diferentes regiões do DNA de O. hexasperma, possibilitando a detecção de um elevado número de locos polimórficos entre os indivíduos analisados.

A obtenção de múltiplos locos por iniciador contribui para ampliar a capacidade de discriminação genética e proporciona uma caracterização mais abrangente da variabilidade presente na população estudada. Em conjunto com a elevada proporção de locos polimórficos, esse resultado evidencia a eficiência dos marcadores ISSR na detecção e caracterização da variabilidade genética de O. hexasperma.

Costa et al. (2015), ao avaliarem uma população natural de Hancornia speciosa, também demonstraram a aplicabilidade dos marcadores ISSR na detecção de polimorfismos e na caracterização da diversidade genética. Os autores destacam que a utilização desses marcadores pode fornecer informações importantes para estudos de conservação genética, uma vez que permite identificar a variabilidade existente em populações naturais.

Dessa forma, a proporção de locos polimórficos observada no presente estudo evidencia a variabilidade genética existente entre os indivíduos avaliados e pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de conservação da espécie. .

Os valores de Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC) variaram entre 0,3641 e 0,5516, com média de 0,4621, indicando que os iniciadores utilizados apresentaram, de modo geral, polimorfismo moderado.

O iniciador UBC813 apresentou o maior valor de PIC (0,5516), sendo classificado como altamente polimórfico e, consequentemente, o mais informativo para a detecção da variabilidade genética.

No entanto, o UBC881 apresentou o menor valor (0,3641), embora ainda seja considerado moderadamente polimórfico. Os iniciadores UBC842 (0,4992), UBC826 (0,4976) e UBC810 (0,4945) apresentaram valores próximos ao limite para alto polimorfismo, evidenciando elevado poder discriminatório. Logo, as informações geradas pelos 10 primers utilizados no presente estudo mostraram-se adequadas para a caracterização da variabilidade genética dos 20 indivíduos amostrados.

Os índices da diversidade genética revelaram um número médio de alelos observados (Na) igual a 2,0000, enquanto o número médio de alelos efetivos (Ne) foi de 1,7812. O valor de Na demonstra que todos os locos analisados apresentaram os dois estados alélicos esperados para marcadores dominantes, enquanto o valor de Ne indica que esses alelos apresentam frequências relativamente equilibradas entre os indivíduos amostrados.

A heterozigosidade, também chamada de índice de diversidade genética de Nei (h) foi de 0,4288, enquanto o Índice de Shannon (I) apresentou valor de 0,6170. Esses resultados indicam que a população estudada apresenta uma considerável diversidade genética, evidenciando ampla diversidade entre os indivíduos analisados.

Segundo Fajardo et al. (2016), populações com maiores níveis de diversidade genética apresentam maior potencial adaptativo e evolutivo, favorecendo sua capacidade de responder às mudanças ambientais e contribuindo para sua persistência ao longo do tempo.

Nesse sentido, a diversidade genética observada em Ouratea hexasperma pode representar um aspecto favorável à conservação da espécie e pode ser considerada na escolha de indivíduos para a produção de mudas destinadas à restauração de áreas degradadas

Além disso, os resultados obtidos para os índices de diversidade genética são consistentes com o elevado percentual de locos polimórficos e com os valores de PIC observados, reforçando a eficiência dos marcadores ISSR para caracterizar a diversidade genética de Ouratea hexasperma.

Conclusão

A análise genética dos indivíduos de Ouratea hexasperma da população estudada evidenciou elevada diversidade genética, conforme demonstrado pelo considerável percentual de locos polimórficos e pelos índices de diversidade obtidos. Além disso, os marcadores ISSR também mostraram eficácia para a caracterização da diversidade genética, apresentando boa capacidade de detectar polimorfismo dos indivíduos.

Dessa forma, esses resultados ampliam o conhecimento sobre a diversidade genética da espécie e reforçam a importância da seleção de matrizes geneticamente diversas para a

coleta de sementes e produção de mudas, contribuindo para ações de conservação e restauração de áreas degradadas.

Referências

ABREU, J. L. L. et al. Estudo taxonômico de Ouratea Aubl. Ochnaceae) ocorrentes na restinga da vila José Bonifácio, Bragança-PA. Enciclopédia Biosfera, v. 10, p. 2259-2267, 2014.

BARROS, K. S. Manteiga de bati (Ouratea parviflora): caracterização físicoquímica e utilização como substrato para produção em fermentação semi-sólida. 2018. Dissertação de Mestrado.

BITAR, O. Y. Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1997. Tese (Doutorado).

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRZOSKO, E.; WROBLEWSKA, A.; TAŁAŁAJ, I.; WASILEWSKA, E. Genetic diversity of Cypripedium calceolus in Poland. Plant Systematics and Evolution, Nova Iorque, v. 295, p. 83–96, 2011.

CHACON, R. G.; YAMAMOTO, K. Ouratea in lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:< http://floradobrasil. jbrj. gov. br/jabot/floradobrasil/FB19917, 2015.

COMES, H. P.; KADEREIT, J. W. The effect of Quaternary climatic changes on plant distribution and evolution. Trends in Plant Science, Oxford, v. 3, p. 432–438, 1998.

CORNUET, J. M.; LUIKART, G. Description and power analysis of two tests fordetecting recent population bottlenecks from allele frequency data. Genetics, 144, p. 2001-2014, 1996. Doi:https://doi.org/10.1093/genetics/144.4.2001

COSTA, DANIEL FERREIRA DA et al. Diversidade genética e seleção de iniciadores ISSR em uma população natural de mangaba (Hancornia speciosa Gomes)(Apocynaceae). Revista Brasileira de Fruticultura, v. 37, n. 4, p. 970-976, 2015.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus, v.12, n.1, p.13-15, 1987.

FAJARDO, C. G.; VIEIRA, F. de A.; MOLINA, W. F. Conservação genética de populações naturais: Uma revisão para Orchidaceae. Biota Amazônia, v. 6, n. 3, p. 108-118, 2016.

LORENZONI, R. M.; SOARES, T. C. B.; SANTIAGO,V. F.; SILVA, J. A.; COELHO, R. I. Utilização de marcadores ISSR na avaliação da divergência genética entre acessos de Biribazeiro. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.36, p.251- 257, 2014. Número Especial.

MARTINS, S. V. Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009. 270 p.

NEI, M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics, v. 89, p. 583–590. 1978. Doi:https://doi.org/10.1093/genetics/89.3.583

NEI, M.; ROYCHOUDHURY, A. K. Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. Genetics, Austin, 76:379-390, 1974. Doi:https://doi.org/10.1093/genetics/76.2.379

PÁDUA, J. A. R. de. Genética da paisagem: áreas prioritárias para manejo e a conservação de Eremanthus erythropappus (DC.) Macleish no Estado de Minas Gerais. 2011. 80 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/5005>. 31 Jul. 2024.

PILLAI, P. P.; SAJAN, J. S, MENON K. M.;JAYAKUMAR, K. S. P.; SUBRAMONIAM, A. ISSR analysis reveals high intraspecific variation in Rauvolfia serpentina L. – A high value medicinal plant. Biochemical Systematics and Ecology,Oxford, v. 40, p. 192–197, 2012.

REFLORA. Ochnaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB19928. Acesso em: 15 out. 2023

ROHLF, F. J. NTSYS: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System (v. 1.8). Exeter Software, New York. 1993.

SANTANA, I. B. B.; OLIVEIRA, E. J.; FILHO, W. S.S.; RITZINGER, R.; AMORIM ,E. P.; COSTA, M. A. P. C.; MOREIRA, R. F. C.Variabilidade genética entre acessos de umbucajazeira mediante análise de marcadores ISSR.Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.33, n. 3, p. 868-876, 2011.

TORO, M. A.; CABALLERO, A. Characterization and conservation of genetic diversity insubdivided populations. Philosophical Transactions of the Royal Society B, London, 2005.

YEH, F. C.; YANG, R. C.; BOYLE, T. B. J.; YE, Z. H.; MAO, J. X.; YEH, F. C.; YANG, R. C.; YE, Z. H.; YANG, R.; BOYLE, R.; YE, Z. POPGENE, the user-friendly shareware for population genetic analysis molecular biology and biotechnology center. Edmonton. 1997.

Anexos

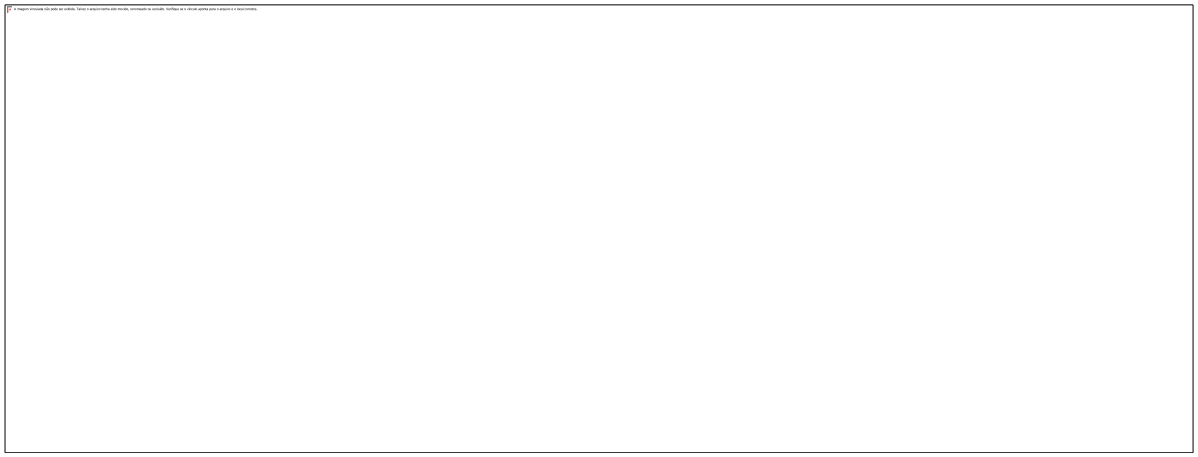


Tabela 1: Sequência de nucleotídeos dos primers ISSR, número de locos (NL) e o valor de PIC de cada primer

CÓDIGO: SB0372

AUTOR: MANUELA FRANCISCA SILVA ALVES

ORIENTADOR: HENRIQUE ROCHA DE MEDEIROS

TÍTULO: Eficiências de alimentação e de ruminação de ovinos Santa Inês terminados intensivamente a pasto e recebendo suplementação com diferentes fontes de proteína

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de ovinos Santa Inês em terminação intensiva a pasto, recebendo suplementação com quatro diferentes fontes de proteína na ração. Foram avaliados dados de 32 borregos, distribuídos em quatro tratamentos experimentais (T1; T2;T3 e T4), cuja fonte de proteína na ração foi respectivamente: Grãos Secos de Destilaria (Dried Distillers Grains-DDG), refinazil, farelo de algodão e farelo de soja. As rações formuladas foram isoproteicas. Em cada um dos tratamentos experimentais, os animais foram avaliados quanto ao peso inicial, o peso final, o ganho médio diário e eficiência alimentar. Os animais ue receberam a ração com DDG apresentaram peso inicial médio de 33,29 kg, peso final de 43,86 kg e ganho médio diário de 0,176 kg/dia. No tratamento com refinazil, os valores foram de 31,86 kg, 38,65 kg e 0,113 kg/dia, respectivamente. O tratamento com farelo de algodão apresentou peso inicial de 31,64 kg, peso final de 39,33 kg e ganho médio diário de 0,128 kg/dia. Já o tratamento com farelo de soja apresentou 30,91 kg de peso inicial, 42,74 kg de peso final e 0,197 kg/dia de ganho médio diário. Entre os dados disponíveis, o maior ganho médio diário foi observado no tratamento com farelo de soja, seguido pelo tratamento com DDG. Os animais que receberam a ração com com DDG e Refinazil tiveram maior eficiência alimentar que os dos alimentados com farelo de algodão.

Palavras-chave: Produção de ovinos, estratégias de alimentação, Ganho

TITLE: FEEDING AND RUMINATION EFFICIENCIES OF SANTA INÊS SHEEP FINISHED INTENSIVELY ON PASTURE AND RECEIVING SUPPLEMENTATION WITH DIFFERENT PROTEIN SOURCES

Abstract

This study aimed to evaluate the performance of Santa Inês sheep under intensive pasture finishing, receiving supplementation with four different protein sources in the

feed. Data from 32 lambs were evaluated, distributed into four experimental treatments (T1, T2, T3, and T4), whose protein sources in the feed were, respectively: Dried Distillers Grains (DDG), refinazil, cottonseed meal, and soybean meal. The formulated feeds were isoproteic. In each experimental treatment, the animals were evaluated for initial weight, final weight, average daily gain, and feed efficiency. Animals receiving the feed with DDG presented an average initial weight of 33.29 kg, final weight of 43.86 kg, and average daily gain of 0.176 kg/day. In the refinazil treatment, the values were 31.86 kg, 38.65 kg, and 0.113 kg/day, respectively. The cottonseed meal treatment presented an initial weight of 31.64 kg, final weight of 39.33 kg, and average daily gain of 0.128 kg/day. The soybean meal treatment presented an initial weight of 30.91 kg, final weight of 42.74 kg, and average daily gain of 0.197 kg/day. Among the available data, the highest average daily gain was observed in the soybean meal treatment, followed by the DDG treatment. Animals receiving diets with DDG and refinazil showed higher feed efficiency than those receiving cottonseed meal.

Keywords: Sheep production, feeding strategies, bodyweight gain, prote

Introdução

A carne ovina possui potencial para comercialização em diferentes segmentos do mercado, sendo a qualidade do produto um dos fatores importantes para a consolidação da cadeia produtiva. Entretanto, ainda existem dificuldades relacionadas à padronização da produção e à oferta de carne proveniente de animais jovens e com características adequadas ao mercado consumidor (SANTOS; DA ROSA BORGES, 2019). O aumento da produção de carne ovina depende, entre outros fatores, da adoção de estratégias de manejo que possibilitem melhorar o desempenho dos animais e reduzir a idade ao abate. Nesse contexto, a intensificação da produção pode contribuir para a obtenção de animais terminados em menor período, desde que sejam utilizadas estratégias nutricionais adequadas. A associação entre pastagem e suplementação concentrada pode proporcionar melhorias no desempenho de ovinos, principalmente quando o suplemento é formulado para complementar os nutrientes fornecidos pela forragem. Carvalho et al. (2019), Gurgel et al. (2018) e Urbano et al. (2023) destacam a importância da suplementação na alimentação de ovinos em sistemas de produção a pasto. O farelo de soja é uma das principais fontes de proteína utilizadas na alimentação de ruminantes. Entretanto, devido ao custo desse ingrediente, fontes alternativas de proteína podem ser utilizadas para reduzir os custos das dietas. Entre essas alternativas estão o farelo de algodão, o farelo de glúten de milho e coprodutos da indústria de produção de etanol, como os grãos secos de destilaria com solúveis (DDG), que apresentam potencial para utilização na alimentação de ruminantes (SPEROTTO et al., 2018; SILVA et al., 2020). Assim, avaliação da fonte proteica é importante para verificar sua influência sobre o desempenho dos animais. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e a eficiência alimentar de ovinos Santa Inês suplementados com quatro diferentes fontes de proteina na ração durante a fase de terminação.

Metodologia

O projeto foi submetido à avaliação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), sendo protocolado, aprovado e certificado sob o número 063/2024. As práticas de manejo animal seguiram as recomendações do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA). O estudo foi conduzido na área experimental do Grupo de Estudos em Forragicultura e Produção de Ruminantes (GEFORP), instalada na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, em Macaíba, Rio Grande do Norte. Foram utilizados ovinos machos da raça Santa Inês, submetidos a um sistema de terminação intensiva a pasto e suplementação concentrada. Os tratamentos foram constituídos por diferentes fontes de proteína no suplemento concentrado: DDG, refinazil, farelo de algodão e farelo de soja. Os animais permaneceram em pastagem e receberam suplementação concentrada de acordo com o planejamento nutricional do experimento. O suplemento foi formulado com ingredientes energéticos, fonte proteica, ureia, sal comum e mistura mineral.

Os tratamentos foram constituídos por quatro suplementos concentrados isoproteicos, tendo como fonte de proteína verdadeira o DDG, o refinazil (FGM 21), o farelo de algodão e o farelo de soja. Assim, foram formulados quatro concentrados: Tratamento 1 – DDG: composto por milho grão moído, DDG de milho, ureia + sulfato de amônio, cloreto de sódio e mistura mineral. Tratamento 2 – Refinazil (FGM 21): composto por milho grão moído, FGM 21, ureia + sulfato de amônio, cloreto de sódio e mistura mineral. Tratamento 3 – Farelo de algodão: composto por milho grão moído, farelo de algodão, ureia + sulfato de amônio, cloreto de sódio e mistura mineral. Tratamento 4 – Farelo de soja: composto por milho grão moído, farelo de soja, ureia + sulfato de amônio, cloreto de sódio e mistura mineral. O DDG, sigla de Dried Distillers Grains, corresponde aos grãos secos de destilaria, coproduto obtido durante a produção de etanol a partir de grãos, principalmente milho. Esse ingrediente pode ser utilizado na alimentação de ruminantes como fonte de proteína e energia. No presente trabalho, foi utilizado como fonte proteica do tratamento 1. O FGM 21, identificado no tratamento como refinazil, corresponde ao farelo de glúten de milho utilizado como fonte proteica no tratamento 2. O farelo de algodão é obtido do processamento da semente do algodão para extração do óleo. A fração resultante apresenta concentração de proteína e pode ser utilizada na alimentação de ruminantes. No experimento, foi utilizado como fonte proteica do tratamento 3. O farelo de soja é obtido do processamento do grão de soja para extração do óleo e apresenta elevado teor de proteína, sendo utilizado como fonte proteica no tratamento 4. Os concentrados experimentais foram constituídos principalmente por grão de milho moído, associado à fonte proteica correspondente, além de mistura mineral, ureia + sulfato de amônio e cloreto de sódio. Os percentuais foram estabelecidos com base na matéria seca. No tratamento 1, com DDG, o concentrado foi composto por 71,8% de grão de milho moído, 23,5% de DDG, 2,2% de mistura mineral, 1,1% de ureia + sulfato de amônio e 1,3% de cloreto de sódio, com 19,2% de proteína bruta. No tratamento 2, com refinazil (FGM 21), foram utilizados 69,8% de grão de milho moído, 23,0% de refinazil (FGM 21), 2,3% de mistura mineral, 3,5% de ureia + sulfato de amônio e 1,4% de cloreto de sódio, com 19,1% de proteína bruta. No tratamento 3, com farelo de algodão, o concentrado apresentou 71,7% de grão de milho moído, 22,2% de farelo de algodão, 2,3% de mistura mineral, 2,5% de ureia + sulfato de amônio e 1,4% de cloreto de sódio, com 19,1% de proteína bruta. No tratamento 4, com farelo de soja, foram utilizados 71,9% de grão de milho moído, 23,1% de farelo de soja, 2,3% de mistura mineral, 1,4% de ureia + sulfato de amônio e 1,4% de cloreto de sódio, com 19,0% de proteína bruta. A composição química dos

ingredientes utilizados na dieta experimental foi determinada considerando matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrato etéreo e lignina. O grão de milho moído apresentou 88,86% de matéria seca, 2,18% de matéria mineral, 97,75% de matéria orgânica, 8,30% de proteína bruta, 10,09% de FDN, 2,47% de FDA e 6,89% de extrato etéreo. O DDG apresentou 90,09% de matéria seca, 2,02% de matéria mineral, 97,98% de matéria orgânica, 45,05% de proteína bruta, 47,90% de FDN, 12,92% de FDA e 8,14% de extrato etéreo. O refinazil (FGM 21) apresentou 92,21% de matéria seca, 4,47% de matéria mineral, 95,53% de matéria orgânica, 17,01% de proteína bruta, 48,21% de FDN, 13,69% de FDA e 4,00% de extrato etéreo. O farelo de algodão apresentou 93,12% de matéria seca, 5,29% de matéria mineral, 94,71% de matéria orgânica, 30,88% de proteína bruta, 44,16% de FDN, 28,97% de FDA e 12,13% de extrato etéreo. O farelo de soja apresentou 87,75% de matéria seca, 7,01% de matéria mineral, 92,99% de matéria orgânica, 43,85% de proteína bruta, 19,99% de FDN, 8,96% de FDA e 2,30% de extrato etéreo. O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado considerando o tempo de alimentação, tempo de mastigação total, taxa de bocados, tempo de ruminação e tempo em ócio. Também foram avaliadas as eficiências de alimentação e de ruminação, considerando a matéria seca (MS) e a fibra em detergente neutro (FDN). As avaliações de comportamento ingestivo permitem caracterizar o tempo destinado às atividades de alimentação, ruminação e ócio, bem como a eficiência de utilização do alimento pelos animais (Figueiredo et al., 2018).

Resultados e Discussões

O grupo de animais que foi alimentado com ração cuja fonte proteica foi o DDG (T1) teve maior peso final e ganho de peso médio diários que os do grupo T2 - Refinazil e T3 - Farelo de algodão (Tabela 1).

Entre os tratamentos, o maior ganho médio diário foi observado com o farelo de soja (0,197 kg/dia), seguido pelo DDG (0,176 kg/dia). O menor valor foi observado no tratamento com refinazil, com 0,113 kg/dia. Os resultados indicam diferença no desempenho dos animais de acordo com a fonte proteica utilizada na suplementação. A diferença observada no ganho médio diário pode estar relacionada às características nutricionais das fontes utilizadas. O DDG e o farelo de soja apresentaram maiores teores de proteína bruta entre os ingredientes avaliados, com 45,05% e 43,85%, respectivamente, enquanto o farelo de algodão apresentou 30,88% e o FGM 21, 17,01%. Apesar de o tratamento com farelo de soja apresentar o maior ganho médio diário, o tratamento com DDG apresentou o maior peso final médio, de 43,86 kg. Portanto, os resultados de peso final e ganho médio diário devem ser considerados em conjunto na avaliação do desempenho dos animais.
No comportamento ingestivo, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o tempo de alimentação, taxa de bocados, tempo de ruminação, tempo em ócio e eficiência de ruminação. Esses resultados indicam que as diferentes fontes de proteína utilizadas na suplementação não alteraram significativamente essas características do comportamento ingestivo dos animais. Por outro lado, houve diferença significativa no tempo de mastigação total ($P = 0,037$) e na eficiência de alimentação ($P = 0,049$). O FGM 21 apresentou o maior tempo de mastigação total, enquanto o farelo de soja apresentou o menor valor. Para a eficiência de alimentação, os

maiores valores foram observados nos tratamentos com DDG e refinazil (FGM 21), enquanto o farelo de algodão apresentou o menor valor. Dessa forma, as fontes de proteína influenciaram principalmente essas duas características do comportamento ingestivo.

Conclusão

Os diferentes tratamentos apresentaram diferenças no desempenho dos ovinos Santa Inês. O tratamento com farelo de soja apresentou o maior ganho médio diário, enquanto o tratamento com DDG proporcionou o maior peso final médio. Quanto ao comportamento ingestivo, houve diferença no tempo de mastigação total e na eficiência de alimentação entre os tratamentos. A eficiência de alimentação apresentou maiores valores para os tratamentos com DDG e FGM 21, enquanto o menor valor foi observado para o farelo de algodão.

Referências

CARVALHO, D. M. G.; PORTELLA, M. C. L.; MENEZES, L. T.; RUFINO JUNIOR, J.; BRAGA, C. A. S.; TERRES, L.; SOARES, J. Q. Suplementação energética, protéica ou múltipla para ovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade. Boletim de Indústria Animal, v. 76, 2019. https://doi.org/10.17523/bia.2019.v76.e1448.

FIGUEIREDO, M. R. P.; SALIBA, E. O. S.; REBOUÇAS, G. N. M.; SILVA, F. A.; MARTINS, T. L. T. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de ovinos. Revista Científica de Produção Animal, v. 19, n. 1, 2018.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; ROBERTO, F. F. S.; DANTAS, J. L. S. Suplementação estratégica para animais em pasto. Pubvet, v. 12, n. 4, p. 1-10, 2018. DOI: 10.22256/pubvet.v12n4a62.1-10.

SILVA, H. J. T.; SANTOS, P. F. A.; NOGUEIRA JUNIOR, E. C.; VIAN, C. E. D. Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil. Revista de Política Agrícola, v. 29, n. 1, 2020.

SPEROTTO, F. C. S.; BRANDÃO, F. J. B.; LEITE, A. L.; PADILHA, P. M.; BIAGGIONI, M. A. M. Caracterização química e proteômica dos grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho. Energia na Agricultura, v. 33, n. 1, p. 87-91, 2018.

URBANO, S. A.; RODRIGUES, J. C. N.; RIBEIRO, P. H. C.; SILVA, Y. D. S.; SILVA, R. F.; NETO, J. V. E.; RANGEL, A. H. D. N.; OLIVEIRA, J. P. F.; MEDEIROS, H. R. Nutrient intake, performance, carcass characteristics, meat quality, and cost analysis of sheep submitted to intermittent supplementation on Massai grass pastures. Animals, v. 13, p. 12671278, 2023.

Anexos

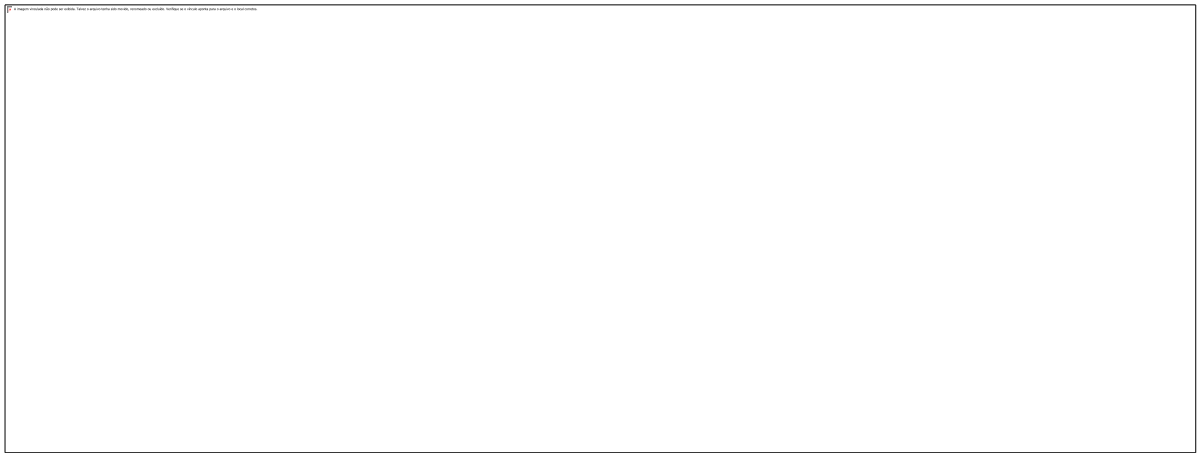


Tabela 1 – Médias de peso inicial, peso final e ganho médio diário de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes fontes de proteína.

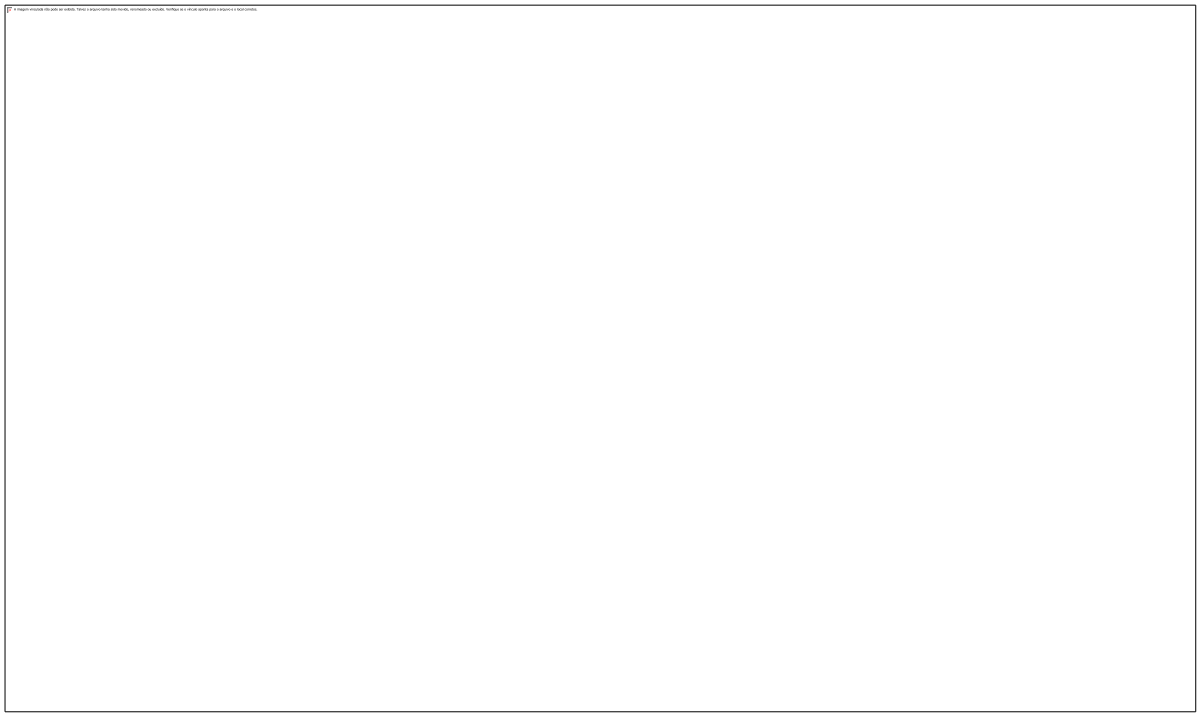


Tabela 2 – Comportamento ingestivo e eficiência de alimentação.

CÓDIGO: SB0390

AUTOR: ÍCARO LEANDRO FERNANDES DA SILVA

ORIENTADOR: JULIANA LORENSI DO CANTO

TÍTULO: Coleta de dados de Sobrevivência e Crescimento de Espécies Nativas da Caatinga plantadas em Área Degradada

Resumo

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, de elevada importância ecológica e socioeconômica, mas submetido a processos de degradação relacionados à supressão da vegetação, uso inadequado dos recursos naturais, erosão e desertificação. Nesse contexto, o presente trabalho integra o projeto "Acompanhamento da Recuperação de uma Área de Preservação Permanente (APP) Degradada: Sobrevivência e Crescimento de Espécies Nativas da Caatinga" e teve como objetivo acompanhar o estabelecimento inicial de espécies florestais nativas utilizadas na recuperação de uma APP localizada às margens do açude da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), em Macaíba-RN. A área de 3,16 ha foi submetida a duas estratégias de restauração: plantio adensado, com 580 mudas, e nucleação, com 335 mudas distribuídas em 67 núcleos. O monitoramento foi realizado entre outubro e dezembro de 2025, contemplando a identificação das mudas, levantamento de sobrevivência e mortalidade e mensuração da altura total e do diâmetro na base do caule. Foram registradas 539 mudas sobreviventes no plantio adensado, correspondendo a 93% de sobrevivência, e 287 na nucleação, correspondendo a 85,7%. As espécies apresentaram diferenças nas médias de altura e diâmetro, evidenciando variação no estabelecimento inicial. Os resultados constituem uma linha de base para avaliações futuras e contribuem para a identificação de espécies com potencial para recuperação de áreas degradadas sob condições ambientais semelhantes.

Palavras-chave: Caatinga; restauração ecológica; espécies nativas; sobrevivência.

TITLE: Data Collection on the Survival and Growth of Native Caatinga Species Planted in Degraded Areas

Abstract

The Caatinga is a Brazilian biome of high ecological and socioeconomic importance that has been affected by vegetation loss, soil degradation, erosion and desertification processes. This study is part of the project "Monitoring the Recovery of a Degraded Permanent Preservation Area: Survival and Growth of Native Caatinga Species" and aimed to monitor the initial establishment of native tree species used in the recovery of

a Permanent Preservation Area located beside the reservoir of the Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), in Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil. The 3.16-ha area was subjected to two restoration strategies: dense planting, with 580 seedlings, and nucleation, with 335 seedlings distributed into 67 nuclei. Monitoring was conducted from October to December 2025 and included seedling identification, survival and mortality assessment, and measurements of total height and basal stem diameter. A total of 539 surviving seedlings were recorded in dense planting, corresponding to 93% survival, while 287 survived in the nucleation treatment, corresponding to 85.7%. Species differed in mean height and diameter, indicating variation in their initial establishment. The results provide a baseline for future monitoring and contribute to the identification of species with potential for restoring degraded areas under similar environmental conditions.

Keywords: Caatinga; ecological restoration; native species; survival.

Introdução

A Caatinga constitui o único bioma exclusivamente brasileiro e ocupa aproximadamente 11% do território nacional, abrangendo uma extensa área do Nordeste e apresentando elevada importância ecológica, econômica e social. O bioma abriga uma biodiversidade adaptada às condições de elevada sazonalidade climática, com espécies capazes de sobreviver a períodos prolongados de deficiência hídrica. Apesar de sua importância, a Caatinga vem sofrendo impactos associados à retirada da vegetação, exploração dos recursos naturais, alteração do uso do solo, erosão e processos de desertificação. Órgãos ambientais brasileiros destacam que a conservação e a recuperação do bioma dependem de ações de pesquisa, monitoramento e restauração ambiental. A degradação da vegetação interfere diretamente nas características do solo e na capacidade de regeneração dos ecossistemas. A retirada da cobertura vegetal pode aumentar a exposição do solo à radiação solar e à ação das chuvas, favorecendo processos erosivos e dificultando o estabelecimento de novas plantas. Em ambientes semiáridos, esses problemas são agravados pela irregularidade das precipitações e pelos longos períodos de déficit hídrico. A disponibilidade de água é um dos principais fatores que condicionam a sobrevivência e o crescimento de mudas utilizadas na recuperação de áreas degradadas. Estudos realizados em ambientes de floresta seca demonstram que a seleção adequada de espécies e o acompanhamento periódico da sobrevivência e do crescimento são importantes para avaliar o sucesso de projetos de restauração. A restauração de áreas degradadas deve, portanto, considerar as características ambientais do local e a capacidade de adaptação das espécies utilizadas. O emprego de espécies nativas pode contribuir para a recomposição da cobertura vegetal e para o restabelecimento gradual de processos ecológicos. Estudos sobre espécies da Caatinga destacam a existência de características de resistência e adaptação às condições de seca, reforçando a importância da utilização de espécies nativas em projetos de recuperação do bioma. Nesse contexto, foi implantado um projeto de recuperação ambiental em uma Área de Preservação Permanente localizada às margens do açude da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), no município de Macaíba-RN. Foram utilizadas duas estratégias de restauração: o plantio adensado de mudas nativas e a nucleação, com formação de núcleos compostos por diferentes espécies. Após o plantio, o acompanhamento das mudas tornou-se necessário para avaliar sua sobrevivência e seu desenvolvimento inicial. O monitoramento da sobrevivência, da altura e do diâmetro das plantas permite

estabelecer uma linha de base para avaliações posteriores. Esse procedimento é particularmente importante porque o crescimento das mudas pode variar de acordo com a espécie, o tamanho inicial dos indivíduos, as condições do solo, a disponibilidade hídrica e o ambiente em que foram plantadas. O presente trabalho teve como objetivo acompanhar o estabelecimento inicial de espécies florestais nativas plantadas em uma área degradada, avaliando a sobrevivência, a mortalidade, a altura total e o diâmetro na base do caule. Buscou-se ainda comparar o desempenho inicial das espécies nas duas estratégias de recuperação e produzir informações que possam subsidiar futuros monitoramentos e ações de restauração.

Metodologia

O estudo foi realizado em uma Área de Preservação Permanente localizada às margens do açude da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), no município de Macaíba, Rio Grande do Norte. A área integra o Projeto Potengi e possui aproximadamente 3,16 hectares. O local apresentava condições de degradação ambiental, sendo submetido a estratégias de recuperação mediante plantio de espécies florestais nativas. A área experimental foi dividida em duas estratégias de restauração. A primeira correspondeu ao plantio adensado, realizado em 2,05 hectares, com espaçamento de 3 m × 2 m. Foram utilizadas espécies florestais nativas selecionadas considerando características de rusticidade e adaptação às condições ambientais locais. A segunda estratégia correspondeu à nucleação, implantada em 1,11 hectares, principalmente em clareiras existentes nos fragmentos de vegetação nativa do entorno. Na área de nucleação, cada núcleo foi formado por cinco mudas organizadas em arranjo de quincôncio, ocupando aproximadamente 4 m². A muda central correspondia a uma espécie destinada à diversidade ou ao enriquecimento, enquanto as demais eram espécies de cobertura. Ao todo, foram implantadas 335 mudas distribuídas em 67 núcleos. No plantio adensado foram implantadas 580 mudas, totalizando 915 mudas nas duas estratégias. Esses números estão registrados no relatório de monitoramento inicial. As mudas foram plantadas em covas de aproximadamente 40 cm × 40 cm × 40 cm. O preparo das covas envolveu a utilização de esterco curtido, terra de subsolo e calcário dolomítico, além da aplicação de fertilizantes minerais contendo macro e micronutrientes. No momento do plantio, as mudas receberam água e hidrogel hidratado. O monitoramento inicial foi realizado entre outubro e dezembro de 2025. Inicialmente, foi realizada a conferência das mudas implantadas em campo, identificando-se os indivíduos presentes e as perdas ocorridas. A partir dessa conferência foi determinado o número de mudas vivas e mortas em cada estratégia de restauração. Para avaliação do crescimento inicial, foram realizadas medições da altura total das mudas utilizando régua florestal. O diâmetro na base do caule foi mensurado com auxílio de paquímetro. As medições foram realizadas individualmente nas mudas encontradas nas áreas monitoradas. Após a coleta em campo, as informações foram organizadas e tabuladas em planilhas eletrônicas. Os dados de sobrevivência foram expressos em número de indivíduos e porcentagem. Para caracterização do crescimento inicial, foram utilizados os valores médios de altura total e diâmetro na base do caule para cada espécie. A análise foi realizada de forma descritiva, buscando comparar as duas estratégias de recuperação e verificar diferenças entre as espécies quanto ao estabelecimento inicial. Como se tratou da primeira avaliação após a implantação, os valores de altura e diâmetro foram considerados referências iniciais, não sendo interpretados como incremento de crescimento ao longo de um período anterior de monitoramento. O próprio relatório de monitoramento

ressalta que avaliações subsequentes serão necessárias para determinar efetivamente o crescimento das espécies.

Resultados e Discussões

Foram implantadas 915 mudas de espécies florestais nativas nas duas estratégias de recuperação avaliadas. Desse total, 580 mudas foram destinadas ao plantio adensado e 335 foram utilizadas na nucleação, distribuídas em 67 núcleos com cinco mudas cada. No plantio adensado, foram registradas 539 mudas vivas e 41 mudas mortas. Dessa forma, a taxa de sobrevivência inicial foi de 93%, enquanto a mortalidade correspondeu a 7%. Esses resultados indicam um estabelecimento inicial elevado das mudas nessa estratégia. Entre as mudas sobreviventes do plantio adensado, a Aroeira Pimenteira (Schinus terebinthifolia) apresentou o maior número de indivíduos, com 102 mudas, correspondendo a 18,92% das sobreviventes. Em seguida apareceram Pau Ferro (Libidibia ferrea), com 68 indivíduos (12,62%), Catingueira (Poincianella pyramidalis), com 66 (12,24%), Baraúna (Schinopsis brasiliensis), com 60 (11,13%), e Jacarandá (Jacaranda mimosifolia), com 62 (11,50%). A Aroeira do Sertão apresentou 53 indivíduos, enquanto a combinação de Jurema Preta e Jurema Branca apresentou 52 indivíduos. A distribuição observada demonstra que algumas espécies apresentaram maior representatividade entre os indivíduos sobreviventes. Entretanto, o número absoluto de indivíduos sobreviventes não deve ser interpretado isoladamente como indicador de maior capacidade de adaptação, pois também depende do número de mudas originalmente plantadas de cada espécie. As médias de altura total no plantio adensado apresentaram diferenças importantes entre as espécies. A maior média foi registrada para Jurema Unha de Gato (Mimosa arenosa), com 137,46 cm, seguida pela combinação de Jurema Preta (Mimosa tenuiflora) e Jurema Branca (Piptadenia stipulacea), com 135,08 cm. A Aroeira do Sertão apresentou média de 123,57 cm, enquanto a Aroeira Pimenteira alcançou 105,41 cm. Por outro lado, Craibeira (Tabebuia aurea) e Jacarandá apresentaram as menores médias de altura, com 42,30 cm e 48,47 cm, respectivamente. Catingueira apresentou média de 59,98 cm. Essas diferenças podem estar relacionadas às características das mudas no momento do plantio e às particularidades de cada espécie. O relatório de monitoramento ressalta justamente que as diferenças observadas estão associadas, principalmente, às características das mudas no momento da implantação. Quanto ao diâmetro na base do caule, os maiores valores médios no plantio adensado foram observados para o grupo formado por Jurema Preta e Jurema Branca, com 17,2 cm, seguido por Aroeira Pimenteira, com 16,8 cm, e Jurema Unha de Gato, com 13,2 cm. A Aroeira do Sertão apresentou 12,0 cm. Na área de nucleação, foram registradas 287 mudas vivas e 48 mortas. A taxa de sobrevivência foi de 85,7%, enquanto a mortalidade alcançou 14,3%. Portanto, a mortalidade observada na nucleação foi superior àquela registrada no plantio adensado. Uma possível explicação apontada no próprio monitoramento está relacionada às dificuldades de irrigação dos núcleos. Em determinados trechos da área, não foi possível realizar a irrigação com o trator e a pipa, o que pode ter aumentado a limitação hídrica e comprometido o estabelecimento de parte das mudas. A diferença entre 93% de sobrevivência no plantio adensado e 85,7% na nucleação representa uma diferença de 7,3 pontos percentuais. Embora as duas estratégias tenham apresentado sobrevivência inicial elevada, o resultado demonstra que as condições de implantação e manutenção podem influenciar diretamente o estabelecimento das mudas. A literatura reforça a importância da disponibilidade de água no estabelecimento de espécies utilizadas na

restauração. Em áreas de floresta seca, o déficit hídrico pode limitar a sobrevivência e o crescimento de mudas, tornando importante a seleção de espécies adequadas e o acompanhamento periódico dos indivíduos. Na nucleação, a distribuição das mudas sobreviventes também apresentou diferenças entre espécies. A Aroeira Pimenteira foi a espécie com maior número de sobreviventes, com 57 indivíduos (19,9%), seguida pela combinação de Jurema Preta e Jurema Branca, com 47 indivíduos (16,4%), Catingueira, com 39 (13,6%), Pau Ferro, com 35 (12,2%), e Jacarandá, com 32 (11,1%). As médias de altura na nucleação também apresentaram variações. A Jurema Unha de Gato apresentou a maior média, com 116,63 cm. O grupo Jurema Preta e Jurema Branca apresentou 98,83 cm, seguido pela Aroeira do Sertão, com 93,40 cm, e Angico, com 83,71 cm. As menores médias de altura foram observadas para Craibeira, com 41,31 cm, e Jacarandá, com 42,66 cm. A Catingueira apresentou média de 57,87 cm. Esses valores mostram que o desenvolvimento inicial não foi uniforme entre as espécies. Quanto ao diâmetro na base do caule na nucleação, o maior valor médio foi registrado para o grupo Jurema Preta e Jurema Branca, com 12,2 cm, seguido pela Aroeira Pimenteira, com 10,3 cm, e Jurema Unha de Gato, com 9,0 cm. A comparação entre as duas estratégias mostra que algumas espécies apresentaram maiores médias de altura e diâmetro no plantio adensado, enquanto outras mantiveram desempenho relativamente próximo entre as áreas. Entretanto, essas diferenças não devem ser atribuídas exclusivamente à técnica de restauração, pois as mudas poderiam apresentar tamanhos diferentes no momento da implantação e as condições ambientais dos locais também são distintas. Esse ponto é especialmente importante porque o monitoramento realizado corresponde à primeira medição das mudas. Portanto, os valores de altura e diâmetro representam o estado inicial dos indivíduos após a implantação e não permitem, isoladamente, determinar qual espécie apresentou maior crescimento ao longo do tempo. O próprio relatório ressalta que as medições constituem uma referência inicial para avaliações futuras. A utilização de altura e diâmetro como indicadores é adequada para acompanhar a evolução dos indivíduos em projetos de restauração. Estudos de restauração florestal também utilizam sobrevivência, altura e diâmetro para avaliar o estabelecimento e o desempenho de espécies nativas. Outro aspecto relevante é a utilização de espécies nativas da Caatinga. A escolha de espécies capazes de tolerar condições de elevada temperatura e disponibilidade hídrica irregular é fundamental para aumentar a possibilidade de estabelecimento em áreas degradadas. Pesquisas realizadas com espécies nativas demonstram que diferentes espécies podem apresentar respostas distintas quanto à sobrevivência e ao crescimento, reforçando a necessidade de avaliações específicas para cada ambiente. O uso de hidrogel no plantio também está relacionado à tentativa de reduzir os efeitos da deficiência hídrica sobre as mudas. Estudos experimentais em áreas de restauração demonstram que polímeros hidroretentores podem contribuir para reduzir a mortalidade em condições de déficit hídrico, embora seus efeitos dependem das condições ambientais e da época de implantação. Considerando o conjunto dos resultados, a sobrevivência inicial observada foi satisfatória nas duas estratégias. O plantio adensado apresentou 93% de sobrevivência, enquanto a nucleação apresentou 85,7%. Em conjunto, foram registradas 826 mudas sobreviventes de um total de 915, correspondendo a aproximadamente 90,3% de sobrevivência inicial. Apesar do resultado positivo, a avaliação de uma área em processo de restauração não deve se limitar à sobrevivência inicial. A recuperação de um ecossistema é um processo de médio e longo prazo, sendo necessário acompanhar o desenvolvimento das plantas, a formação da cobertura vegetal, a regeneração natural e as mudanças nas condições ambientais. Dessa forma, os dados obtidos constituem uma importante linha de base para os próximos monitoramentos. A

realização de novas avaliações permitirá calcular o incremento de altura e diâmetro, acompanhar a mortalidade ao longo do tempo e identificar com maior segurança quais espécies apresentam melhor desempenho nas condições da área experimental.

Conclusão

O monitoramento inicial da área de recuperação ambiental da Escola Agrícola de Jundiaí permitiu caracterizar o estabelecimento de 915 mudas florestais nativas distribuídas entre as estratégias de plantio adensado e nucleação. O plantio adensado apresentou 93% de sobrevivência, enquanto a nucleação apresentou 85,7%. A maior mortalidade observada na nucleação pode estar relacionada, entre outros fatores, às dificuldades de irrigação identificadas em determinados trechos da área. Foram observadas diferenças entre as espécies quanto às médias de altura e diâmetro na base do caule. A Jurema Unha de Gato apresentou as maiores médias de altura nas duas estratégias, enquanto o grupo formado por Jurema Preta e Jurema Branca apresentou elevados valores de diâmetro. Os resultados obtidos constituem uma linha de base para o acompanhamento da recuperação da área. Como esta foi a primeira avaliação, novas medições são necessárias para determinar o crescimento efetivo das mudas ao longo do tempo. Recomenda-se a continuidade do monitoramento periódico, mantendo os mesmos procedimentos de medição e registro, para possibilitar comparações temporais e identificar as espécies com melhor desempenho e potencial para utilização em futuras ações de restauração de áreas degradadas da Caatinga.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. BENINI, R. M.; ADEODATO, S. Economia da restauração florestal. São Paulo: The Nature Conservancy, 2017. 136 p. CAMPOS, A. J. M.; SANTOS, S. M.; NACARATH, I. R. F. F. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. Research, Society and Development, v. 10, n. 15, e311101523155, 2021. CHAZDON, R. L. Restoration of tropical forests: what to do, where to go and how to get there. Biotropica, v. 40, n. 1, p. 20–29, 2008. DURIGAN, G. et al. Manual para recuperação da vegetação de cerrado. São Paulo: SMA/CBB, 2011. 124 p. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE (EMPARN). Meteorologia. Disponível em: http://meteorologia.emparn.rn.gov.br. Acesso em: 20 mar. 2025. FREITAS, J. V.; ROSA, C. M. M.; VOIGT, A. R. A. The importance of forest for people: evidences from the Brazilian National Inventory to support decision-making. In: World Forestry Congress, XIV, 2015, Durban, South Africa. Proceedings... Durban: FAO, 2015. GANEM, K. A. et al. Mapeamento da Vegetação da Caatinga a partir de Dados Ópticos de Observação da Terra – Oportunidades e Desafios. Revista Brasileira de Cartografia, v. 72, p. 829–854, 2020. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). Perfil do seu município: Macaíba. Natal: IDEMA, 2013. LIMA, M. M.; SANTOS, L. A.; MOURA, F. B. P.; NOGUEIRA, E. M. S. Sobrevivência inicial de seis espécies usadas na recuperação de uma área degradada na Caatinga. Revista Ouricuri, v. 5, n. 2, p. 132–137, 2015. MACEDO, R. S.; MORO, L.; LAMBAIS, E. O.;

LAMBAIS, G. R.; BAKKER, A. P. Efeitos da degradação dos atributos de solos sob caatinga no semiárido brasileiro. Revista Árvore, v. 47, e4702, 2023. MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. Theoretical and Applied Climatology, v. 129, n. 3–4, p. 1189–1200, 2017. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Biomas Brasileiros: Caatinga. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga.html. Acesso em: 20 abr. 2024. MORO, M. F.; NIC LUGHADHA, E.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. A phytogeographical meta-analysis of the Semiarid Caatinga domain in Brazil. Botanical Review, v. 82, n. 2, p. 91–148, 2016. RODRIGUES, R. R. et al. Restauração florestal. In: MARTINS, S. V. (Org.). Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil. Viçosa: UFV, 2009. p. 405–428. SANTOS, J. C. et al. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. Tropical Conservation Science, v. 7, n. 1, p. 276–286, 2014. SANTOS, R. H. S.; LIMA, J. R. S.; OLIVEIRA, C. L.; SOUZA, R. M. S.; ANTONINO, A. C. D.; SOUZA, E. S. Variação sazonal e interanual da umidade do solo e da evapotranspiração em Caatinga. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 16, n. 5, p. 2390–2409, 2023. SILVEIRA, H. L. F.; GALVÃO, L. S.; SANCHES, I. D.; SÁ, I. B.; TAURA, T. A. Use of MSI/Sentinel-2 and airborne LiDAR data for mapping vegetation and studying the relationships with soil attributes in the Brazilian semi-arid region. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 73, p. 179–190, 2018. SOUZA, S. D. G.; SOUZA, A. C. N.; SOUSA, M. L. M. A desertificação nas pesquisas de degradação ambiental no semiárido brasileiro: uma revisão sistemática integrativa da literatura. Boletim de Geografia, v. 41, p. 88–98, 2023.

CÓDIGO: SB0404

AUTOR: MARIA GABRIELY DA SILVA FEITOSA

ORIENTADOR: GUNTHINEIA ALVES DE LIRA

TÍTULO: DESENVOLVIMENTO DE UM PREPARADO À BASE DE MEL DE ABELHA NATIVA (Melipona subnitida) SABORIZADO COM GENGIBRE E HORTELÃ: AGREGAÇÃO DE VALOR E INOVAÇÃO NA MELIPONICULTURA POTIGUAR

Resumo

A meliponicultura com a abelha Jandaíra (Melipona subnitida) representa uma atividade de valor ecológico e socioeconômico no semiárido potiguar. No entanto, a elevada umidade desse mel dificulta sua estabilidade e conservação. Este trabalho teve como meta estabelecer parâmetros de engenharia de processos para a formulação de um preparado cremoso à base de mel enriquecido com gengibre (Zingiber officinale) e hortelã (Mentha sp.). Diante da escassez estacional da matéria-prima e da necessidade de padronização reológica, investigou-se a viabilidade do método Dyce diretamente no mel de Jandaíra e desenvolveu-se uma modelagem reológica utilizando matriz de Apis mellifera para calibrar as variáveis de semeadura (15% p/p), método de homogeneização (manual brando vs. mecânico orbital), tratamento térmico (65–72 °C por 40 min) e conservação térmica (28 ± 2 °C vs. 8 ± 2 °C). O mel integral de M. subnitida não desenvolveu rede de microcristais sob condições ambientais, evidenciando a necessidade de controle da relação glicose/água. No sistema-modelo, a agitação mecânica gerou aeração excessiva e espuma, enquanto a homogeneização manual, aliada ao tratamento térmico e à estocagem a 8 ± 2 °C, consolidou uma matriz microcristalina contínua, estável e com espalhabilidade. A padronização desta matriz reológica viabiliza a incorporação dos extratos bioativos de gengibre e hortelã sem colapso de fases, estabelecendo a base tecnológica para um alimento funcional inovador no Rio Grande do Norte.

Palavras-chave: Abelha Jandaíra; Alimentos Funcionais; Método Dyce; Microcristalização

TITLE: DEVELOPMENT OF A PREPARATION BASED ON NATIVE BEE HONEY (Melipona subnitida) FLAVORED WITH GINGER AND MINT: VALUE ADDITION AND INNOVATION IN MELIPONICULTURE IN RIO GRANDE DO NORTE

Abstract

Meliponiculture using the Jandaíra bee (Melipona subnitida) represents an activity of ecological and socioeconomic importance in the semi-arid region of Rio Grande do Norte, Brazil. However, the high moisture content of this honey limits its physical stability and conservation. This study aimed to establish process engineering parameters for a creamy honey-based preparation enriched with ginger (Zingiber officinale) and mint (Mentha sp.). Due to the seasonal scarcity of native honey and the need for rheological standardization, the classical Dyce method was investigated directly in Jandaíra honey, and a rheological model using Apis mellifera honey was developed to evaluate seeding (15% w/w), homogenization (gentle manual vs. orbital mechanical), heat treatment (65–72 °C for 40 min), and storage (28 ± 2 °C vs. 8 ± 2 °C). Whole M. subnitida honey did not develop a microcrystalline network under ambient conditions, indicating the need for strict control of the glucose/water ratio. In the model system, mechanical agitation caused excessive aeration and foam, while gentle manual homogenization, combined with heat treatment and storage at 8 ± 2 °C, produced a continuous, stable microcrystalline matrix with good spreadability. This structured matrix enables the incorporation of bioactive ginger and mint extracts without phase separation, establishing a technological basis for an innovative functional food in Rio Grande do Norte.

Keywords: Jandaíra Bee; Functional Foods; Dyce Method; Microcrystallization; Rhe

Introdução

A criação da abelha Jandaíra (Melipona subnitida) no Rio Grande do Norte constitui um vetor primordial para a preservação do bioma Caatinga e geração de renda na agricultura familiar. Contudo, seu mel apresenta particularidades biofísicas limitantes: teores de umidade habitualmente entre 21% e 26% e elevada atividade de água (a_w), fatores que aceleram processos fermentativos espontâneos e impedem a cristalização espontânea homogênea (SOUZA et al., 2010; CAMARGO et al., 2017). A comercialização restrita à forma líquida bruta acarreta perdas pós-colheita e oscilações severas de preço no mercado local.

A conversão dessa matéria-prima em um preparado à base de mel cremoso sob cristalização controlada (Método Dyce) surge como rota tecnológica promissora (DYCE, 1931; CALDERONE, 2006). A formação induzida de microcristais de glicose monoidratada altera as propriedades viscoelásticas, convertendo o produto em uma pasta de alta espalhabilidade e aceitação comercial (KUROISHI et al., 2012; CONFORTO et al., 2017). Para elevar o valor agregado e alinhar o setor às demandas de alimentos funcionais, propõe-se a funcionalização sensorial com gengibre (Zingiber officinale) e hortelã (Mentha sp.). O gengibre confere ação antioxidante e anti-inflamatória vinculada aos gingeróis, enquanto a hortelã aporta perfil refrescante mediado por mentol e flavonoides, compostos que estabilizam e enriquecem sensorialmente matrizes apícolas (AL-HABSI et al., 2021; SILVA et al., 2021).

Entretanto, a incorporação estável de extratos botânicos hidrossolúveis ou particulados exige uma matriz cristalina suporte rigorosamente padronizada, sob risco de sinérese imediata ou separação de fases. Frente à oferta sazonal limitada do mel de M. subnitida durante o período de execução e às barreiras cinéticas de sua alta umidade, este trabalho

adotou uma estratégia escalonada: avaliou a resposta reológica preliminar em mel de Jandaíra e empregou uma matriz de Apis mellifera como sistema-modelo para determinação dos parâmetros operacionais de cisalhamento, tratamento térmico e gradiente de estocagem indispensáveis à formulação do produto final.

Metodologia

A pesquisa foi conduzida nas dependências do Setor de Apicultura e Meliponicultura da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), estruturada em três fases interdependentes orientadas ao desenvolvimento do preparado:

ETAPA 1: Caracterização Tecnológica do Mel Nativo
Mel de Melipona subnitida (15% semente) ⟶ Homogeneização Manual (28 °C)
└⟶ Avaliação da Dinâmica de Fases

ETAPA 2: Estudo em Sistema-Modelo (Apis mellifera)
[Matriz Líquida] ⟶ Fatorial: Pasteurizado (65-72 °C, 40 min) vs. Mel Cru
⟶ Fatorial: Agitação Manual (M1) vs. Mecânica Orbital (M5)
⟶ Fatorial: Semente Manual (S1) vs. Semente Mecânica (S2)
⟶ Monitoramento Físico em Temperatura Ambiente (28 °C)

ETAPA 3: Otimização Reológica para Retenção de Botânicos
Tratamentos Selecionados ⟶ Armazenamento sob Refrigeração (8 ± 2 °C)
⟶ Estresse Térmico Cíclico (28 °C ⟶ 8 °C)
⟶ Padronização da Matriz para Inclusão de Gengibre/Hortelã

Fase 1 – Diagnóstico Tecnológico em Mel de M. subnitida: Alíquotas de 50 g de mel de Jandaíra receberam 15% (7,5 g) de semente cristalina triturada e 85% (42,5 g) de mel fluido. O sistema foi submetido a 30 minutos de cisalhamento manual em almofariz e mantido a 28 ± 2 °C por 15 dias para verificar a cinética de nucleação em matriz de alta umidade.
Fase 2 – Calibração de Processo em Sistema-Modelo: Para contornar a escassez de mel nativo e mapear os limites de processamento sem perdas da matéria-prima de maior valor, utilizou-se mel de Apis mellifera em delineamento fatorial avaliando:
Tratamento térmico: Mel cru (C) vs. mel submetido à liquefação térmica a 65–72 °C por 40 min em banho-maria (P) para inativação de leveduras e fusão de núcleos cristalinos irregulares prévios (SUBRAMANIAN et al., 2007; TOSI et al., 2004);
Dispersão mecânica: Homogeneização manual branda (M1 / S1) vs. cisalhamento em batedeira mecânica orbital (M5 / S2) durante 25–30 min. As amostras foram avaliadas visualmente quanto à separação de fases, sinérese e aeração em repouso ambiente (28 ± 2 °C).
Fase 3 – Termoestabilidade e Fixação da Matriz de Suporte: As combinações promissoras foram condicionadas sob refrigeração controlada (8 ± 2 °C), com homogeneizações brandas em dias alternados para direcionar a microcristalização (ZHANG et al., 2022). Avaliou-se a resistência mecânica da malha cristalina mediante exposição a 28 °C com subsequente retorno ao frio, definindo a janela reológica segura para a adição posterior de pós de Zingiber officinale e extratos de Mentha sp.

Resultados e Discussões

3.1 Cinética de Cristalização na Matriz de Melipona subnitida
O ensaio inicial com mel de Jandaíra manteve-se fluido durante todo o período de repouso, sem aumento detectável de viscosidade ou surgimento de centros de nucleação estáveis. Em méis de meliponíneos, os teores de água superiores a 20% (CAMARGO et al., 2017) deslocam o coeficiente de saturação da glicose. Como demonstrado por Bhandari, D'Arcy e Chow (1999), a nucleação de glicose monoidratada só avança espontaneamente quando a razão glicose/água supera 1,7; no mel nativo integral, essa razão situa-se significativamente abaixo do limiar, fazendo com que a energia livre de solvatação supere a atração eletrostática entre as moléculas de monossacarídeos à temperatura de 28 °C. Isso evidencia que o desenvolvimento de um preparado à base de mel de Jandaíra requer desumidificação parcial prévia controlada para possibilitar a fixação de compostos bioativos.
3.2 Otimização dos Parâmetros no Sistema-Modelo (Apis mellifera)
A investigação das variáveis operacionais no sistema-modelo evidenciou o impacto crítico das forças de cisalhamento e do pré-tratamento térmico:

Em temperatura ambiente (28 ± 2 °C), as amostras sofreram decantação física dos cristais inoculados devido à elevada taxa de solubilização térmica da glicose, impedindo a consistência cremosa contínua.

MECANISMO DE ESTRUTURAÇÃO DO PREPARADO FUNCIONAL

Matriz Liquefeita + Semente Fina (15%)
↓
Homogeneização Branda (M1) ⟶ Sem incorporação de oxigênio / Preservação bioativa
↓
Estocagem em Refrigeração (8 °C) ⟶ Sobressaturação e Baixa Mobilidade分子
↓
Rede Tridimensional Contínua ⟶ Fixação estável de Gengibre (pó) e Hortelã (extrato)
(Matriz Suporte do Preparado) sem colapso de fases nem sinérese

3.3 Estabelecimento da Matriz Reológica e Viabilidade dos Botânicos
A estocagem a 8 ± 2 °C desacelerou a cinética de difusão de solutos e aumentou a viscosidade contínua da fase líquida, culminando na formação de uma malha tridimensional ordenada de microcristais (DYCE, 1931; ZHANG et al., 2022). O produto alcançou coloração perolada, aspecto liso e consistência pastosa estável.
O ensaio de estresse térmico revelou que a matriz cremada apresenta termolabilidade plástica: ao atingir 28 °C, a fusão superficial da rede cristalina reduz a viscosidade aparente; contudo, a retomada da refrigeração (8 °C) regenera a textura sem segregação de fases. A consolidação dessa base microcristalina sob refrigeração fornece o substrato

reológico necessário para reter as partículas de gengibre em suspensão uniforme e solubilizar os voláteis de hortelã sem separação de fases (AL-HABSI et al., 2021). O protocolo define a rota metodológica para formulação do preparado no Setor de Meliponicultura da EAJ/UFRN.

Conclusão

A elaboração direta de um preparado cremoso com mel integral de Melipona subnitida inviabiliza-se em condições ambientes convencionais devido à sua elevada umidade (> 20%), sendo mandatória a padronização de etapas de desumidificação para alcançar a sobressaturação de glicose.
O estudo em sistema-modelo demonstrou que a homogeneização mecânica por agitação orbital compromete a integridade do produto pela excessiva aeração superficial, enquanto o cisalhamento brando manual preserva a estabilidade física da emulsão.
O binômio pasteurização (65–72 °C por 40 min) e estocagem refrigerada (8 ± 2 °C) estabeleceu o protocolo ótimo para consolidação da rede de microcristais estável.
A matriz cremosa obtida fornece a sustentação reológica e a conformidade físico-química exigidas para a subsequente ancoragem de gengibre (Zingiber officinale) e hortelã (Mentha sp.), estabelecendo as bases de engenharia de produto para a inovação e agregação de valor na cadeia meliponícola potiguar.

Referências

AL-HABSI, N. et al. Effect of honey type and crystallization temperature on the physical and chemical properties of creamed honey. Journal of Food Science and Technology, v. 58, n. 1, p. 235-244, 2021.
BHANDARI, B.; D'ARCY, B.; CHOW, S. Rheology of honey: Effect of temperature and moisture content on crystallization kinetics. Journal of Food Engineering, v. 39, n. 4, p. 403-410, 1999.
BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 16-17, 23 out. 2000.
CALDERONE, N. W. Creamed honey – theory. Ithaca: Dyce Laboratory for Honey Bee Studies, Cornell University, 2006.
CAMARGO, R. C. R. et al. Características físico-químicas do mel de abelha Jandaíra (Melipona subnitida Ducke) produzido no semiárido brasileiro. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 288-295, 2017.
CONFORTO, E. et al. Estudo reológico e microscópico da cristalização induzida em méis florais. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 20, e2016142, 2017.
DYCE, E. J. Crystallization of honey. 1931. 110 f. Tese (Doutorado em Apicultura) – Cornell University, Ithaca, 1931.
KUROISHI, A. M. et al. Avaliação da cristalização de mel utilizando parâmetros de cor e atividade de água. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 15, n. 1, p. 84-91, 2012.
SILVA, A. C. et al. Potencial biotecnológico e bioativo da incorporação de Zingiber officinale e Mentha spp. em matrizes alimentares apícolas. Ciência Rural, Santa Maria, v. 51, n. 8, e20200845, 2021.

SOUZA, B. A. et al. Composição centesimal e propriedades físico-químicas de méis de abelhas sem ferrão do semiárido potiguar. Acta Veterinaria Brasilica, Mossoró, v. 4, n. 3, p. 153-157, 2010.
SUBRAMANIAN, R. et al. Effect of thermal treatment on the quality and microstructural parameters of honey. Journal of Food Engineering, v. 81, n. 1, p. 108-115, 2007.
TOSI, E. et al. Honey processing: Influence of heating and air incorporation on crystal formation and hydroxymethylfurfural (HMF) accumulation. Food Chemistry, v. 88, n. 1, p. 49-55, 2004.
ZHANG, Y. et al. Formation and stability of creamed honey: Influence of seeding ratio and storage temperature. LWT - Food Science and Technology, v. 154, 112615, 2022.

Anexos



Foto do produto final

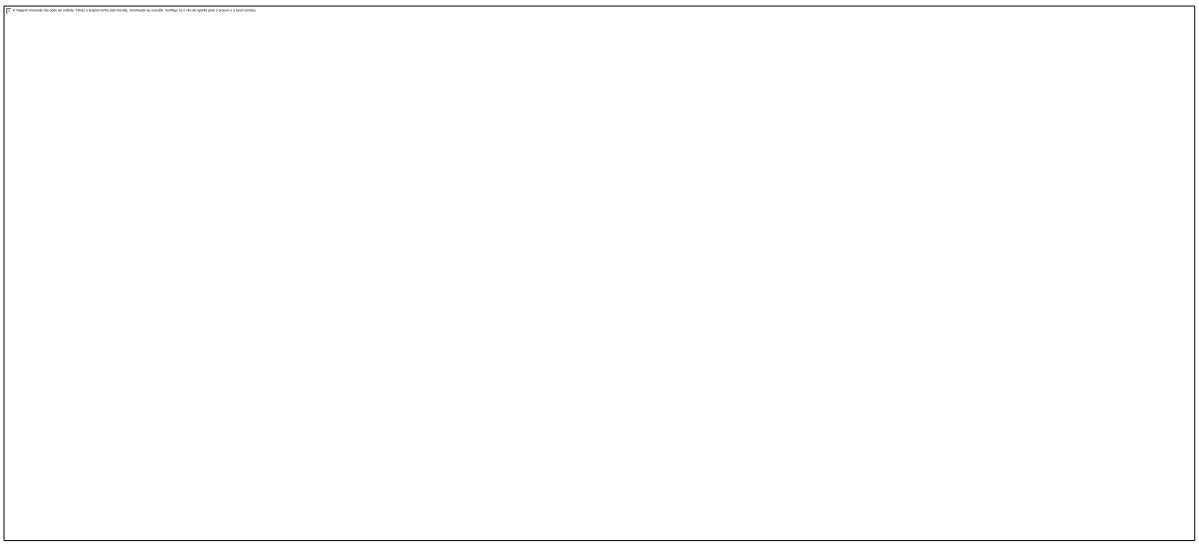


Tabela referente a investigação citada nos resultados e discussões

CÓDIGO: SB0413

AUTOR: ANDRÉ LUCAS CARDOSO LINHARES

ORIENTADOR: STELA ANTAS URBANO

TÍTULO: Viabilidade técnica e econômica do uso do coproduto da produção de etanol de milho (DDGS) na suplementação de ovinos Santa Inês terminados intensivamente a pasto.

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização de grãos secos de destilaria de milho (DDG) e de fontes proteicas tradicionais como alternativas ao farelo de soja na terminação intensiva a pasto de ovinos Santa Inês. Foram utilizados 36 ovinos machos da raça Santa Inês, com peso inicial médio de 18,0 ± 1,5 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições. Os tratamentos consistiram em concentrados contendo farelo de soja, farelo de algodão, farelo de glúten de milho 21 (FGM-21) ou DDG como fontes proteicas, fornecidos na proporção de 2,5% do peso corporal. Foram avaliados o peso final (PF), ganho de peso total (GPT), ganho médio diário (GMD) e custo por quilograma de ganho de peso (R$/kg de GP). O PF foi influenciado pelas fontes proteicas (P = 0,003), com diferença apenas entre os animais alimentados com DDG e FGM-21, enquanto aqueles que receberam farelo de algodão e farelo de soja não diferiram dos demais tratamentos. O GPT e o GMD também foram influenciados pelas fontes proteicas (P = 0,033), com diferença entre os animais alimentados com farelo de soja e FGM-21, enquanto DDG e farelo de algodão não diferiram dos demais tratamentos. O custo por quilograma de ganho de peso foi influenciado pelas fontes proteicas (P = 0,042), com diferença entre DDG e farelo de soja em relação ao farelo de algodão, enquanto FGM-21 não diferiu das demais fontes proteicas. Concluiu-se que, o DDG

Palavras-chave: desempenho produtivo; custo de produção; eficiência econômica; fontes

TITLE: Technical and economic feasibility of using the co-product from corn ethanol production (DDGS) for the supplementation of Santa Ines sheep finished intensively on pasture.

Abstract

The present study aimed to evaluate the technical and economic feasibility of using corn dried distillers' grains (DDG) and traditional protein sources as alternatives to soybean meal in the intensive pasture finishing of Santa Inês sheep. Thirty-six male Santa Inês sheep, with an average initial body weight of 18.0 ± 1.5 kg, were used and distributed in a completely randomized design, with four treatments and nine replicates. The treatments consisted of concentrates containing soybean meal, cottonseed meal, corn gluten meal 21 (CGM-21), or DDG as protein sources, supplied at 2.5% of body weight. Final body weight (FBW), total weight gain (TWG), average daily gain (ADG), and cost per kilogram of weight gain (R$/kg WG) were evaluated. FBW was influenced by protein sources (P = 0.003), with a difference only between animals fed DDG and CGM-21, while those receiving cottonseed meal and soybean meal did not differ from the other treatments. TWG and ADG were also influenced by protein sources (P = 0.033), with a difference between animals fed soybean meal and CGM-21, while DDG and cottonseed meal did not differ from the other treatments. Cost per kilogram of weight gain was influenced by protein sources (P = 0.042), with a difference between DDG and soybean meal compared with cottonseed meal, while CGM-21 did not differ from the other protein sources. It was concluded that DDG showed productive performance and cost per kilogram of weight gain similar to soybean meal, being recomme

Keywords: productive performance; production cost; economic efficiency; protein

Introdução

No cenário mundial, a criação de pequenos ruminantes tem apresentado uma mudança de paradigma, abandonando o cenário da subsistência e assumindo o conceito de atividade empresarial especializada e rentável (Mazzinghy et al. 2014). Num contexto global, considerando-se os rebanhos efetivos, a ovinocultura é liderada pela China, com cerca de 162 milhões de cabeças, seguida pela Austrália, com um pouco mais de 67 milhões de animais, e, em terceiro lugar, a Índia, com 63 milhões de cabeças (EMBRAPA, 2016). O Brasil, por outro lado, tem efetivo estimado em cerca de 20 milhões cabeças, distribuídas principalmente - cerca de 70% do total - na região nordeste do país (IBGE, 2023). Especificamente no Rio Grande do Norte, 770 mil cabeças de ovinos compõem o rebanho, posicionado o Estado na sétima colocação do ranking nacional e sexta posição no Nordeste, com destaque para as mesorregiões Oeste Potiguar - com 396 mil ovinos – e Central Potiguar - com 246 mil cabeças - segundo dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do IBGE (2023).

A posição destacada do Nordeste frente ao efetivo do rebanho ovino brasileiro se deve ao fato de as regiões semiáridas expressarem vocação natural para a criação de ovinos, fato que provavelmente decorre da caracterização climática da região e da adaptabilidade de tal espécie, que se mostra mais rústica que os bovinos, por exemplo, e instiga os produtores a investirem em sistemas de ciclo curto com foco na produção de carne. Desta feita, aplicações financeiras realizadas na cadeia produtiva da carne ovina, segundo Urbano et al. (2023), são justificadas pela boa aceitação que a carne de cordeiro apresenta em segmentos sofisticados, como o da alta gastronomia, reafirmando o potencial de comercialização em grande escala. Todavia, a cadeia encontra-se

desestruturada devido à falta de comunicação entre os elos que compõem o complexo, o que repercute na falta de padronização do produto final (Santos & Borges, 2019), resultando no abastecimento do mercado com carcaças sem o padrão de qualidade exigido pelo consumidor moderno.

Segundo Urbano et al. (2017), o aumento do consumo de carne ovina por brasileiros é imprescindível para consolidação da cadeia e está diretamente ligado à melhoria na qualidade do produto que chega ao consumidor, que atualmente é limitado pelo abastecimento do mercado com carcaças oriundas de animais com idade avançada, o que compromete aspectos físicos, químicos e sensoriais da carne. Neste sentido, é necessário desenvolver estratégias de manejo focadas na redução da idade ao abate e na intensificação da produção de animais jovens, a fim de ofertar carne de qualidade e em quantidade ao mercado, atraindo novos consumidores e fidelizando os antigos.

Face à nova exigência do mercado, o sistema de produção de cordeiros em confinamento passou a ser utilizado com o objetivo de diminuir a idade ao abate, melhorar a qualidade das carcaças produzidas e intensificar a produção de carne ovina. Entretanto, o emprego de “commodities agrícolas” como ingredientes tradicionais da alimentação animal eleva os custos dos concentrados utilizados pelos produtores, diminuindo a margem de lucro da atividade pecuária quando desenvolvida em confinamento (Urbano et al., 2016). Considerando ainda que a região Nordeste não figura entre as maiores produtoras de grãos do Brasil e, como consequência, insumos e ingredientes são comercializados a preços consideravelmente elevados, a produção de ovinos em confinamento pode comprometer a viabilidade econômica dos sistemas de produção. Por este motivo e com base nos indicadores econômicos, Barros et al. (2009) recomendaram a terminação de ovinos a pasto sem, contudo, deixar de enaltecer a necessidade de elevar a eficiência de produção.

A associação da pastagem com suplementação concentrada entrega resultados satisfatórios no desempenho de ovinos, conforme relatado por Carvalho et al. (2019), Gurgel et al. (2018) e Urbano et al. (2023), de modo que já se assume a terminaçã

Metodologia

O presente projeto foi submetido à avaliação junto à Comissão de Ética no Uso de Animais da UFRN, estando protocolado, aprovado e certificado sob número 063/2024. Todas as práticas de manejo animal seguiram as recomendações do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) para a proteção dos animais usados para experimentação animal e outros fins científicos.

O estudo foi realizado na área experimental do Grupo de Estudos em Forragicultura e Produção de Ruminantes (GEFORP), situada na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, em Macaíba-RN (5°51’30” Sul e 35°21’14” Oeste).

Foram utilizados 36 ovinos machos da raça Santa Inês, oriundos do plantel do GEFORP, com peso inicial médio de 18,0 ± 1,5 kg e idade inicial média de 90 ± 10 dias, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos e nove repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes fontes

proteicas como ingredientes do suplemento concentrado, quais sejam: farelo de soja, farelo de algodão, farelo de glúten de milho 21 e grãos secos de destilaria de milho (DDG).

Ao início do período experimental, os animais foram identificados com colares de cores diferentes para cada tratamento e, após receberem vacinas contra raiva e clostridioses e tratamento contra endo e ectoparasitas, passaram por 14 dias de adaptação ao manejo e instalações experimentais.

Durante todo o período experimental (incluindo o período de adaptação), os animais foram mantidos em pastagens de capim-massai (Megathyrsus maximus cv. Massai), das 08:00h às 16:00h, quando eram recolhidos às baias individuais, onde recebiam suplemento em quantidade equivalente a 2,5% do peso corporal, com base na matéria seca.

O concentrado fornecido foi constituído por milho em grão moído, farelo de soja ou farelo de algodão ou farelo de glúten de milho 21 ou DDG de milho, ureia, sal comum e mistura mineral, nas proporções do respectivo tratamento (Tabela 1), de modo a atender as exigências preconizadas pelo NRC (2007) para o atendimento das exigências nutricionais de mantença de ovinos em crescimento, permitindo ganhos médios diários de 100 g/dia. Os concentrados foram formulados para serem isonitrogenados (19% de proteína bruta), sendo ajustados com ureia e sulfato de amônio em virtude dos diferentes percentuais de proteína bruta das fontes proteicas alternativas ao farelo de soja.

Tabela 1. Composição percentual do suplemento concentrado.

Ingredientes

% na mistura (com base na MS[1])

Fonte de proteína no concentrado

DDG2

FGM-213

Farelo de algodão

Farelo de soja

Milho grão moído

70,4

70,0

70,4

72,0

Farelo de soja

0

0

0

23,0

Farelo de algodão

0

0

23,0

0

FGM-21

0

23,0

0

0

DDG de milho

23,0

0

0

0

Ureia + SA4

2,6

3,0

2,6

1,0

Cloreto de sódio

1,5

1,5

1,5

1,5

Mistura mineral

2,5

2,5

2,5

2,5

Proteína bruta (%)

19,2

19,0

19,2

19,3

[1]Matéria seca; 2DDG de milho; 3Farelo de glúten de milho 21; 4Mistura de ureia e sulfato de amônio na proporção de 9:1.

Para acompanhamento da evolução do peso dos animais, ajuste da oferta de suplemento e cálculo de ganho médio diário, os animais foram pesados no início do período experimental e a cada 14 dias, até o final do experimento, sempre pela manhã, antes de serem conduzidos aos piquetes. O ganho de peso total (GT) foi obtido pela diferença entre o peso final (PF) e peso inicial (PI): GT = (PF - PI) e a estimativa de ganho médio diário (GMD) foi dada através da relação entre o GT e o número de dias referente ao período experimental, excluindo-se o período de adaptação.

Para avaliação econômica das fontes proteicas, foi calculado o custo por quilograma de ganho de peso (R$/kg de GP), considerando o custo do concentrado fornecido e o ganho de peso dos animais durante o período experimental.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade, através do programa estatístico SAS (2009), considerando o modelo matemático:

$Yij = \mu + Fi + \varepsilon ijk$, em que:

Yij = valor observado;

μ = média geral do experimento;

Fi = Efeito fixo da fonte de proteína (i = 1, 2, 3,4);

εij = erro experimental aleatório.

Resultados e Discussões

O peso final dos ovinos diferiu (P = 0,003) em função da fonte de proteína utilizada como ingrediente no concentrado. Os animais alimentados com concentrado contendo grãos secos de destilaria (DDG) diferiram apenas daqueles alimentados com glúten de milho (FGM-21). Enquanto os animais que receberam farelo de soja e farelo de algodão não diferiram do DDG e FGM-21 (Tabela 2).

Tabela 2. Viabilidade técnica e econômica do uso de fontes proteicas alternativas ao farelo de soja na dieta de ovinos Santa Inês terminados intensivamente em pasto de capim-massai.

Variáveis

Fonte de proteína no concentrado (%)

CV6 (%)

P-valor

DDG1

FGM-212

Farelo de algodão

Farelo de soja

PF (kg)3

43,863a

38,650b

39,325ab

42,738ab

8,005

0,003

GPT (kg)4

10,575ab

6,788b

7,688ab

11,825a

35,725

0,033

GMD (kg)5

0,176ab

0,113b

0,128ab

0,197a

35,719

0,033

R$/kg de GP

6,304b

7,197ab

8,903a

6,329b

54,172

0,042

1DDG de milho; 2Farelo de glúten de milho; 3Peso final; 4Ganho de peso total; 5Ganho médio diário; 6Coeficiente de variação. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O ganho de peso total (GPT) foi influenciado (P = 0,033) pela fonte de proteína utilizada, com diferença apenas entre os animais alimentados com farelo de soja e FGM-21, enquanto aqueles alimentados com DDG e farelo de algodão não diferiram dos demais tratamentos.

Para o ganho médio diário (GMD), foram observados resultados semelhantes aos verificados para o GPT. Dessa forma, houve efeito dos tratamentos (P = 0,033), com diferença apenas entre os animais alimentados com farelo de soja e FGM-21. Os animais alimentados com DDG e farelo de algodão não diferiram dos demais tratamentos. Yin et al. (2024), ao avaliarem fontes proteicas em substituição ao farelo de soja na dieta de cordeiros em crescimento, também não observaram diferenças no GPT e GMD em animais alimentados com farelo de algodão, DDG e farelo de soja, corroborando os resultados observados no presente estudo.

O maior GPT e GMD observados nos animais alimentados com farelo de soja, em comparação ao tratamento contendo FGM-21, seguem um padrão de resposta semelhante ao observado por Segers et al. (2013), que, ao avaliarem fontes alternativas de proteína e energia na recria de bovinos de corte, observaram maior GMD em animais alimentados com DDG e com uma combinação de farelo de soja e milho, em comparação àqueles que receberam FGM. Os autores também demonstraram que o DDG pode substituir parcialmente fontes convencionais, como o farelo de soja e o milho, sem comprometer o desempenho animal. Dessa forma, embora conduzidos com espécies e dietas distintas, os resultados de Segers et al. (2013) corroboram a tendência observada no presente estudo com ovinos de corte, na qual o tratamento contendo FGM-21 esteve associado aos menores valores de PF, GPT e GMD, enquanto o DDG apresentou desempenho semelhante ao farelo de soja.

O menor desempenho dos animais alimentados com FGM-21 pode estar relacionado às características nutricionais dessa fonte. Alves et al. (2007), ao avaliarem o FGM-21 em vacas em lactação, observaram que sua inclusão alterou a composição nutricional das dietas, embora níveis de até 16% da MS não tenham comprometido o desempenho dos animais. Assim, a menor resposta observada no presente estudo pode estar associada à menor concentração de proteína bruta e maior participação de componentes fibrosos no FGM-21 em relação ao farelo de soja

Houve efeito (P = 0,042) do ingrediente utilizado como fonte proteica sobre o custo por quilograma de ganho de peso (R$/kg de GP), com diferença entre os animais alimentados com DDG e farelo de soja em relação ao farelo de algodão, enquanto aqueles alimentados com FGM-21 não diferiram das demais fontes proteicas. De maneira geral, os animais alimentados com farelo de soja, DDG e farelo de algodão apresentaram desempenho produtivo semelhante, enquanto o FGM-21 resultou em menor desempenho. Entretanto, essa menor resposta produtiva não se refletiu em aumento do R$/kg de GP, uma vez que o FGM-21 não diferiu das demais fontes. Assim, a escolha da fonte proteica deve considerar conjuntamente o desempenho produtivo e a eficiência econômica, bem como a cotação e o preço de aquisição dos ingredientes no momento da formulação das dietas. Nesse contexto, o DDG pode representar uma alternativa interessante ao farelo de soja, especialmente quando seu preço de aquisição favorecer menor R$/kg de GP sem comprometer o desempenho dos animais.

Conclusão

O DDG destacou-se por apresentar desempenho produtivo e custo por quilograma de ganho de peso semelhantes aos do farelo de soja, sendo, portanto, recomendado como fonte alternativa de proteína na terminação de ovinos de corte Santa Inês.

Referências

ALVES, A. C. N.; MATTOS, W. R. S.; SANTOS, F. A. P.; LIMA, M. L. P.; PAZ, C. C. P.; PEDROSO, A. M. Substituição parcial de silagem de milho por farelo de glúten de milho

desidratado na alimentação de vacas holandesas em lactação. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 5, p. 1590-1597, 2017.

CARVALHO, D.; PORTELLA, M.; MENEZES, L.; RUFINO JUNIOR, J.; BRAGA, C.; TERRES, L.; SOARES, J. Suplementação energética, proteica ou múltipla para ovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade. Boletim de Indústria Animal, v. 76, e1448, 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Sistema de Produção de Caprinos e Ovinos no Nordeste Brasileiro. Importância Econômica da Produção de Caprinos e Ovinos no Nordeste Brasileiro. 2016.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; ROBERTO, F. F. S.; DANTAS, J. L. S. Suplementação estratégica para animais em pasto. Pubvet, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2021. Disponível em: <https://ibge.gov.br/estatisticas/econômicas/agricultura-e-pecuária/-censo-agropecuário>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

MAZZINGHY, C.L.; ALMEIDA, K.S.; CASTRO, R.S.; VESCHI, J.L.A.; SILVA, M.A.G.S. Maedi-Visna em ovinos - revisão de literatura. Revista Científica de Medicina Veterinária, v. 12, n. 23, p. 1-21, 2014.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. p. 29–44. In: Medeiros, S. R.; Marino, C. T. Nutrição Animal. EMBRAPA, Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requeriments of small ruminants. 1. ed. Washington, DC, USA: NAP, 362p., 2007.

SANTOS, L. L.; BORGES, G. R. Fatores que influenciam no consumo de carne ovina. Consumer Behavior Review, v. 3, n. 1, p. 42-56, 2019.

SEGERS, J. R.; STELZENI, A. M.; PRINGLE, T. D.; FROETSCHEL, M. A.; ROSS, C. L.; STEWART, R. L. Use of corn gluten feed and dried distillers grains plus solubles as a replacement for soybean meal and corn for supplementation in a corn silage-based stocker system. Journal of Animal Science, v. 91, n. 2, p. 950-956, 2013.

SILVA, H. J. T.; SANTOS, P. F. A.; NOGUEIRA JUNIOR, E. C.; VIAN, C. E. D. F. Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil. Revista de Política Agrícola, v.29, n.1, 142, 2020.

SPEROTTO, F. C. S.; BRANDÃO, F. J. B.; LEITE, A. DE L.; PADILHA, P. DE M.; BIAGGIONI, M. A. M. Caracterização química e proteômica dos grãos secos de destilaria com solúveis (ddgs) de milho. Energia na agricultura, v. 33, n. 1, p. 87–91, 2018.

URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; BISPO, S. V.; SILVA. E. C.; SUASSUNA, J. M. A.; OLIVEIRA, J. P. F. Gérmen integral de milho em substituição ao milho na dieta de ovinos Santa Inês: características de carcaça e composição tecidual. Acta Veterinaria Brasilica, v. 10, n. 2, p. 165-171, 2016.

URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; RANGEL, A. H. N.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ANDRADE, R. P. X.; NOVAES, L. P. Lamb feeding strategies during the pre-weaning period in intensive meat production systems. Tropical and Subtropical Agroecosystems, v. 20, n. 1, 2017.

URBANO, S. A.; RODRIGUES, J. C. N.; RIBEIRO, P. H. C.; SILVA, Y. D. S.; SILVA, R. F.; EMERENCIANO NETO, J. V.; RANGEL, A. H. D. N.; OLIVEIRA, J. P. F.; MEDEIROS, H. R. Nutrient intake, performance, carcass characteristics, meat quality, and cost analysis of sheep submitted to intermittent supplementation on masai grass pastures. Animals, v. 13, 1267-1278, 2023.

YIN, X.; CHEN, M.; YANG, C.; DUAN, C.; JI, S.; YAN, H.; LIU, Y.; ZHANG, Y. Effects of replacing soybean meal with cottonseed meal, peanut meal, rapeseed meal, or distillers' dried grains with solubles on the growth performance, nutrient digestibility, serum parameters, and rumen fermentation in growing lambs. Veterinary Sciences, v. 11, n. 7, 322, 2024.

Anexos

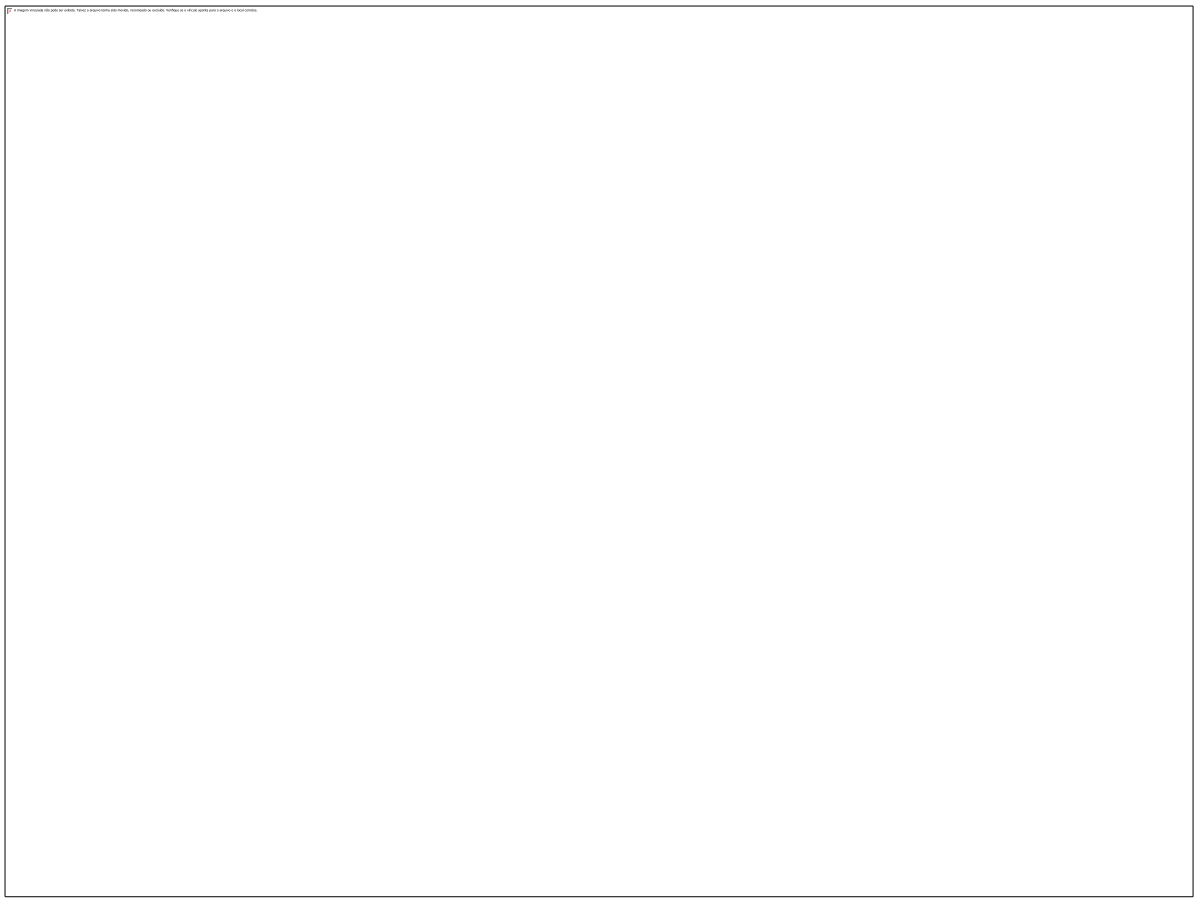


Tabela 1. Composição percentual do suplemento concentrado.

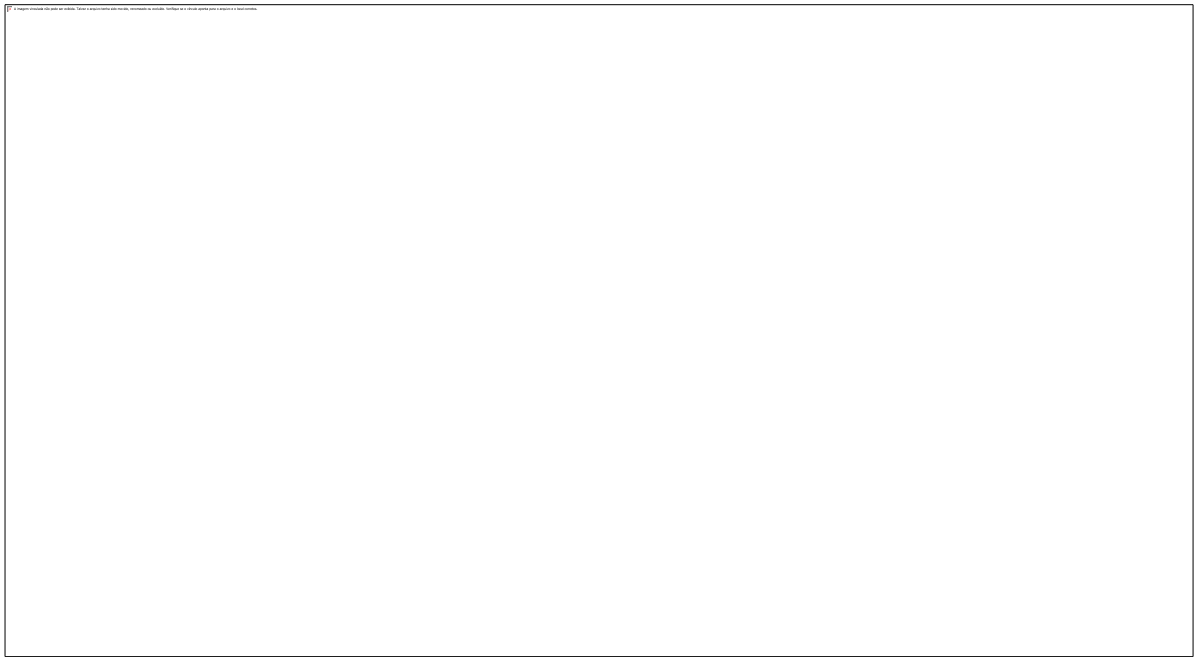


Tabela 2. Viabilidade técnica e econômica do uso de fontes proteicas alternativas ao farelo de soja na dieta de ovinos Santa Inês terminados intensivamente em pasto de capim-massai.

CÓDIGO: SB0457

AUTOR: MARIA JESSICA SANTOS SALGADO

ORIENTADOR: JULIETE DE LIMA GONCALVES

TÍTULO: Efeito de diferentes níveis de suplementação proteica sobre as medidas morfométricas da carcaça de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper, em pastagem cultivada

Resumo

A alimentação é um dos principais fatores que influenciam o desempenho e as características da carcaça de cordeiros, sendo a suplementação concentrada uma estratégia utilizada em sistemas de produção a pasto. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de suplementação proteica sobre as medidas morfométricas da carcaça de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper mantidos em pastagem cultivada. Foram utilizados 18 cordeiros machos castrados, com aproximadamente quatro meses de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições, recebendo suplementação concentrada com 15%, 20% e 25% de proteína bruta. Após 90 dias de período experimental, os animais foram abatidos e as medidas morfométricas das carcaças foram avaliadas antes e após 24 horas de refrigeração a 4 °C. Os dados foram submetidos à análise estatística, adotando-se 5% de significância. Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre os níveis de suplementação proteica para as medidas de comprimento externo e interno da carcaça, profundidade do tórax, comprimento da perna, perímetro da coxa, largura e perímetro da garupa, perímetro e largura do tórax. A suplementação concentrada com 15% de proteína bruta pode ser utilizada em cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper mantidos em pastagem cultivada, sem comprometer as características morfométricas das carcaças

Palavras-chave: carcaça; cordeiros; desempenho; morfometria; suplementação

TITLE: Effect of different levels of protein supplementation on carcass morphometricmeasurements of Santa Inês x Dorper crossbred lambs on cultivated pasture

Abstract

Nutrition is a key factor influencing the performance and carcass characteristics of lambs, with supplementation serving as a common strategy in pasture-based

production systems. This study aimed to evaluate the effect of different levels of protein supplementation on the carcass morphometric measurements of Santa Inês × Dorper crossbred lambs raised on cultivated pasture. Eighteen castrated male lambs, approximately four months old, were assigned to a randomized design with three treatments and six replicates, receiving supplements containing 15%, 20%, and 25% crude protein. After a 90-day experimental period, the animals were slaughtered, and carcass morphometric measurements were evaluated both before and after 24 hours of chilling at 4°C. Data were subjected to statistical analysis, with a significance level of 5% adopted. No differences ($p > 0.05$) were observed among protein supplementation levels regarding external and internal carcass length, chest depth, leg length, thigh circumference, rump width and circumference, and thoracic circumference and width. Supplementation with 15% crude protein is suitable for Santa Inês × Dorper crossbred lambs raised on cultivated pasture without compromising carcass morphometric characteristics.

Keywords: carcass; lambs; performance; morphometry; supplementation.

Introdução

A ovinocultura de corte é importante para o Nordeste brasileiro, contribuindo para a geração de renda e apresentando boa adaptação às condições semiáridas. A região concentra 73,52% do rebanho ovino nacional (IBGE, 2024). Apesar disso, o consumo de carne ovina no Brasil ainda é baixo, com 520 g per capita (FAO, 2024), reforçando a necessidade de investir na qualidade, padronização e maciez da carne de cordeiro. Os cordeiros constituem uma categoria ovina que apresenta características favoráveis à sua aceitação pelo mercado consumidor, especialmente em razão das características da carcaça e da qualidade da carne. Nesse contexto, a avaliação da carcaça é relevante para a produção de carne ovina, pois permite analisar aspectos relacionados à sua conformação, composição e qualidade. A conformação e a condição corporal dos animais podem ser avaliadas por meio de medidas morfológicas realizadas tanto no animal vivo quanto após o abate, incluindo aspectos relacionados à quantidade de músculo e tecido adiposo (Pinheiro e Jorge, 2010). As medidas morfométricas podem variar em função de fatores como grupo genético, sexo, idade, estado fisiológico e nutrição (Paula et al., 2017). Além disso, as características relacionadas à qualidade, ao rendimento e à composição da carne da carcaça apresentam correlação com as medidas morfométricas, permitindo estimar determinadas características físicas (Bautista-Díaz et al., 2017). Nesse sentido, a morfometria constitui uma ferramenta importante para a avaliação das características dos animais e das carcaças, possibilitando comparações entre diferentes tipos raciais, pesos, idades de abate e sistemas de alimentação. As correlações existentes entre as medidas morfométricas, outras características e os tecidos constituintes da carcaça permitem estimar características quantitativas e qualitativas desses tecidos, reduzindo a necessidade do oneroso processo de dissecação (Porto et al., 2012). A produção brasileira de carne ovina vem ganhando destaque, acompanhada pela busca por animais mais eficientes e adaptados, visando maior rentabilidade dos sistemas produtivos (Manzoni et al., 2017). O ciclo

produtivo acelerado, marcado pelo abate precoce, antes dos seis meses de idade, também tem contribuído para esse crescimento (Moreira et al., 2022). Nesse processo, a alimentação representa um dos principais fatores relacionados à velocidade de crescimento dos animais (Ávila, 2010). No Nordeste brasileiro, a criação de ovinos ocorre predominantemente em sistemas de pastejo, com maior utilização de pastagens naturais ou cultivadas de sequeiro. Entretanto, a adoção de práticas de manejo voltadas à redução da idade ao abate apresenta limitações nesses sistemas, pois o ganho de peso por animal e por área depende fortemente da disponibilidade de forragem, da capacidade de lotação das pastagens e da qualidade do alimento disponível (Selaive-Villarroel & Costa, 2014). Nesse contexto, estratégias nutricionais podem ser utilizadas em conjunto com pastagens cultivadas ou naturais. Entre essas estratégias, destacase a utilização de suplementos concentrados, apontada como importante para a sustentabilidade de sistemas produtivos baseados em pastagens e como alternativa para questões relacionadas ao desempenho de animais mantidos em pastagens cultivadas tropicais (Gurgel et al., 2018). A alimentação e a suplementação nutricional influenciam as características da carcaça e da carne de ovinos, tornando o manejo nutricional essencial para atender às exigências do mercado (Farias et al., 2014). Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de suplementação proteica sobre as medidas morfométricas da carcaça de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper em pastagem cultivada.

Metodologia

Local e período experimental

As carcaças de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper mantidos em pastagem cultivada, utilizadas para a avaliação dos efeitos de diferentes níveis de suplementação proteica sobre as medidas morfométricas, foram obtidas a partir de um experimento anterior, realizado no SEPER – Setor de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pequenos Ruminantes, da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (EAJ), localizada no Campus de Macaíba da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). O projeto foi conduzido no período de setembro de 2025 a agosto de 2026, no qual foram avaliados os dados das medidas morfométricas de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper mantidos em pastagem cultivada.

Animais experimentais e tratamentos

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRN, sob o protocolo nº 003/2022. Para a obtenção das carcaças destinadas à realização das medidas morfométricas, foram utilizados 18 cordeiros desmamados, machos castrados, mestiços das raças Santa Inês × Dorper, com aproximadamente quatro meses de idade. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado, constituído por três tratamentos e seis repetições por tratamento, com diferentes níveis de suplementação proteica: T1 - suplementação concentrada

com 15% de proteína bruta (PB); T2 - suplementação concentrada com 20% de PB; e T3 - suplementação concentrada com 25% de PB. A dieta concentrada foi formulada de acordo com o NRC (2007), para ovinos com ganho de peso de 150 g/dia. O concentrado foi composto por milho, soja, calcário, fosfato bicálcico e sal mineral (Tabela 1). O sistema de produção adotado foi o semi-intensivo, com os animais mantidos em pastejo em pastagem de Brachiaria durante o dia. Ao final da tarde, os animais eram recolhidos e agrupados em um galpão coberto, em baias coletivas providas de comedouro e bebedouro. Os grupos foram mantidos de forma homogênea, com a mesma proporção de machos e fêmeas. Antes do início do período experimental, os animais foram identificados com brincos numerados, pesados, vermifugados, vacinados contra clostridioses e submetidos a um período de adaptação de sete dias às instalações e às dietas.

Abate e avaliação das características morfométricas

Após 90 dias de período experimental, os animais foram abatidos mediante insensibilização por concussão cerebral, seguida de sangria pela secção da artéria carótida e da veia jugular, esfola e evisceração. Após o abate, foram realizadas as medidas morfométricas nas carcaças quentes, de acordo com a metodologia descrita por Sañudo & Sierra (1986), utilizando hipômetro e fita métrica. Foram determinadas as medidas de comprimento externo da carcaça, comprimento interno da carcaça, profundidade do tórax, comprimento da perna, perímetro da coxa, largura da garupa, perímetro da garupa, perímetro do tórax e largura do tórax. Após as avaliações na carcaça quente, as carcaças foram pesadas e transportadas para uma câmara de refrigeração, onde permaneceram por 24 horas à temperatura de 4 °C. Após esse período, foram novamente realizadas as mesmas medidas morfométricas nas carcaças frias.

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições. Para todas as análises, foi utilizado o software GraphPad Prism® versão 9.3 para Windows (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA). Os dados foram expressos como média ± erro padrão. A normalidade dos resíduos foi avaliada pelo teste de Shapiro–Wilk, e a homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett. Os parâmetros das medidas morfométricas dos cordeiros foram comparados por meio de análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey, quando atendidos os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias. Quando esses pressupostos não foram atendidos, os dados foram analisados pelo teste de Kruskal–Wallis, seguido pelo teste de Dunn. Para todas as análises, adotou-se nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Resultados e Discussões

As medidas morfométricas das carcaças dos cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper não foram influenciadas ($p > 0,05$) pelos diferentes níveis de

suplementação proteica no concentrado (15%, 20% e 25%) (Tabela 2). A ausência de efeito dos diferentes níveis de suplementação proteica sobre as medidas morfométricas da carcaça pode estar relacionada ao consumo de proteína pelos animais, uma vez que estes permaneceram grande parte do período experimental em pastagem, cujo consumo não foi mensurado. Dessa forma, não é possível determinar se os cordeiros que receberam o menor nível de suplementação proteica no concentrado compensaram a menor oferta de proteína por meio de maior ingestão de forragem. Assim, a ausência de mensuração do consumo de forragem impossibilita estimar o consumo total de proteína e, consequentemente, estabelecer com precisão a quantidade efetivamente ingerida pelos animais de cada tratamento. Os ovinos apresentam comportamento alimentar bastante seletivo, preferindo folhas a caules e material suculento a seco (Monteiro et al., 2006). Essa característica permite que selecionem dietas com valores nutricionais mais elevados do que aqueles apresentados pela pastagem como um todo. Nesse sentido, Costa et al. (2014), ao trabalharem com ovinos terminados em pastagem de caatinga durante o período chuvoso, relataram que a quantidade de nutrientes presentes nas forrageiras nesse período é elevada e está disponível aos animais, favorecendo a ingestão de nutrientes em razão da capacidade dos ovinos de selecionar as frações mais digestíveis. No presente estudo, os cordeiros que receberam o menor nível de proteína bruta no concentrado (15%) podem ter utilizado essa estratégia de seleção da dieta, não ocorrendo, assim, limitação no consumo de proteína e, consequentemente, comprometimento do atendimento de suas exigências proteicas. Dessa forma, a menor concentração de proteína no concentrado não teria limitado o crescimento e o desenvolvimento dos animais e, consequentemente, as medidas morfométricas das carcaças. Além dos fatores relacionados à dieta, é importante considerar que as medidas morfométricas da carcaça são características que podem ser influenciadas por fatores intrínsecos aos animais, especialmente o genótipo, o sexo e a idade. Nesse sentido, Koritiaki et al. (2012), ao avaliarem o efeito do sexo sobre as medidas morfométricas, observaram superioridade dos machos em relação às fêmeas. Gois et al. (2018) também verificaram que a idade promove maior variação entre as medidas morfométricas avaliadas, sendo que a influência do sexo se acentua com o aumento da idade, com os machos apresentando valores superiores aos das fêmeas. Esses resultados reforçam que as medidas morfométricas estão relacionadas ao crescimento e ao desenvolvimento corporal dos animais e podem apresentar maior resposta às características genéticas e aos fatores ligados à idade e ao sexo do que aos diferentes níveis de suplementação proteica. A influência do genótipo sobre as medidas morfométricas também foi evidenciada por Ferreira et al. (2016), que observaram diferenças ($p < 0,05$) entre genótipos para largura da garupa (LG), largura do tórax (LT), perímetro da garupa (PG) e perímetro da perna (PP), enquanto o comprimento externo da carcaça (CEC) e a profundidade externa do tórax (PET) foram iguais ($p > 0,05$). Dessa forma, a ausência de diferenças nas medidas morfométricas observada no presente estudo pode estar associada, além da possível similaridade na disponibilidade e no consumo de proteína, à uniformidade genética dos animais avaliados, todos provenientes do cruzamento Santa Inês × Dorper, bem como o mesmo sexo e à uniformidade quanto a idade dos cordeiros. De maneira geral, a ausência de variação nas medidas da carcaça também pode estar relacionada à similaridade do nível

energético das dietas, que proporcionou, por sua vez, semelhança nos pesos ao abate e nos pesos de carcaça entre os tratamentos (Silva et al., 2015). Assim, os resultados indicam que, nas condições do presente estudo, os diferentes níveis de suplementação proteica no concentrado não foram suficientes para promover alterações nas medidas morfométricas das carcaças.

Conclusão

Os diferentes níveis de suplementação proteica no concentrado (15%, 20% e 25%) não influenciaram as medidas morfométricas das carcaças de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper mantidos em pastagem cultivada. A suplementação concentrada com 15% de proteína bruta pode ser utilizada sem comprometer as características morfométricas das carcaças.

Referências

ÁVILA, C.J.C. Produção de carne ovina. Tese de doutorado, Universidade Federal de Pelotas, 638 Pelotas, 60p, 2010.

BAUTISTA-DÍAZ, E. et al. Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. Small Ruminant Research, 147, 115-119. 2017. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

COSTA, H. A. A. et al. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos terminados em pastagem nativa da Caatinga submetidos a diferentes suplementações de sal mineral. In: IX CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2014, Ilhéus. Anais... Ilhéus: Bahia, 2014. p. 1660 - 1662. FAO – FOOD AND AGRICULTURE

ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Faostat: Dados. 2024. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

FARIAS, J. A. et al. Performance of the Santa Ines breed raised on pasture in semiarid. Topical Animal Health and Production. n. 46, p. 1249-1256, 2014.Disponível em: .Acesso em: 27 ago. 2026.

FERREIRA, R. C. et al. Biometria, morfometria e composição regional da carcaça de caprinos e ovinos de diferentes genótipos. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 11, n. 3, p. 253-258, 2016. Disponível em: .Acesso em: 27 ago. 2026.

GOIS, G. C. et al. Qualidade da carne de ovinos de diferentes pesos e condição sexual. Pubvet, Maringá, v. 12, n. 5, p. 1-9, 2018.Disponível em:.Acesso em: 27 ago. 2026.

GURGEL, A.L.C. et al. Suplementação estratégica para animais em pasto. Pubvet, v. 12, p. 147, 2018. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da

Pecuária Municipal 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

KORITIAKI, N. A. et al. Fatores que afetam o desempenho de cordeiros Santa Inês puros e cruzados do nascimento ao desmame. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 13, n. 1, p. 258-270, 2012.Disponível em: .A cesso em: 27 ago. 2026.

MANZONI, V.G. et al. Eficiência produtiva de ovelhas com diferentes características conformacionais sob pastejo. Ciência Animal Brasileira, v.18, e-41123, 2017. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

MONTEIRO, A. L. G.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A. Pastagens para ovinos. 2006. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/?noticiaID=22&actA=7&areaID=3&secao ID=29>>. Acesso em: 27 ago. 2026. MOREIRA, Y. R. et al. Performance and morphometric characteristics of Santa Inês sheep and Texel × Santa Inês lambs on pasture. Scientia Agraria Paranaensis, Marechal Cândido Rondon, v. 21, n. 3, p. 269-277, jul./set. 2022. Disponível em: https://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/pt_BR/article/view/29868/22353. Acesso em: 27 ago. 2026.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requeriments of sheep. National Academy Press: Washington, DC, 292p, 2007. PAULA, D. C.; MACEDO, V. H. M.; SIMIONI, T. A. Características da carne na terminação de cordeiros em pastagens tropicais com suplementação Carcaça, desempenho, ovinos, raça, alimentação. Nutritime Revista Eletrônica, Viçosa, v. 14, n. 5, p. 7053-7066, 2017. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M. Medidas biométricas obtidas in vivo e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. Revista Brasileira de Zootecnia, 39, 440-445. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

PORTO, P. P. et al. Aspectos quantitativos da carcaça de cordeiros mestiços suplementados com silagem de milho ou milheto. Synergismus scyentifica, v. 7, n. 1, p. 1-3, 2012. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

SAŃUDO, C., SIERRA, I. Calidad de la canal en la especie ovina. Ovino, n. 1, p. 127-153, 1986. SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; COSTA, R.G. Sistemas de produção de ovinos na região Nordeste do Brasil. In: SELAIVE, A.V.; OSÓRIO, J.C.S. (eds.) Produção de ovinos no Brasil. São Paulo: Roca, P. 130 – 138, 2014. SILVA, D. L. S. da. et al. Viabilidade econômica e morfometria das características corporais e de carcaça de ovinos alimentados com torta de girassol. Acta Veterinaria Brasilica, v. 9, n. 4, p. 306-315, 2015. Disponível em:. Acesso em: 27 ago. 2026.

Pelotas, 638 Pelotas, 60p, 2010. BAUTISTA-DÍAZ, E. et al. Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. Small Ruminant Research, 147, 115-119. 2017. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

COSTA, H. A. A. et al. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos

terminados em pastagem nativa da Caatinga submetidos a diferentes suplementações de sal mineral. In: IX CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2014, Ilhéus. Anais... Ilhéus: Bahia, 2014. p. 1660 - 1662. FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Faostat: Dados. 2024. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

FARIAS, J. A. et al. Performance of the Santa Ines breed raised on pasture in semiarid. Topical Animal Health and Production. n. 46, p. 1249-1256, 2014.Disponível em: .Acesso em: 27 ago. 2026.

FERREIRA, R. C. et al. Biometria, morfometria e composição regional da carcaça de caprinos e ovinos de diferentes genótipos. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 11, n. 3, p. 253-258, 2016. Disponível em: .Acesso em: 27 ago. 2026.

GOIS, G. C. et al. Qualidade da carne de ovinos de diferentes pesos e condição sexual. Pubvet, Maringá, v. 12, n. 5, p. 1-9, 2018.Disponível em:.Acesso em: 27 ago. 2026.

GURGEL, A.L.C. et al. Suplementação estratégica para animais em pasto. Pubvet, v. 12, p. 147, 2018. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da Pecuária Municipal 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

KORITIAKI, N. A. et al. Fatores que afetam o desempenho de cordeiros Santa Inês puros e cruzados do nascimento ao desmame. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 13, n. 1, p. 258-270, 2012.Disponível em: .A cesso em: 27 ago. 2026.

MANZONI, V.G. et al. Eficiência produtiva de ovelhas com diferentes características conformacionais sob pastejo. Ciência Animal Brasileira, v.18, e-41123, 2017. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

MONTEIRO, A. L. G.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A. Pastagens para ovinos. 2006. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/?noticiaID=22&actA=7&areaID=3&secao ID=29>>. Acesso em: 27 ago. 2026.

MOREIRA, Y. R. et al. Performance and morphometric characteristics of Santa Inês sheep and Texel × Santa Inês lambs on pasture. Scientia Agraria Paranaensis, Marechal Cândido Rondon, v. 21, n. 3, p. 269-277, jul./set. 2022. Disponível em: https://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/pt_BR/article/view/29868/22353. Acesso em: 27 ago. 2026.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requeriments of sheep. National Academy Press: Washington, DC, 292p, 2007. PAULA, D. C.; MACEDO, V. H. M.; SIMIONI, T. A. Características da carne na terminação de cordeiros em pastagens tropicais com suplementação Carcaça, desempenho, ovinos, raça, alimentação. Nutritime Revista Eletrônica, Viçosa, v. 14, n. 5, p. 7053-7066, 2017. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M. Medidas biométricas obtidas in vivo e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. Revista Brasileira de Zootecnia, 39, 440-445. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

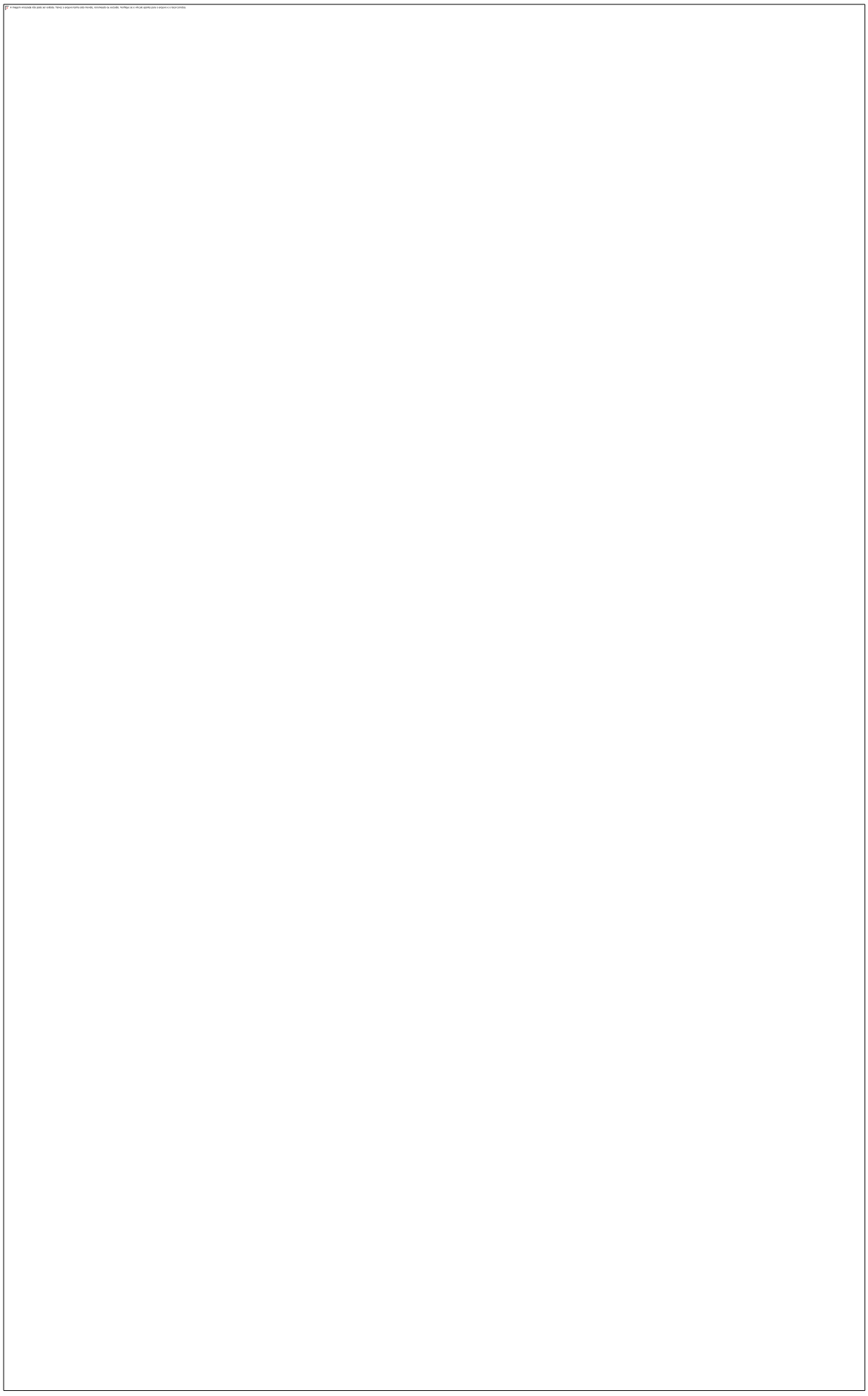
PORTO, P. P. et al. Aspectos quantitativos da carcaça de cordeiros mestiços suplementados com silagem de milho ou milheto. Synergismus scyentifica, v. 7, n. 1, p. 1-3, 2012. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2026.

SAŃUDO, C., SIERRA, I. Calidad de la canal en la especie ovina. Ovino, n. 1, p. 127-153, 1986. SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; COSTA, R.G. Sistemas de produção de ovinos na região Nordeste do Brasil. In: SELAIVE, A.V.; OSÓRIO, J.C.S. (eds.) Produção de ovinos no Brasil. São Paulo: Roca, P. 130 – 138, 2014. SILVA, D. L. S. da. et al. Viabilidade econômica e morfometria das características corporais e de carcaça de ovinos alimentados com torta de girassol. Acta Veterinaria Brasilica, v. 9, n. 4, p. 306-315, 2015. Dis

Anexos



Tabelas



imagens

CÓDIGO: SB0462

AUTOR: MARIA FERNANDA MARIZ VERAS

ORIENTADOR: ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA

TÍTULO: Alterações químicas num solo cultivado com sorgo com aplicação de bokashi

Resumo

O monitoramento da salinidade do solo em cultivos irrigados com água salina é crucial no semiárido devido à alta evapotranspiração. Este trabalho avaliou o efeito da aplicação de doses de bokashi na condutividade elétrica do solo cultivado com sorgo irrigado com água salina. O experimento ocorreu em casa de vegetação na EAJ/UFRN, em Macaíba-RN, em delineamento inteiramente casualizado e esquema fatorial 4 × 4. Foram testadas quatro doses de bokashi (0, 20, 30 e 40 t ha^{-1}) e quatro níveis de salinidade da água (0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m^{-1}), com quatro repetições. Coletas de solo foram realizadas a cada 20 dias para determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) e do pH. Os resultados indicaram aumento da CEes com o incremento da salinidade da água. A dose de 20 t ha^{-1} de bokashi apresentou os menores valores numéricos de CEes nos níveis de 2,0, 4,0 e 6,0 dS m^{-1}. Conclui-se que o aumento da salinidade da água de irrigação elevou a salinidade do solo e que as doses de bokashi avaliadas não foram suficientes para impedir esse processo de salinização.

Palavras-chave: Salinidade. Bokashi. Solo. Sorghum bicolor. Semiárido.

TITLE: Chemical changes in soil cultivated with sorghum following bokashi application

Abstract

Monitoring soil salinity in crops irrigated with saline water is crucial in semiarid regions due to high evapotranspiration. This study evaluated the effect of bokashi application rates on the electrical conductivity of soil cultivated with sorghum irrigated with saline water. The experiment was conducted in a greenhouse at EAJ/UFRN, in Macaíba, RN, Brazil, using a completely randomized design in a 4

× 4 factorial scheme. Four bokashi rates (0, 20, 30, and 40 t ha^{-1}) and four irrigation water salinity levels (0.2, 2.0, 4.0, and 6.0 dS m^{-1}) were tested, with four replicates. Soil samples were collected every 20 days to determine the electrical conductivity of the saturation extract (ECe) and pH. The results showed an increase in ECe with increasing irrigation water salinity. The 20 t ha^{-1} bokashi rate showed the lowest numerical ECe values at 2.0, 4.0, and 6.0 dS m^{-1}. It was concluded that increasing irrigation water salinity increased soil salinity and that the evaluated bokashi rates were not sufficient to prevent this salinization process.

Keywords: Salinity. Bokashi. Soil. Sorghum bicolor. Semiarid region.

Introdução

A salinidade do solo e da água de irrigação constitui um fator que pode comprometer o desenvolvimento das plantas e as condições do ambiente de cultivo. Em situações de elevada salinidade, a atividade dos microrganismos presentes no solo e suas interações com as raízes das plantas podem ser prejudicadas, reduzindo a absorção de nutrientes. Nesse contexto, a utilização de biofertilizantes pode contribuir para atenuar os efeitos provocados pela salinização, favorecendo a atividade microbiológica do solo (VAN HORN et al.,2014; SOUSA et al., 2014).

A condutividade elétrica (CE) é um dos parâmetros utilizados para expressar o nível de salinidade, apresentando relação com a quantidade de sais dissolvidos na água. Dessa forma, quanto maior a concentração de sais, maior tende a ser sua capacidade de conduzir corrente elétrica (FERREIRA, 2016). No solo, a condutividade elétrica pode ser determinada por diferentes métodos, permitindo acompanhar alterações relacionadas à concentração de sais (MOLIN et al., 2005). Além disso, o pH constitui outro importante indicador da qualidade do solo, uma vez que influencia a solubilidade, a concentração e a forma iônica dos nutrientes e, consequentemente, sua absorção e utilização pelas plantas (SILVA et al., 2012).

Entre as alternativas de manejo com matéria orgânica encontra-se o bokashi, um composto fermentado produzido basicamente a partir de farelos e tortas vegetais, podendo também ser enriquecido com outras matérias-primas de origem animal e mineral. Sua composição pode variar conforme a disponibilidade de materiais de cada região, sendo caracterizado mais como um processo de produção de adubo orgânico fermentado do que como um produto de composição padronizada (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013). Estudos envolvendo o uso de bokashi demonstraram seu potencial na disponibilização de nutrientes no solo, como observado por Pinto (2018), que verificou eficiência na disponibilização de fósforo.

O sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) é uma gramínea de origem tropical que apresenta características de adaptação a condições de menor disponibilidade hídrica. Por ser uma planta de metabolismo fotossintético C4, apresenta

mecanismos que favorecem seu desenvolvimento em ambientes caracterizados por elevada radiação solar e restrição hídrica (LANDAU; SANS,2021).

Nesse contexto, o acompanhamento da concentração de sais no solo em cultivos irrigados com água salina torna-se importante, especialmente em regiões caracterizadas por baixa precipitação pluviométrica e elevada evapotranspiração, como ocorre no semiárido do Rio Grande do Norte. Assim, a avaliação da aplicação de bokashi em solo cultivado com sorgo e submetido à irrigação com diferentes níveis de salinidade pode contribuir para compreender seus efeitos sobre a condutividade elétrica do solo.

Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na Escola Agrícola de Jundiaí – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no município de Macaíba – RN.

Foi utilizado o sorgo cv. BRS Ponta Negra, desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). A cultivar é classificada na categoria forrageira de pequeno porte, apresentando ciclo médio de 90 dias entre o plantio e o ponto de colheita, com dupla aptidão, produtividade média de grãos entre 3 e 5 t ha^{-1} em sequeiro e de 6 a 8 t ha^{-1} em cultivo irrigado, rendimento de massa verde de 40 a 60 t ha^{-1} por corte e de massa seca de 14 a 15 t ha^{-1} por corte, além de florescimento entre 60 e 75 dias (SANTOS et al., 2007).

Foram avaliadas quatro doses de bokashi (0, 20, 30 e 40 t ha^{-1}), e as plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra foram irrigadas com quatro níveis de salinidade da água (0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m^{-1}). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 × 4, totalizando 16 tratamentos. Para o preparo da solução salina, foram utilizados os sais NaCl, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ e $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, dissolvidos em água de açude na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mmolc L^{-1} = CE × 10), extraída de Rhoades et al. (2000).

Para a instalação do experimento, aproximadamente 25 kg de solo arenoso foram colocados em vasos plásticos perfurados na face inferior. Previamente, foi colocada uma camada de brita de 2 cm para facilitar a drenagem. A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso.

A adubação química foi realizada com ureia (0,94 g $vaso^{-1}$), cloreto de potássio (0,49 g $vaso^{-1}$) e superfosfato simples (1,96 g $vaso^{-1}$), seguindo a recomendação para a cultura (LIMA et al., 2010).

Foi realizado o monitoramento diário do ensaio para evitar o ataque de pragas e a infestação de doenças. A cada 20 dias, durante o período experimental, foram realizadas coletas de amostras de solo de cada vaso, na profundidade de 20 cm. As amostras das quatro repetições de cada tratamento foram homogeneizadas, formando uma amostra composta por tratamento, e, em seguida, acondicionadas em sacos plásticos correspondentes a cada tratamento para determinação de íons, condutividade elétrica do extrato de saturação e pH. As análises foram realizadas no Laboratório de Ensino e Pesquisa da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, seguindo a metodologia proposta por Silva (1999).

Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com $p < 0,05$, para comparação das doses de bokashi, utilizando-se o programa Sisvar. A análise de regressão foi empregada para avaliação dos efeitos da salinidade da água de irrigação e da interação, quando significativa.

Resultados e Discussões

Observa-se na figura 1, que para todas as doses de bokashi aplicadas o nível de condutividade elétrica do extrato de saturação aumentaram com o incremento da salinidade da água de irrigação, em relação ao nível inicial da salinidade do solo Sendo o menor nível de CEes (dSm-1) encontrado na dose de 20 L ha-1 de bokashi. Silva et al. (2011) avaliando a interação entre a salinidade e o biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda, verificou que o aumento da salinidade da água associado à aplicação de biofertilizante ocasionou o aumento da salinidade do solo, afetando o crescimento inicial das plantas sendo em menor intensidade no solo com biofertilizante.

Os resultados demonstraram aumento da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) em função do incremento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). De maneira geral, à medida que se elevaram os níveis de salinidade da água, também foram observados maiores valores de salinidade no solo.

Para a água de irrigação com CEa de 0,2 dS m^{-1}, os valores de CEes foram de 0,91; 1,32; 1,15 e 1,18 dS m^{-1} para as doses de 0, 20, 30 e 40 t ha^{-1} de bokashi, respectivamente. Com CEa de 2,0 dS m^{-1}, foram observados valores de 2,86; 2,61; 2,94 e 3,51 dS m^{-1}. Para CEa de 4,0 dS m^{-1}, os valores foram de 3,95; 3,77; 5,53 e 5,22 dSm^{-1}, enquanto, no maior nível de salinidade da água, correspondente a 6,0 dS m^{-1},foram obtidos valores de 5,21; 4,47; 4,90 e 6,22 dS m^{-1}, respectivamente.

Considerando as doses de bokashi, observou-se que a dose de 20 t ha^{-1} apresentou os menores valores de CEes nos níveis de CEa de 2,0; 4,0 e 6,0 dS m^{-1}. Entretanto, de acordo com os resultados apresentados, as doses de bokashi

avaliadas não foram capazes de impedir o aumento da salinidade do solo decorrente da elevação da salinidade da água de irrigação.

O comportamento observado está de acordo com o apresentado por Silva et al. (2011), citado no material fornecido pelo professor, que verificaram aumento da salinidade do solo com o incremento da salinidade da água de irrigação. Segundo a discussão apresentada no arquivo, no estudo citado esse aumento ocorreu em menor intensidade na presença de biofertilizante.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que o aumento da salinidade da água utilizada na irrigação promoveu elevação da salinidade do solo cultivado com sorgo, evidenciada pelo aumento da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes). Embora tenham sido avaliadas diferentes doses de bokashi, sua aplicação não foi capaz de evitar o aumento da salinidade do solo decorrente do incremento da salinidade da água de irrigação. Dessa forma, nas condições em que o experimento foi conduzido, o uso das doses de bokashi avaliadas não se mostraram suficientes para impedirem o processo de salinização do solo provocado pela irrigação com águas de maior salinidade.

Referências

FERREIRA, A. R. Adaptabilidade, estabilidade e tolerância de acessos de meloeiro a salinidade. Mestrado em manejo de solo e água - UFRS. Mossoró, 2016. 50f: il. Dissertação

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Cultivo de sorgo: Clima. Sistema de Produção, 2, 6 eds., 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/clima.htm>. Acessado em: 18 mai 2021.

LIMA, J.M. P.; LIRA, M. A.; LIMA, M. L.; ESPÍNOLA SOBRINHO, E.; FREIRE, H. Sorgo: plante certo para colher muito. Natal- RN: EMPARN, 2010. 24p.; v.16

MOLIN, J.P.; GIMENEZ, L.M.; PAULETTI, V.; SCHMIDHALTER, U.; HAMMER, J. Mensuração da condutividade elétrica do solo por indução e sua correlação com fatores de produção. Engenharia Agrícola, v.25, n.2, p.420-426, 2005.

PINTO, D. F.P. Composto bokashi com inóculo nativo e comercial, farinha de penas e a disponibilidade de nitrogênio e fósforo. Dissertação USP ESALQ, Piracicaba, 2018. 60 p

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. The use saline waters for crop production. Roma: FAO, 2000. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).

SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P.; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. BRS Ponta Negra variedade de Sorgo Forrageiro. Comunicado Técnico, EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, setembro, 2007. 6p.

SILVA, F. C. Manual de análise químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p

SILVA, J. B. G.; MARTINEZ, M. A.; PIRES, C. S.; ANDRADE, I. P. S.; SILVA, G. T. Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 250 - 263, 2012.

SIQUEIRA A.P.P.; SIQUEIRA M.F.B. Bokashi: adubo orgânico fermentado. Niterói: Programa Rio Rural, Manual Técnico 40, 2013. 16 p.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; LACERDA, C. F., AZEVEDO, B. M., SILVA, G. L.; COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. Revista agro@ mbiente on-line, v.8. n.3, p.359-367, 2014.

VAN HORN, D. J.; OKIE, J. G.; BUELOW, H. N.; GOOSEFF, M. N.; BARRETT, J. E.; TAKACS-VESBACHA, C. D. Soil microbial responses to increased moisture and organic resources along a salinity gradient in a polar desert. Applied and Environmental Microbiology, v.80, n.10, p. 30343043, 2014.

Anexos



Figura 1

CÓDIGO: SB0469

AUTOR: GLAUCO GOMES DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: JHONES DA SILVA AMORIM

TÍTULO: Utilização de Random Forest para mapeamento do Uso e Cobertura do Solo no Seridó

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a aplicação de técnicas de machine learning para o mapeamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Seridó, importante polo agropecuário do estado do Rio Grande do Norte. O algoritmo utilizado foi o Random Forest e as imagens do satélite Landsat 9 e sensor OLI2 foram usadas para a classificação de corpos hídricos, caatinga, vegetação campestre, agricultura, área não-vegetada e área urbana. A amostragem foi realizada utilizando o software QGIS na área de estudo, cuja delimitação foi realizada a partir do modelo digital de elevação.

De maneira geral a o algoritmo apresentou bom resultado, com acurácia global de 99%. Entretanto, é possível observar que o modelo não classificou adequadamente a área de agricultura, cuja acurácia do produtor foi de apenas 74%. Tal fato pode estar associado a pequena quantidade de pixels amostrado para essa classe, o que gerou um desbalanceamento das amostras. A banda 1 foi a que mais contribui para a acurácia do modelo, enquanto a banda 5 refletiu melhores valores do índice de Gini, sendo a mais indicada para a separação das classes. A aplicação do algoritmo para toda a bacia acarretou um mapeamento impreciso do uso do solo, sendo necessário melhorias na amostragem e inserção de outros mecanismos que permitam uma melhor separação das classes.

Palavras-chave: Aprendizado de máquina. Semiárido. Caatinga.

TITLE: Application of Random Forest for Land Use and Land Cover mapping in the Seridó Watershed.

Abstract

This study aimed to evaluate the application of machine learning techniques for mapping land use and land cover in the Seridó River basin, a key agricultural hub in the state of Rio Grande do Norte. The Random Forest algorithm was employed, utilizing Landsat 9 satellite imagery (OLI-2 sensor) to classify water bodies, Caatinga, grassland

vegetation, agriculture, non- vegetated areas, and urban areas. Sampling was conducted using QGIS software within the study area, which had been delineated based on a digital elevation model. Overall, the algorithm performed well, achieving an overall accuracy of

99%. However, the model failed to adequately classify agricultural areas, yielding a producer's accuracy of only 74%. This may be attributed to the small number of pixels sampled for this class, resulting in an imbalance in the sample set. Band 1 contributed most significantly to the model's accuracy, while Band 5 showed the best Gini index values, making it the most suitable band for class separation. Applying the algorithm to the entire basin resulted in imprecise land-use mapping, indicating a need for improved sampling strategies and the incorporation of additional mechanisms to enhance class separability.

Keywords: Machine learning. Semiarid. Caatinga.

Introdução

O planejamento adequado do uso e ocupação do solo (UOS) em bacias hidrográficas é vital, pois ela é a unidade de territorial de implementação da política nacional dos recursos hídricos (Lei 9433/97). Além disso, a forma como utilizamos o solo em bacias hidrográficas afeta os eventos de seca, enchentes, recarga dos aquíferos, entre outros. Desta forma, compreender a maneira como os diferentes UOS estão apresentados na paisagem é informação crucial para o gerenciamento adequado dos recursos hídricos e uso potencial da terra.
O UOS é quase sempre avaliado por meio da elaboração de mapas para determinada localidade. Os mapeamentos antigos apresentam resoluções espaciais baixas com grades de 1 km² e produtos com escala de aproximadamente 1:250.000. Essas características podem dificultar a aplicação da Conta Econômica Ambiental recomendado pela Divisão de Estatísticas da ONU (United Nations Statistics Division - UNSD), que unem dados dos recursos naturais e como eles são usados para a produção de riquezas e impactam as atividades humanas.

Com o avanço do monitoramento da superfície terrestre a partir de sensores remotos orbitais abriu uma gama de possibilidades para o monitoramento do uso e ocupação do solo. A partir da disponibilidade das imagens de satélite, o uso de machine learning para classificar as imagens em séries temporais tem possibilitado o mapeamento do UOS de forma mais assertiva, apesar das ténicas de PDI ainda serem as mais comuns (MARTINS et al., 2023). Dentre as imagens de satélite utilizadas, aquelas obtidas do Landsat têm sido as mais utilizadas, o que de acordo com Martins et al. (2023) pode ter implicado no predomínio de análises em escala local e regional.

Neste sentido, este estudo tem por objetivo avança na aplicação de machine learning para a classificação do UOS em regiões semiáridas.

Tal aplicação ainda enfrenta desafios em virtude da sazonalidade da vegetação, que pode atrapalhar a diferenciação das classes de uso. Somado a isso, é visto a importância

de estudos que fortaleçam a gestão dos recursos naturais no semiárido nordestino, uma das regiões mais populosas do Brasil, que vem sofrendo com os impactos das mudanças no clima ao longo dos anos (Rufino e Silva, 2017).

Metodologia

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do rio Seridó (BRS) que é uma das principais sub- bacias do rio Piranhas-Assu. A área da BRS está distribuída entre os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, totalizando aproximadamente 10 mil km² (Figura 1). O clima predominante na BRS é o Semiárido quente e seco (Rabelo e Araújo, 2016) e apresenta uma distribuição irregular das chuvas ao longo dos anos (Pinheiro et al., 2016) com predominância do período chuvoso no primeiro semestre do ano (Lucena et al., 2018).

A vegetação principal do Seridó é a Caatinga (~46%) seguida por agropecuária (~42%) (Oliveira, Amorim e Domingues, 2024). Além da relevância socioeconômica da BRS, como a produção de leite e agricultura, de acordo com Oliveira, Guedes e Costa (2022), nela estão presentes diversos serviços ecossistêmicos, tais como controle da erosão e sequestro de carbono. A elevação na BRS varia de 96 a 820 m, conforme apresentado na Figura 1. O gradiente topográfico varia do maior para o menor na direção leste oeste, sendo as porções mais elevadas próximas ao planalto da Borborema.

2.2 Random Forest

O Random Forest é um algoritmo de aprendizado de máquina que visa obter o melhor resultado para o processo a partir da combinação de resultados de diversas árvores de decisão. A principal vantagem na utilização de múltiplas árvores dentro do processo de Random Forest é a redução do overfitting causado pela utilização de apenas uma árvore (Breiman, 2001). Além disso, o Random Forest é um algoritmo muito robusto, pois exige pouco ajuste de hiperparâmetros e possui uma alta velocidade de resposta.

O algoritmo foi apresentado por Breiman (2001) e combina o bagging e a seleção aleatória dos features. O bagging corresponde a divisão da amostra original em subamostras onde as árvores são treinadas, enquanto cerca de um terço fica de fora (out-of- bag), e são usadas para calcular o erro do modelo. A seleção aleatória dos features permite que as árvores da floresta sejam descorrelacionadas entre si, pois em cada nó de uma árvore, é selecionado aleatoriamente um pequeno grupo de features, reduzindo a correlação entre as árvores da floresta.

O Random Forest tem sido usado em diversos estudos de mapeamento do UOS, com destaque para Souza et al. (2020), que traz o processo de criação do mapeamento realizado pelo MapBiomas para todo o território brasileiro. Contudo, o detalhamento do mapeamento não foi a nível de bacia hidrográfica ou menor escala e, apesar da resolução espacial de 30 m, o treinamento do algoritmo em escala menor e com conhecimento da área, pode trazer ganho no desempenho da classificação.

A aplicação do Random Forest foi realizada utilizando linguagem R no software RStudio. A amostragem foi realizada de maneira supervisionada no QGIS. As classes mapeadas foram água, Caatinga, área não-vegetada, área agrícola e vegetação campestre.

2.3 Dados utilizados

As informações relacionadas à elevação foram adquiridas do modelo digitação de elevação (MDE) disponibilizado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) chamado ANADEM. Trata-se de um modelo digital do terreno produzido a partir do MDE Copernicus GLO-30 com a remoção do viés proveniente da vegetação. O ANADEM foi criado pela ANA e o Instituto de Pesquisa Hidráulicas por meio de um termo de cooperação. O ANADEM possui uma resolução espacial de 30 m e cobertura para toda América do Sul (Laipelt et al., 2024; Laipelt et al., 2023). O MDE foi processado no QGIS para delimitação da bacia, que foi utilizado como limites para recortar as imagens de satélite.

Neste estudo foi utilizada a imagem do satélite Landsat 9, mais especificamente as bandas capturadas pelo sensor óptico Imageador Operacional da Terra (Operational Land Imager - OLI-2). Tal sensor apresenta resolução radiométrica de 14 bits e uma faixa de varredura de 185 km. As cenas correspondem ao Path 215 e Rows 64 e 65 coletadas em 18 de fevereiro de 2025 e baixadas no nível 2, isto é, produto já com as correções atmosféricas aplicadas e contendo valores de reflectância na superfície terrestre. A data foi escolhida em função do menor nível de cobertura de nuvem possível. Além disso, a escolha por uma data durante o período chuvoso facilitaria a amostragem e separação dacaatinga campestre dos demais usos semelhantes, tais como pastagem e agricultura. Isso para amenizar o efeito da sazonalidade, característica do bioma.

O download das cenas foi realizado na plataforma pública e gratuita Earth Explorer. Essa plataforma é mantida pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (United States Geological Survey - USGS). Posteriormente os dados foram trabalhados no software gratuito QGIS. Os procedimentos envolvidos foram a reprojeção, mosaico, recorte para os limites da área de estudo, aplicação do fator de correção para converter os valores para reflectância e criação do composite.

2.4 Amostragem e avaliação do modelo

As amostras foram coletadas no QGIS de maneira manual. Posteriormente as amostras foram divididas de maneira aleatória, sendo 70% das amostras destinadas ao treinamento e 30% validação. A separação da amostra para esses dois objetivos foi realizada em linguagem R. A avaliação do Random Forest para a classificação do UOS na BRS foi realizada por meio do índice de Gini e inferências extraídas da matriz de confusão, tai como acurácia global, do produtor/sensibilidade e do usuário/valor preditivo positivo (PPV).

Após o treinamento, o modelo Random Forest foi salvo em formato .rds para armazenamento e posterior utilização na etapa de classificação e geração do mapa final do UOS.

Resultados e Discussões

A classificação considerou seis classes: corpos hídricos, área urbana, área não-vegetada, Caatinga, vegetação campestre e agricultura com uma quantidade de pixels de 36831, 9480, 1135, 8801, 7956 e 314, respectivamente. A distribuição das amostras está apresentada na Figura 2. A amostragem em diferentes localizações geográficas da imagem é importante para obter uma maior representatividade da heterogeneidade de uma dada classe. Segundo Moraes, Campagnolo e Caetano (2024), tais características relacionadas a amostragem são os fatores que efetivamente afetaram a qualidade dos mapeamentos.

A quantidade de pixels para cada amostra também está em consonância com a literatura. Van Niel et al. (2005) apontam que a quantidade o tamanho da amostra deve variar entre 10 e 30 vezes o número de classe, que para nosso estudo resultaria em uma amostra superior a 180 pixels. Em estudo realizada por Phinzi et al. (2023) sobre classificação do UOS usando Random forest, amostras superiores a 9000 pixels apresentaram melhores resultados, entretanto menores acurácias nem sempre estiveram associadas a amostras menores.

Na Figura 3 está apresentado o impacto das variáveis explicativas na precisão do modelo. A Queda Média da Acurácia (Mean Deacrease Accuracy - MDA) representa a importância da variável para o modelo, sendo possível observar que a banda_1 (Aerossol costeiro) apresentou forte contribuição para a capacidade de classificação, com valor de MDA de 39, seguida das bandas_4, 5 e 7. Por outro lado, a banda que menos teve importância para o modelo foi a banda_6 (Infravermelho de onda curta) com MDA de 6,55, indicando que se permutássemos essa banda não teria tanta queda em desempenho da classificação.

Em relação a Queda Média da impureza de Gini (Mean Decrease Gini - MDG), a banda_5 apresentou o maior valor (12631,04) seguido das bandas 4 e 7 (5371,73 e 4642,19, respectivamente). Assim, é possível afirmar que essas bandas foram importantes para o modelo separar as classes. A banda_5, correspondente ao infravermelho próximo, comprimento de onda onde ocorre a atividade fotossintética da vegetação, o que provavelmente explica o alto impacto dessa banda na separação das classes. Apesar de ter o maior MDA, a banda_1 apresentou o menor valor de MDG, com apenas 175,64. Esses resultados demonstram que não é possível utilizar apenas um dos dois indicadores para avaliar a importância das bandas para o mapeamento.

Na Tabela 1 está apresentado a matriz de confusão para o Random forest. De maneira geral, o modelo foi capaz de identificar as classes corretamente, como é demonstrado pela acurácia global de 99%. Entretanto, esses valores não podem ser tomados como verdade para avaliar a qualidade do modelo como um todo, e se faz necessário olhar como ele funcionou em cada classe.

Na classe de Corpos hídricos, o modelo praticamente não errou, apresentando uma sensibilidade/acurácia do produtor de 100%, isto é, todos os pixels amostrados como corpo hídrico foram corretamente classificados dentro dessa classe e apenas 2 pixels classificados dentro dessa classe não pertenciam a ela, resultando em uma acurácia do

usuário elevada. Esse resultado é coerente com o apresentado na Figura 2, onde os corpos hídricos aparecem em destaque.

A classe mais problemática foi a agricultura, com uma menor acurácia do produtor de 74%. De acordo com Zhang, Roy e Luo (2023) a acurácia do mapeamento está positivamente relacionada com a qualidade das amostras. Em nosso estudo, a classe agricultura foi a menor amostra, o que pode ter causado o erro do algoritmo.

Uma vez que a vegetação campestre apresenta uma cobertura florestal esparsa somado a resolução de 30 m, torna-se difícil para o modelo isolar tais características de um mesmo pixel, o que pode ter causado a confusão. Essa característica foi uma das motivações de deixar pastagem como parte da vegetação campestre, pois seria fortemente difícil essa separação. Apesar disso, a acurácia do usuário para Agricultura foi de 94,59%, indicando elevada confiabilidade das áreas classificadas como Agricultura. Os principais erros de omissão dessa classe ocorreram pela classificação de amostras de Agricultura como Campestre, Urbana e Caatinga.

Conclusão

O algoritmo Random Forest se apresentou como uma ferramenta útil e com enorme potencial para mapeamento do uso do solo na bacia hidrográfica do rio Seridó. A qualidade do mapeamento foi fortemente afetada pela amostragem e resultou no mapeamento errôneo das áreas agrícolas com vegetação campestre e, no mapeamento final, com as áreas urbanizadas. É recomendado fazer a aplicação em outras datas ou com outras imagens de sensores com maiores resoluções espectral e espacial.

Referências

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1° da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 470, 9 jan. 1997.

BREIMAN, Leo. Random forests. Machine learning, v. 45, n. 1, p. 5-32, 2001.

LAIPELT, L.; ANDRADE, B. C. C. de; REICHERT, F. C.; AMORIM, A.; SILVA, A. H. da; RUHOFF, A. Proposta de correção do viés da vegetação para elaboração de um modelo digital de terreno em
escala continental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2023, Aracaju. Anais [...]. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2023. p. 1-8. Disponível em: https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/191/XXV-SBRH0588-1-20230612-104200.pdf

LAIPELT, Leonardo et al. ANADEM: a digital terrain model for South America. Remote Sensing, v. 16, n. 13, p. 2321, 2024.

LUCENA, Rebecca Luna; CABRAL, Jório Bezerra; STEINKE, Ercília Torres. Comportamento hidroclimatológico do estado do Rio Grande do Norte e do município de Caicó. Revista brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 3, p. 485-496, 2018.

MARTINS, S. F. S. et al. Processamento Digital de Imagens para Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra: uma revisão de literatura. Revista de Geociências do Nordeste, v.9, n. 2, p 131 - 143, 2023. https://doi.org/10.21680/2447- 3359.2023v9n2ID32515

MORAES, Daniel; CAMPAGNOLO, Manuel L.; CAETANO, Mário. Training data in satellite image classification for land cover mapping: a review. European Journal of Remote Sensing, v. 57, n. 1, p. 2341414, 2024.

OLIVEIRA, Francisco Guaraci Gomes de; AMORIM, Jhones da Silva; DOMINGUES, Getulio Fonseca. Effects of land use and land cover change on soil erosion in the Caatinga biome. Environment, Development and Sustainability, p. 1-22, 2024.

OLIVEIRA, Paulo Jerônimo Lucena de; GUEDES, Jânio Fernandes; COSTA, Diógenes Félix da Silva. Serviços ecossistêmicos de regulação em uma bacia hidrográfica no semiárido do Brasil. Mercator (Fortaleza), v. 21, p. e21028, 2022.

PHINZI, Kwanele et al. Understanding the role of training sample size in the uncertainty of high- resolution LULC mapping using random forest. Earth Science Informatics, v. 16, n. 4, p. 3667- 3677, 2023.PINHEIRO, E.A.R.; METSELAAR, K.; DE JONG VAN LIER, Q.; ARAÚJO, J.C. de. Importance of soil-water to the Caatinga biome, Brazil. Ecohydrology. v. 9, p. 1313-1327, 2016 RABELO, Davi Rodrigues; DE ARAÚJO, José Carlos. Estimativa e mapeamento da erosão bruta na bacia hidrográfica do rio seridó, Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 20, n. 2, 2019.

RUFINO, lana Alexandra Alves; SILVA, Simone Tavares da. Análise das relações entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: Uma abordagem metodológica. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 23, n. 1, p. 166-181, 2017.

SOUZA JR., Carlos M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. Remote Sensing, Basel, v. 12, n. 17, p. 2735, Aug. 2020. DOI: 10.3390/rs12172735.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. EarthExplorer: plataforma de dados de sensoriamento remoto. Reston: USGS, [2026]. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/. Acesso em: 01 de março de 2026,

Anexos



Figura 1. Localização da Bacia hidrográfica do Rio Seridó (BRS), estados do Rio Grande do Norte e Paraíba e o Modelo Digital de Elevação (MDE) Fonte: Amorim (2026)



Figura 2. Distribuição espacial dos polígonos contendo as amostras utilizadas para treinamento do algoritmo ao longo da área, limites da BRS e composição de bandas Landsat 9 na falsa-cor 764 Fonte: Autor (2026)

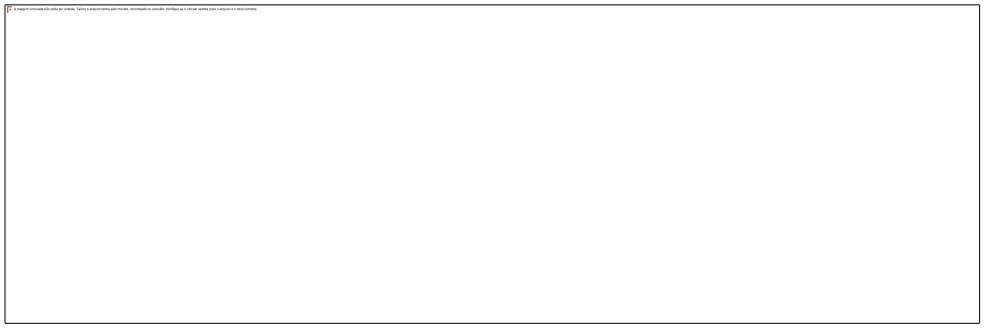


Figura 3. Resultados da Queda Média da Acurácia e Queda Média da impureza de Gini para o treinamento do Random Forest.



Tabela 1. Matriz de confusão para o classificador Random Forest

CÓDIGO: SB0477

AUTOR: MARIA FERNANDA GOMES DE FREITAS

ORIENTADOR: JHONES DA SILVA AMORIM

TÍTULO: Mapeamento do uso e cobertura do solo no Seridó com a utilização de SVM

Resumo

O presente estudo classificou o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Seridó, localizada entre os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. A classificação foi realizada utilizando técnica de machine learning, mais especificamente o SupportVector Machine (SVM). A imagem do sensor óptico OLI-2 a bordo do satélite Landsat 9 foi utilizado para a classificação. A amostragem e manipulação da imagem foi realizada no QGIS e o ajuste do modelo foi feito em linguagem R. De maneira geral o SVM conseguiu mapear as principais classes de uso do solo na bacia do Seridó, com uma acurácia global superior a 99%. Entretanto as amostras desbalanceadas, especialmente aquelas da classe agricultura, acarretaram uma queda na qualidade do classificador. Uma nova amostragem com mais cautela, a análise do comportamento temporal e a utilização de outros índices devem ser adotados para melhorar a qualidade do mapeamento.

Palavras-chave: Sensoriamento, remoto, machine learning, geoprocessamento

TITLE: Mapping of land use and land cover in the Seridó region using SVM

Abstract

The present study classified the use and land occupation of the Seridó River watershed, located between the states of Rio Grande do Norte and Paraíba. The classification was carried out using a machine learning technique, more specifically the SupportVector Machine (SVM). The image of the OLI-2 optical sensor on board the Landsat 9 satellite was used for the classification. The sampling and manipulation of the image was carried out in QGIS and the adjustment of the model was done in R language. In general, the SVM was able to map the main classes of land use in the Seridó basin, with a global accuracy of more than 99%. However, the unbalanced samples, especially those of the agriculture class, led to a drop in the quality of the classifier. A new sampling with more caution, the analysis of temporal behavior and the use of other indices should be adopted to improve the quality of the mapping.

Keywords: Remote sensing, machine learning, geoprocessing

Introdução

O estudo do uso e ocupação do solo de bacias hidrográficas é fundamental para compreender a organização espacial e as principais atividades e retornos econômicos no qual determinada bacia hidrográfica está submetida, ao passo que permite identificar suas vulnerabilidades e possibilita implementar medidas de controle e conservação ambiental.

Neste contexto, a bacia hidrográfica do Rio Seridó apresenta características climáticas que impactam diretamente no uso e ocupação de seu solo. Com condição climática caracterizada por períodos de seca prolongada e chuvas concentradas em poucos meses, o clima dessa região é sensível a mudanças extremas de sua cobertura vegetal, sendo a bacia prioritariamente coberta por bioma caatinga, sendo em partes fortemente substituída por áreas desérticas, sendo, portanto, incentivados estudos nesta área de estudo (Santos et al., 2020).

Tecnologias de sensoriamento remoto combinadas com métodos de aprendizado de máquina podem contribuir para a identificação do uso e ocupação do solo de bacias hidrográficas. Os algoritmos possuem grande flexibilidade de utilização e são amplamente aplicadas para classificações espectrais (Whyte et al., 2018). Permitem, portanto, a geração de mapas de cobertura do solo afetados por padrões espectrais, que possibilitam a identificação e o estudo da distribuição espacial das diferentes classes de estudo importantes para o entendimento da dinâmica da ocupação do solo.

O algoritmo de machine learning “SupportVector Machine” (SVM) separa as classes através de uma superfície de decisão que maximiza a margem de separação entre elas (Cortes e Vapnik, 1995), sendo citado na literatura como classificador de alto padrão e inserido no grupo de classificadores não paramétricos, demonstrando resultados satisfatórios para estudos de uso e classificação do solo, confirmando que o uso de técnicas de Sensoriamento Remoto são ferramentas importantes que podem ser empregados para diagnósticos ambientais de forma a fornecer informações fundamentais para auxilio no gerenciamento adequado da unidade de gestão.

O objetivo desse estudo foi empregar algoritmo de machine learning SVM para classificar o uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Seridó demonstrando a aplicabilidade do procedimento bem como avaliar as condições de distribuição das diferentes classes de estudo.

Metodologia

Delimitação da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Seridó foi delimitada utilizando o modelo digital de elevação (MDE) disponibilizado pela Agência Nacional das Águas e Saneamento (ANA). Esse MDE é chamado de ANADEM e foi criado a partir da correção do copernicus DEM, processo onde foi removido o efeito da vegetação na estimativa da

altitude (Laipeltet al. 2024). O ANADEM possui uma resolução espacial de 30 m e abrange toda a América do Sul.

Aquisição das imagens de satélite

As imagens do Satélite Landsat 9 foi utilizada para classificar o uso e ocupação do solo na Bacia hidrográfica do Rio Seridó. As bandas utilizadas foram as capturadas pelo sensor óptico OLI-2 no path 215 e rows 64 e 65. O critério de busca utilizado foi o menor nível de cobertura de nuvens, o que levou a seleção da imagem capturada na data 18 de fevereiro de 2025. As bandas utilizadas fora da 1 a 7, com resolução espacial de 30 m e com informações de reflectância na superfície terrestre.

As imagens foram adquiridas no site do serviço geológico dos EUA (USGS) e reprojetadas, feitas a composição de bandas e demais correções no software QGIS.

Amostragem e treinamento do Algoritmo

As classes de uso e ocupação do solo amostradas foram aquelas com maior representatividade na bacia hidrográfica do rio Seridó. Assim, foram amostrados pixels para corpos hídricos, caatinga, agricultura, vegetação campestre, área não-vegetada e área urbana. A pastagem foi considerada dentro da classe vegetação campestre em virtude da dificuldade de diferenciar tais classes durante a amostragem.

A divisão das amostras para treinar e validade o algoritmo foi realizada de maneira aleatória e considerando a proporção de 70-30, isto é, 70 % para treinamento e 30% para validação. As amostras foram amostradas por meio de polígonos criados dentro do QGIS e de maneira supervisionada.

Após a amostragem o SVM foi ajustado e validado utilizando linguagem R dentro do software RStudio. A avaliação da qualidade da classificação foi feita por meio da matriz de confusão, observando a acurácia do produtor do usuário para as classes.

Resultados e Discussões

Na Figura 1 está apresentado a localização da Bacia hidrográfica do rio Seridó. A bacia possui uma área de quase 10 mil km². O relevo varia de 96 a 820 m de altitude. De acordo com Lucas et al. (2021) a bacia tem passado por problemas de desertificação causados pela utilização dos recursos do solo.

Na Tabela 1 está a quantidade de pixels amostrados para cada classe do solo. Nota-se uma menor quantidade de pixels amostrados para a classe agricultura. Isso é justificado pela dificuldade de amostrar pixels que são exclusivamente agricultura. Em função da resolução espacial da imagem de 30m e a agricultura mais espaçadas, por vezes havia confusão na amostragem de agricultura e vegetação campestre. Embora a quantidade de pixels amostrados esteja dentro do limiar de 10*o número de classes apontado por Van Niel et al. (2005), a qualidade da amostra tem total influência na qualidade final do mapeamento, como ressaltado por Moraes, Campagnolo e Caetano (2024).

Na Tabela 2 encontra-se a matriz de confusão para a validação do modelo. A acurácia global SVMfoi de 0,9945, indicando um ótimo resultado. Contudo, a acurácia não foi ideal para todas as classes. A classe agricultura apresentou uma acurácia do produtor, aquela onde o modelo acerta a classificação da classe, de 0,64, isto é, em 64% das vezes a classe agricultura foi classificada corretamente. Ainda, os valores preditos positivo foi de 0,8714.

Como apresentado na Tabela 2, a principal confusão ocorreu entre agricultura e vegetação campestre. A vegetação campestre é uma cobertura do solo mais aberta, que não cobre totalmente a área do pixel, como ocorre em áreas de caatinga. Isso reforça mais uma vez a baixa qualidade para a classificação dessas áreas.

Por outro lado, os corpos hídricos foram praticamente 100% bem classificados. Isso ocorre em virtude da diferença na assinatura espectral, especialmente na banda do infravermelho, onde a água, diferentemente dos demais usos, absorve bastante a energia nesse comprimento de onda. Em relação a vegetação campestre, nota-se que a acurácia do usuário, ou valor predito positivo, teve uma queda (valor de 0,9718), indicando que o modelo confundiu esse tipo de vegetação, principalmente com área urbana (33 pixels).

Na Figura 2 encontra-se o uso do solo predito para a bacia hidrográfica do rio Seridó utilizando o SVM. É observado na porção norte da bacia, onde há ocorrência de agricultura na serra de Santana, especialmente a produção de fruta, que o SVM não classificou adequadamente aquela região. Houve uma confusão com áreas urbanas.

Uma das principais causas que afetou a qualidade do classificador foram o tamanho do pixel e o desbalanceamento das classes. Segundo Angélico (2025), esses cenários desbalanceados representam um desafio que os modelos enfrentam quando uma classe está sub-representada.

Conclusão

O algoritmo Support Vector Machine (SVM) demonstrou ser aplicável para o mapeamento do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Seridó via imagens Landsat 9, alcançando acurácia global superior a 99%. A classe de corpos hídricos obteve desempenho excelente devido à sua assinatura espectral distinta. Contudo, a resolução espacial de 30 m e o desbalanceamento das amostras, com destaque para a sub-representação da agricultura, comprometeram a qualidade do classificador para usos específicos. Isso gerou menor acurácia do produtor na agricultura (64%) e confusões espectrais com a vegetação campestre e áreas urbanas, como na Serra de Santana. Para aprimorar a qualidade do mapeamento, conclui-se que estudos futuros devem adotar uma amostragem mais cautelosa, incorporar análises temporais e aplicar outros índices espectrais.

Referências

Angélico, João Pedro Modesto. Um estudo sobre diferentes métodos de classificação para dados extremamente desbalanceados sob a ótica do aprendizado sensível ao custo. 2025. 57 f.Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Estatística). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Departamento de Estatística, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2025.

Lucas et al. MODELAGEM HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO SERIDÓ COM SWAT. In XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2021, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2021.

Cortes, C.; Vapnik, V. Support vector networks. Machine Learning, v. 20, n. 3, p. 273-297, 1995.

Santos, J. F. et al. A vegetação da Caatinga e sua resposta às mudanças climáticas: implicações para a conservação. Brazilian Journal of Biology, v. 80, n. 1, p. 121–134, 2020

Whyte, A.; Ferentinos, K.P.; Petropoulos, G.P. A new synergistic approach for monitoring wetlands using Sentinels -1 and 2 data with object-based machine learning algorithms. Environ. Model. Softw., 104, 40–54. 2018.

LAIPELT, Leonardo et al. ANADEM: a digital terrain model for South America. Remote Sensing, v. 16, n. 13, p. 2321, 2024

Anexos

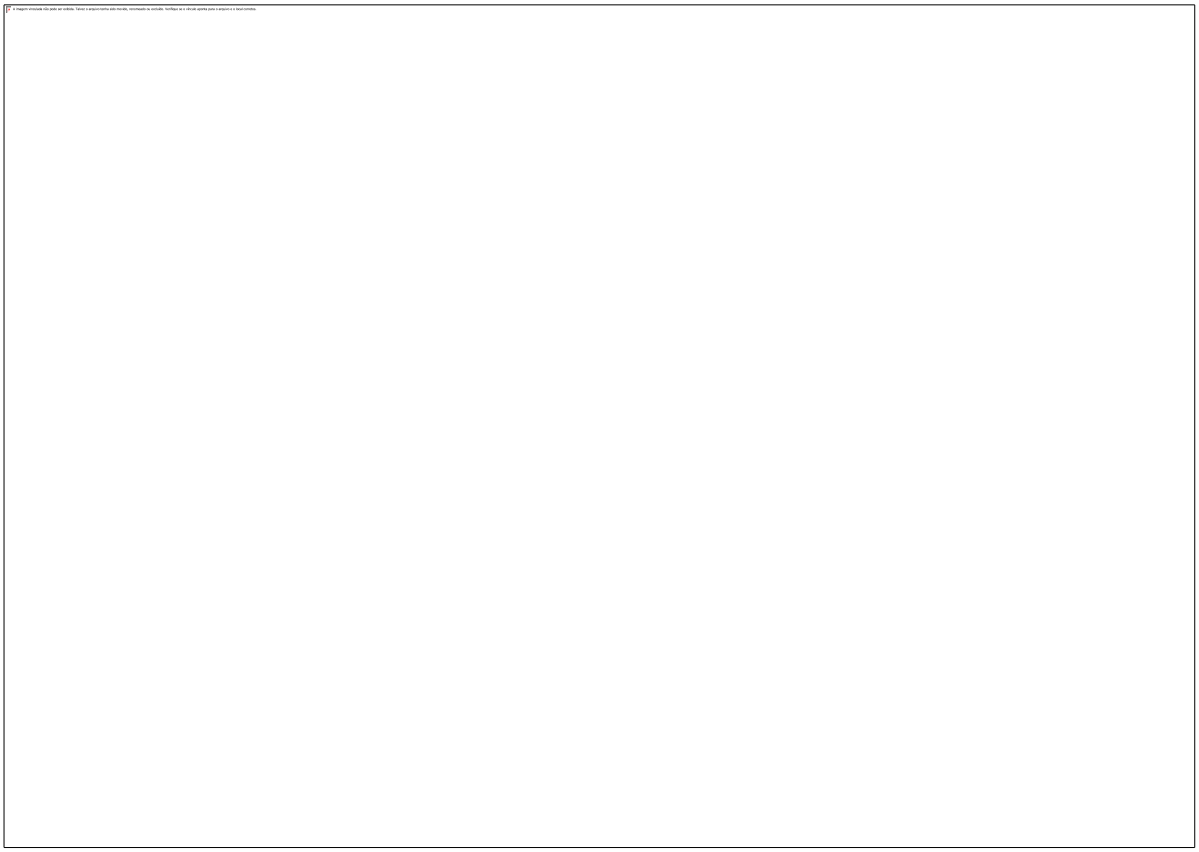


Figura 1. Localização da Bacia hidrográfica do Rio Seridó (BRS), estados do Rio Grande do Norte e Paraíba e o Modelo Digital de Elevação (MDE)

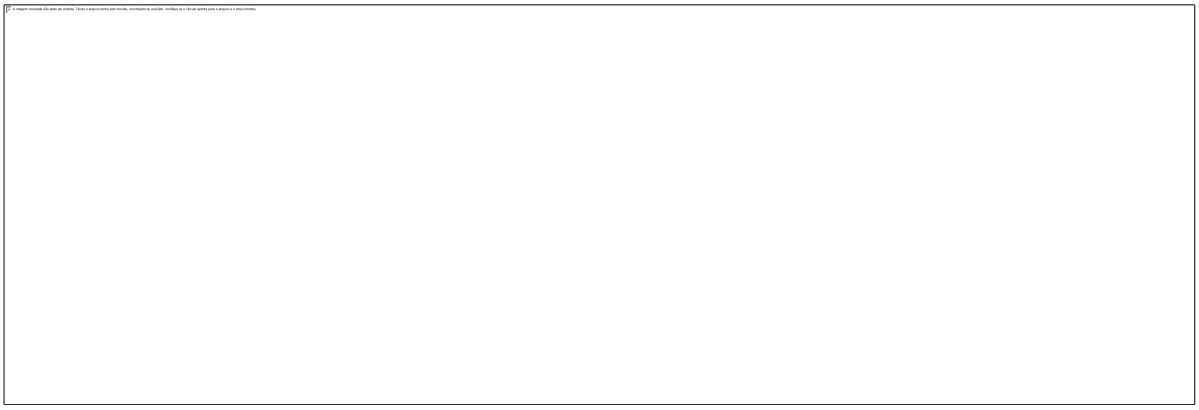


Tabela 1. Classes de uso e ocupação do solo e suas respectivas quantidades de pixels amostradas

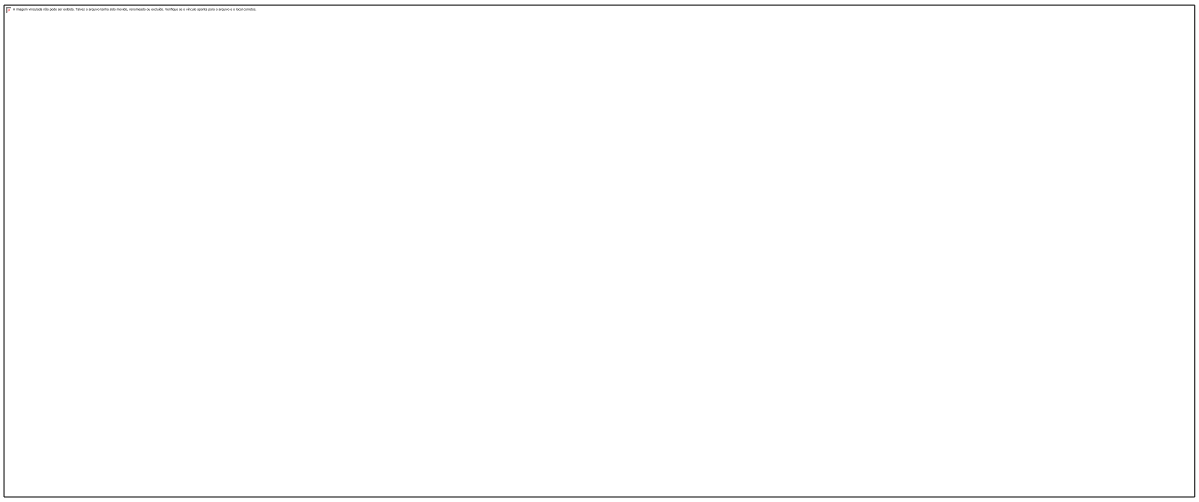


Tabela 2. Matriz de confusão para a validação do SVM na predição do uso do solo na bacia hidrográfica do rio Seridó

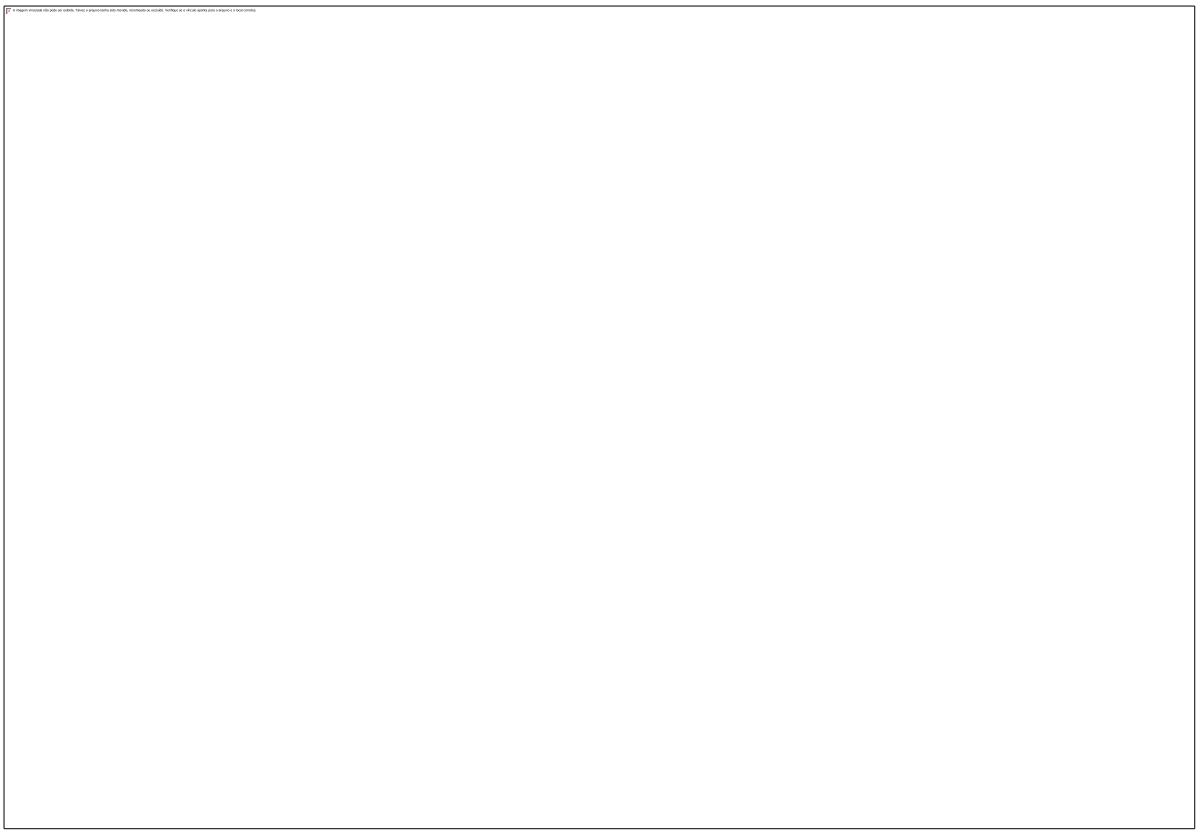


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo gerado com Support vector machine

CÓDIGO: SB0481

AUTOR: BIANCA POSTERLI FIRMINO

ORIENTADOR: HENRIQUE ROCHA DE MEDEIROS

TÍTULO: Da coleta de dados à tomada de decisão: análise da eficiência reprodutiva de rebanhos ovinos e desenvolvimento de ferramenta computacional

Resumo

A eficiência reprodutiva é o principal fator multiplicativo da produtividade na ovinocultura, pois cada matriz que não emprenha representa um cordeiro a menos no ciclo seguinte. Apesar disso, produtores raramente calculam formalmente indicadores como a taxa de prenhez por estação de monta ou o desempenho comparado entre reprodutores, por exigir conhecimento estatístico e de programação que a maioria não possui. Este trabalho discutiu os resultados de eficiência reprodutiva obtidos a partir de dados fictícios de um rebanho ovino submetido a três estações de monta consecutivas e, com base nesses resultados, apresentou uma ferramenta web pública capaz de automatizar essa análise para qualquer produtor. A metodologia foi conduzida em Python, em três etapas: análise exploratória em notebook, tratamento estatístico dos indicadores e generalização do código em uma aplicação web (Streamlit, hospedada no GitHub), que valida a planilha, calcula os indicadores e devolve um relatório em PDF e Excel. Os resultados mostraram taxas de prenhez de 33,3%, 50,0% e 51,3% nas rodadas 1, 2 e 3, taxa final de 83,6% e 16,4% matrizes candidatas ao descarte. O teste qui-quadrado não indicou associação significativa entre reprodutor e diagnóstico em nenhuma rodada ($p > 0,05$). Conclui-se que a eficiência reprodutiva pode ser acompanhada de forma sistemática a partir de dados já coletados, e que a automação por uma ferramenta pública e gratuita aproxima a ciência de dados do campo.

Palavras-chave: ovinocultura; eficiência reprodutiva; ferramenta web.

TITLE: From Data Collection to Decision-Making: Analysis of Reproductive Efficiency in Sheep Flocks and Development of a Computational Tool

Abstract

Reproductive efficiency is the main multiplicative factor of productivity in sheep farming, since every ewe that fails to become pregnant represents one fewer lamb in the following cycle. Despite this, producers rarely formally calculate indicators such as pregnancy rate per breeding season or comparative ram performance, since this requires statistical and programming knowledge that most do not have. This study discussed the reproductive efficiency results obtained from fictitious data of a sheep flock submitted to three consecutive breeding seasons and, based on these results, presented a public web tool capable of automating this analysis for any producer. The methodology was carried out in Python, in three stages: exploratory analysis in a notebook, statistical processing of the indicators, and generalization of the code into a web application (Streamlit, hosted on GitHub), which validates the spreadsheet, calculates the indicators, and returns a report in PDF and Excel. Results showed pregnancy rates of 33.3%, 50.0% and 51.3% in rounds 1, 2 and 3, a final rate of 83.6%, and 16.4% of ewes as culling candidates. The chi-square test showed no significant association between ram and diagnosis in any round ($p > 0.05$). It is concluded that reproductive efficiency can be systematically monitored from data already collected, and that automating it through a free public tool brings data science closer to the field.

Keywords: sheep farming; reproductive efficiency; web tool.

Introdução

Em seu sentido amplo, o agronegócio inclui os estabelecimentos de agricultura familiar, patronal e as cooperativas, englobando toda a atividade relacionada à produção e à comercialização de produtos agrícolas, inclusive os de origem animal (BARROS, 2022). A ovinocultura ocupa papel relevante nesse cenário, respondendo por parte expressiva da produção brasileira de carne e lã de pequenos ruminantes; contudo, sua competitividade depende diretamente da eficiência com que o rebanho se reproduz, uma vez que é a reprodução que determina o número de cordeiros nascidos, desmamados e disponíveis para recria e engorda a cada ciclo produtivo.

Decisões relacionadas à reprodução apresentam consequências econômicas para a propriedade. Uma matriz que permanece vazia após uma tentativa de inseminação pode ser submetida a novas intervenções reprodutivas, demandando recursos com protocolos hormonais, sêmen, mão de obra, diagnóstico e manutenção do animal, ao passo que a permanência prolongada de matrizes com baixo desempenho reprodutivo pode representar utilização de recursos sem o correspondente retorno produtivo. Por outro lado, decisões de descarte também precisam ser criteriosas: a identificação isolada de uma matriz vazia não é suficiente para caracterizar infertilidade ou justificar seu descarte, sendo necessária a análise do histórico reprodutivo para diferenciar animais prenhes após determinada tentativa daqueles que apresentam repetidos ciclos estrais sem conseguir reproduzir.

Assim, o acompanhamento de indicadores reprodutivos pode contribuir para que o produtor estabeleça critérios mais objetivos para o planejamento do rebanho, incluindo decisões relacionadas à repetição de protocolos, avaliação de matrizes e composição do plantel. Essa perspectiva está relacionada ao avanço da Precision Livestock Farming, na

qual dados provenientes dos animais e dos sistemas de produção são integrados a tecnologias capazes de apoiar o monitoramento e a tomada de decisão, aproximando a produção animal de modelos de gestão orientados por dados.

Nesse contexto, a eficiência reprodutiva é reconhecida como o principal fator multiplicativo da produtividade em ovinocultura, pois cada matriz que não emprenha representa um cordeiro a menos no ciclo seguinte, com impacto direto sobre a taxa de desfrute e a rentabilidade da atividade. A técnica da estação de monta, na qual o reprodutor é solto com determinado número de matrizes durante um período de tempo, consolidou-se como a principal biotecnologia reprodutiva empregada para elevar e padronizar os índices de prenhez, por dispensar a detecção de estro e permitir a inseminação de todo o lote em datas programadas. Seu sucesso, entretanto, depende de múltiplos fatores, o que torna indispensável o acompanhamento sistemático dos resultados de cada rodada para embasar decisões de manejo e descarte.

Na prática do produtor, porém, essa análise dificilmente é feita de forma sistemática. Os diagnósticos de cada rodada costumam ser anotados em planilhas de campo e depois digitados em arquivos isolados, sem que o produtor calcule a taxa de prenhez de cada rodada, identifique o desempenho de cada reprodutor ou saiba com precisão quais matrizes devem ser descartadas ao final do ciclo, análise que exige conhecimento de estatística e de programação que a maioria dos produtores e técnicos de campo não possui, fazendo com que dados já coletados deixem de orientar a tomada de decisão.

É diante dessa lacuna que este projeto se posiciona: partindo dos resultados obtidos a partir de uma planilha real de atendimento reprodutivo, apresenta-se uma solução prática que devolve esse tipo de análise ao produtor, uma ferramenta web pública que recebe a planilha preenchida pelo próprio usuário e devolve, em poucos segundos e sem necessidade de programação, um relatório completo de eficiência reprodutiva do rebanho, em PDF e em Excel.

Metodologia

3.1 Delineamento Geral do Estudo

Trata-se de um estudo quantitativo e aplicado, estruturado em duas frentes complementares: (i) análise descritiva e inferencial de dados reprodutivos de um rebanho ovino hipotético submetido a três estações de monta consecutivas; e (ii) desenvolvimento e publicação de uma ferramenta computacional que replica essa mesma análise automaticamente, a partir de dados enviados por qualquer produtor. A metodologia foi construída em três etapas: preparação e análise exploratória em ambiente de notebook (Google Colaboratory); tratamento estatístico e geração dos indicadores; e generalização do código em uma aplicação web pública, destinada a produtores sem conhecimento de programação.

3.2 Origem, Natureza e Estrutura dos Dados

A base de dados é hipotética, gerada para fins de simulação e desenvolvimento metodológico, contendo 3.002 matrizes ovinas identificadas por número único e por posição fixa (coluna "Ordem"). Cada matriz é acompanhada ao longo de um ano agrícola simulado, partindo de diagnóstico inicial "Vazia" (100% dos animais) e passando por até três estações de monta, cada uma associada a protocolo hormonal, reprodutor (Apolo, Greek ou Zeus) e novo diagnóstico. Matrizes prenhes não seguem às rodadas seguintes; apenas as vazias avançam. Ao final, cada matriz recebe um diagnóstico de gestação final, que baliza a decisão de descarte. A planilha segue um modelo fixo de 13 colunas obrigatórias, detalhadas no Quadro 1, padrão também exigido pela ferramenta web desenvolvida.

3.3 Ambiente e Ferramentas Computacionais

A análise foi conduzida em Python, com posterior encapsulamento do raciocínio analítico em uma aplicação web, utilizando pandas, numpy, matplotlib, seaborn, scipy.stats, openpyxl e Streamlit, com código versionado no GitHub.

3.4 Preparação e Validação dos Dados

Antes do cálculo de indicadores, a planilha passa por duas verificações: a checagem automática das 13 colunas do Quadro 1 (interrompendo a análise e informando a coluna ausente, caso alguma falte) e a verificação de cada estação de monta, em que um animal é considerado "submetido" apenas quando o protocolo está preenchido e o diagnóstico é "Prenhe" ou "Vazia" — a ausência de protocolo indica que o animal não foi submetido àquela rodada. Registros com diagnóstico ausente são identificados individualmente para checagem manual.

3.5 Cálculo dos Indicadores de Eficiência Reprodutiva

Os indicadores foram calculados de forma independente do tamanho do rebanho, seguindo a lógica descrita no Quadro 2. A taxa de prenhez por rodada e a taxa final foram calculadas como a razão entre diagnósticos "Prenhe" e o total de diagnósticos válidos, multiplicada por 100. Os reprodutores de cada rodada foram identificados automaticamente a partir dos valores únicos das colunas correspondentes, sem nomes fixados no código, permitindo que a rotina funcione com qualquer conjunto de reprodutores. Para cada reprodutor, calculou-se a taxa de prenhez por rodada e de forma consolidada. Para verificar associação entre reprodutor e resultado do diagnóstico, aplicou-se o teste qui-quadrado (χ^2) de independência em cada rodada, com 2 graus de liberdade e nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$); valores de $p \geq 0,05$ foram interpretados como ausência de evidência de associação.

3.6 Auditoria de Consistência dos Dados

Motivada pela taxa de prenhez discrepante da primeira estação de monta, realizou-se uma auditoria da posição (coluna "Ordem") dos registros "Vazia" no diagnóstico final, comparando a distribuição observada com a esperada de um processo aleatório (~50% de sucesso por rodada). A identificação de um bloco não aleatório de registros "Vazia" ao final do arquivo motivou a incorporação, na ferramenta web, de uma etapa formal de validação estrutural antes de qualquer cálculo (etapa 2 do Quadro 2).

3.7 Visualização dos Resultados

Para cada indicador, foram gerados automaticamente gráficos de barras (comparando taxas entre rodadas e reprodutores) e de pizza (composição dos diagnósticos), construídos a partir das Tabelas produzidas nas etapas 4, 5 e 7 do pipeline. A mesma lógica de visualização foi mantida na ferramenta web.

3.8 Desenvolvimento e Publicação da Solução Web

O código foi generalizado, sem depender de nomes fixos de reprodutores, protocolos ou tamanho de rebanho, e encapsulado em uma aplicação web pública (Streamlit), publicada em https://auxiliadorrelatoriosovinos.streamlit.app/, com código hospedado no GitHub. O fluxo de uso compreende quatro etapas: (1) download do modelo de planilha; (2) preenchimento com os dados do rebanho do usuário, conforme o Quadro 1; (3) upload do arquivo preenchido, sem necessidade de programação; (4) recebimento automático de um relatório de eficiência reprodutiva em PDF e Excel. Internamente, a plataforma executa a mesma sequência do Quadro 2, de forma automática e adaptada a cada planilha enviada.

3.9 Considerações Éticas

Por se tratar de um conjunto de dados hipotético, gerado para fins metodológicos e didáticos, o estudo não envolveu coleta de dados de animais reais, não demandando submissão a comitê de ética. A ferramenta web processa exclusivamente os dados inseridos voluntariamente pelo usuário, sem armazenamento permanente de informações de terceiros.

Resultados e Discussões

Esta seção discute diretamente os resultados de eficiência reprodutiva obtidos a partir da planilha de atendimento de um rebanho ovino hipotético, com 3.002 matrizes, submetido a três estações de monta consecutivas ao longo de um ano agrícola, utilizada como exemplo para o desenvolvimento e a validação da metodologia analítica. Cada matriz inicia o ano com diagnóstico de gestação “Vazia”; a cada matriz vazia é aplicado um protocolo de IATF e um reprodutor (Apolo, Greek ou Zeus), seguido de novo diagnóstico. Matrizes diagnosticadas como prenhes são agrupadas em um lote separado, para receber o manejo adequado a sua condição fisiológica. As que permanecem vazias, após exame da condição de saúde e reprodutiva seguem para a estação de monta seguinte, em um total de três rodadas, encerrando-se com um diagnóstico de gestação definitivo, que baliza o descarte das matrizes que permaneceram vazias.

4.1. Estatística descritiva geral

O conjunto de dados possui 3.002 matrizes, todas com identificação única, sem duplicidade de registros. No diagnóstico de gestação inicial, 100% das matrizes (n =

3.002) encontravam-se “Vazia”, conforme esperado, já que nenhuma inseminação havia sido realizada até esse ponto.

4.2. Taxa de prenhez por estação de monta

Nota-se que as rodadas 2 e 3 apresentaram taxa de prenhez próxima à eficiência de 50% descrita na concepção do experimento hipotético. A estação de monta 1 apresentou taxa de 33,3% (1.000 prenhezes em 3.002 matrizes aptas na estação), valor abaixo da eficiência de 50% esperada para cada estação de monta, o que ilustra a variabilidade que pode ocorrer entre rodadas mesmo em um cenário simulado.

4.3. Diagnóstico de gestação final do rebanho

Ao final das três estações de monta consecutivas, 2.513 matrizes (83,7%) estavam prenhes e 488 (16,3%) permaneciam vazias. O diagnóstico de gestação final, registrado separadamente na planilha, confirmou 2.510 matrizes prenhes (83,6%) e 491 vazias (16,4%), havendo um único registro sem informação (dado ausente). A pequena diferença entre o diagnóstico da rodada 3 e o diagnóstico final (4 matrizes que estavam prenhes na rodada 3 e passaram a vazias no diagnóstico final, e 1 matriz vazia que passou a prenhe) é compatível com perdas gestacionais tardias, fenômeno biologicamente esperado entre o diagnóstico de gestação e a confirmação definitiva.

As 491 matrizes vazias no diagnóstico final são as candidatas ao descarte do rebanho por suspeita de problema reprodutivo, conforme os critérios definidos para este projeto — é exatamente essa lista que, na solução web associada a este projeto, o produtor passa a receber automaticamente em seu relatório.

4.4. Uso e desempenho reprodutivo por reprodutor

Os três carneiros reprodutores (Apolo, Greek e Zeus) foram utilizados de forma balanceada na primeira rodada (cerca de 1/3 do lote de fêmeas para cada um). Nas rodadas seguintes, como apenas as matrizes vazias são novamente postas na estação de monta seguinte, o número absoluto de inseminações por reprodutor diminui, mas a proporção entre eles permanece próxima. No total das três rodadas, foram registradas 6.006 inseminações, distribuídas em 2.086 para Apolo (34,7%), 2.085 para Zeus (34,7%) e 1.835 para Greek (30,6%).

O teste qui-quadrado de independência entre reprodutor utilizado e diagnóstico de gestação não indicou associação estatisticamente significativa em nenhuma das três rodadas (Rodada 1: $\chi^2 = 0{,}002$; $p = 0{,}999$; Rodada 2: $\chi^2 = 0{,}001$; $p = 1{,}000$; Rodada 3: $\chi^2 = 0{,}008$; $p = 0{,}996$; todos com 2 graus de liberdade). Ou seja, dentro do conjunto de dados analisado, não há evidência de que algum reprodutor tenha apresentado desempenho reprodutivo superior ou inferior aos demais — resultado esperado, uma vez que os dados foram gerados de forma balanceada entre os três reprodutores.

Os resultados mostram que é possível extrair, de uma simples planilha de atendimento reprodutivo, indicadores objetivos de manejo: taxa de prenhez por estação de monta, desempenho comparado entre reprodutores e a lista de matrizes a descartar. Ainda que os dados analisados sejam hipotéticos e utilizados apenas como exemplo de aplicação da metodologia — de modo que a posição de cada registro na planilha não tenha

qualquer significado biológico ou de manejo —, os resultados demonstram o tipo de informação que uma rotina analítica bem estruturada é capaz de gerar a partir de dados de campo.

É esse potencial que justifica, na prática, a arquitetura da solução web associada a este projeto: uma ferramenta que recebe planilhas de produtores diferentes, com rebanhos de tamanhos diferentes, não pode apenas calcular médias e taxas, ela precisa, antes de tudo, validar se a planilha enviada tem a estrutura esperada (as 13 colunas obrigatórias descritas na metodologia) e interromper a análise sempre que essa estrutura não corresponder ao modelo, evitando que indicadores sejam calculados sobre dados incompletos ou mal formatados. Nesse sentido, a solução não é apenas uma automação da análise, mas também uma camada de proteção contra decisões de manejo baseadas em dados mal estruturados.

Do ponto de vista do produtor, a principal contribuição da ferramenta é reduzir a distância entre o dado coletado no campo e a decisão de manejo: hoje, esse produtor coleta os diagnósticos de gestação de cada rodada de IATF, mas raramente calcula formalmente a taxa de prenhez por rodada ou consolida o desempenho de cada reprodutor. Com a ferramenta, esse mesmo produtor preenche um modelo de planilha já conhecido e recebe, de volta, exatamente os indicadores discutidos neste documento, sem precisar programar, sem depender de um técnico disponível a todo momento e sem custo de aquisição de software, já que a ferramenta é pública e gratuita.

Um dos resultados mais relevantes do estudo foi a identificação de 491 matrizes com diagnóstico final vazio.Esses animais representam aproximadamente 16,4% das matrizes com diagnóstico final registrado.Esse número deve ser interpretado para além de uma simples estatística. Em uma propriedade comercial, uma matriz vazia continua ocupando espaço, consumindo alimento, demandando manejo e representando um animal que não produziu um cordeiro naquele ciclo. Além disso, dependendo do sistema adotado, essas matrizes podem ter sido submetidas a uma ou mais estações de monta. Assim, a informação gerada pelo diagnóstico final possui potencial para contribuir diretamente com a gestão dos custos do sistema produtivo.

O ponto central não é afirmar que todas as 491 matrizes devem necessariamente ser descartadas. Isso seria uma interpretação inadequada dos dados. O resultado permite, entretanto, identificar um grupo que merece avaliação individualizada para decisão de permanência ou descarte. Essa informação é particularmente importante porque o descarte baseado apenas em percepção subjetiva pode levar tanto à manutenção de animais de baixo desempenho quanto ao descarte prematuro de animais que ainda possuem valor produtivo. Assim, a ferramenta desenvolvida neste projeto pode ser compreendida como uma primeira camada de um sistema de apoio à decisão, em que o primeiro nível consiste na avaliação da eficiência reprodutiva e etapas futuras poderão incorporar indicadores econômicos.

Conclusão

A análise da planilha de atendimento reprodutivo do rebanho ovino hipotético permitiu calcular, de forma objetiva, os principais indicadores de eficiência reprodutiva de três estações de monta sucessivas: taxa de prenhez por rodada, taxa de prenhez final, desempenho comparado entre os três reprodutores utilizados e a lista de matrizes candidatas ao descarte. Os resultados obtidos são compatíveis com os parâmetros usualmente relatados nos protocolos de manejo reprodutivo em rebanhos de ovinos, e o teste de qui-quadrado não indicou associação estatisticamente significativa entre o reprodutor utilizado e o resultado do diagnóstico de gestação em nenhuma das rodadas.

Esses resultados confirmam que um conjunto relativamente simples de variáveis já é suficiente para gerar indicadores de manejo diretamente aplicáveis à tomada de decisão do produtor, desde que a planilha de origem esteja completa e devidamente estruturada. É exatamente essa constatação que dá sentido prático à solução web associada a este projeto: uma ferramenta que valida a estrutura da planilha enviada antes de calcular qualquer indicador e devolve ao produtor, em poucos minutos e sem necessidade de conhecimento de programação, o mesmo tipo de relatório discutido neste documento, em formato PDF, para leitura e apresentação dos resultados, e em Excel, para conferência e reaproveitamento dos dados.

Conclui-se, portanto, que a eficiência reprodutiva de um rebanho ovino usando estação de monta pode ser acompanhada de forma sistemática e replicável a partir de dados já coletados rotineiramente pelo produtor, e que a automação dessa análise, por meio de uma ferramenta pública e gratuita, representa um caminho viável para aproximar a ciência de dados da tomada de decisão no manejo reprodutivo de pequenos ruminantes.

Referências

BARROS, G. S. A. C. Agronegócio: Conceito e Evolução. Disponível em: https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/agro%20conceito%20e%20evolu%C3%A7%C3%A3o_jan22_.pdf. Acesso em: 13 jul. 2022.

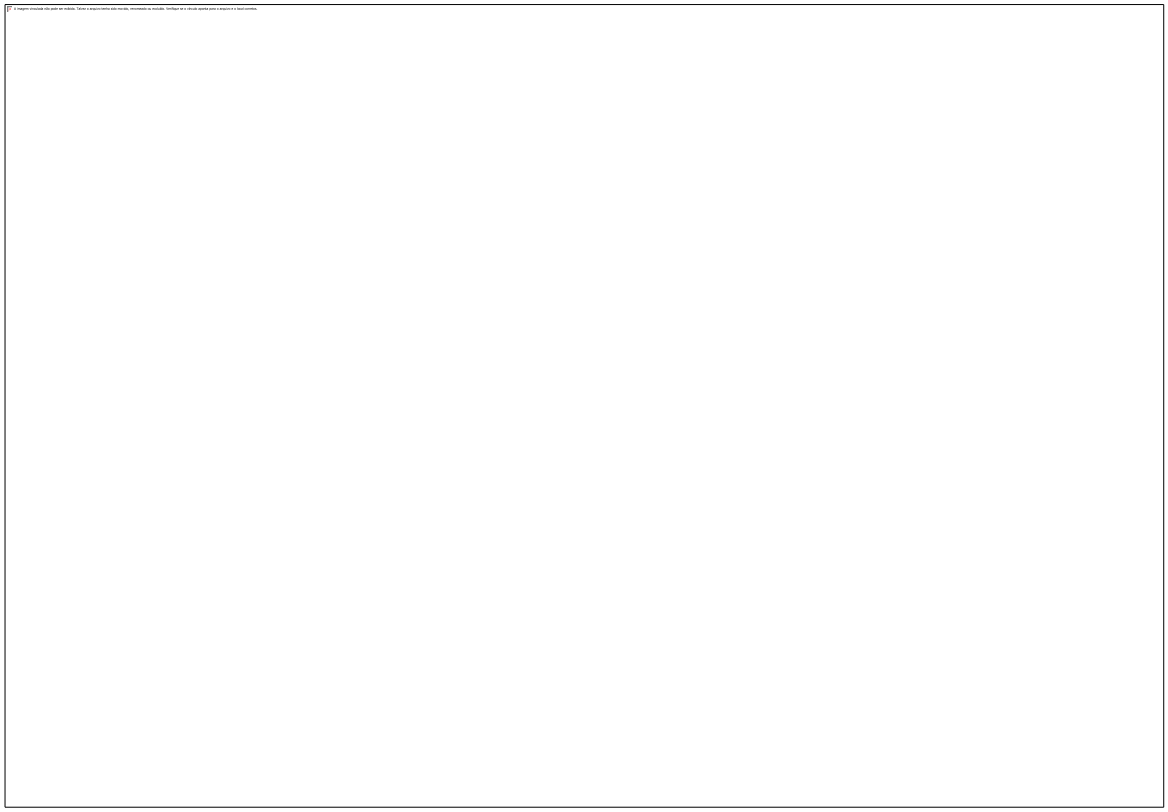
GRUS, Joel. Data Science do Zero: noções fundamentais com Python. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Produção Sustentável. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/conceitos/producao-sustentavel.html. Acesso em: 13 jul. 2023.

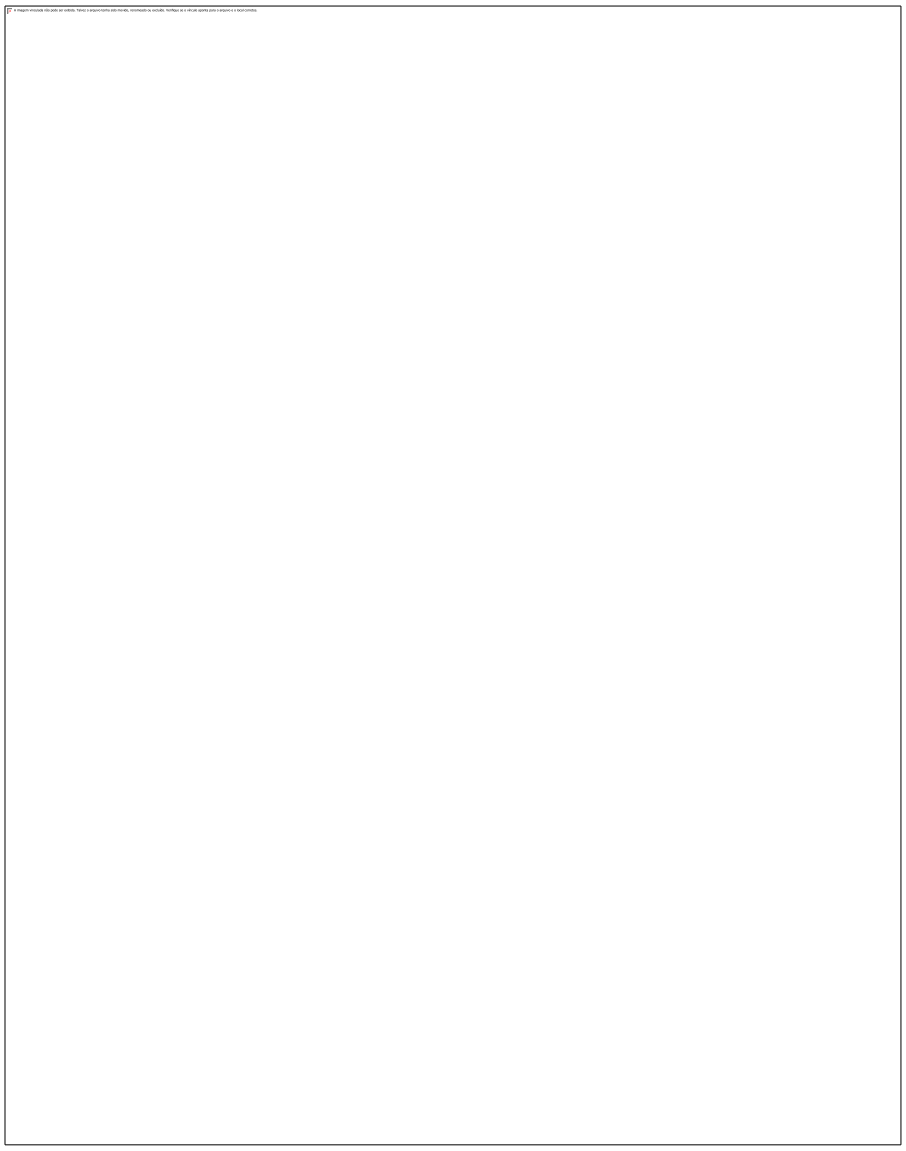
PUBVET. Inseminação artificial em tempo fixo. Pubvet — Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2015. Disponível em: https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/pt_BR/article/view/1594. Acesso em: 27 ago. 2026.

VITRINE DA AGRICULTURA FAMILIAR. O que é a Agricultura Familiar. Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/vitrine/o-que-e-a-agricultura-familiar. Acesso em: 13 jul. 2023.

Anexos



Quadro 1



Quadro 2

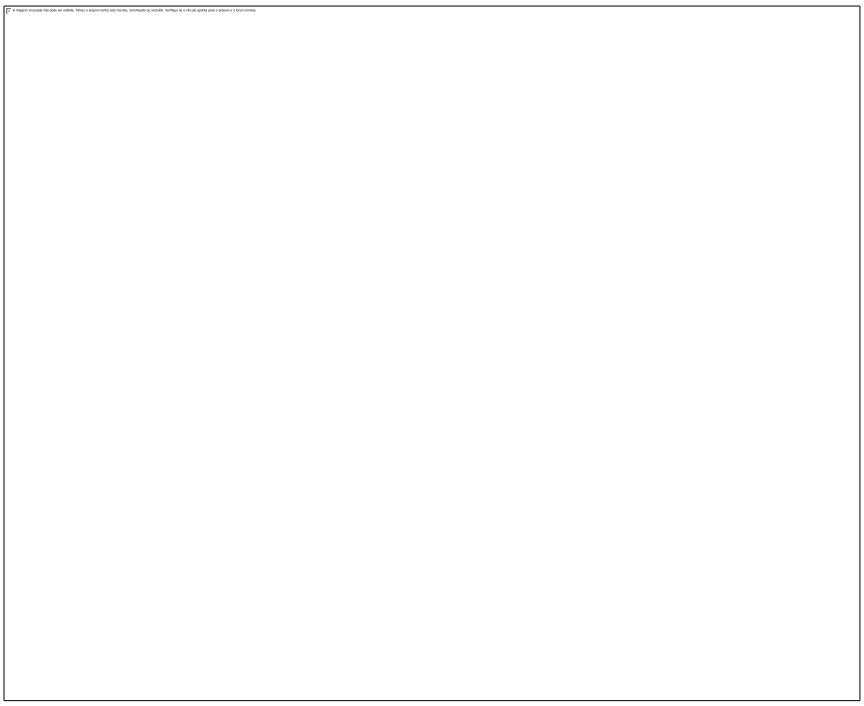


Tabela e Figura 1

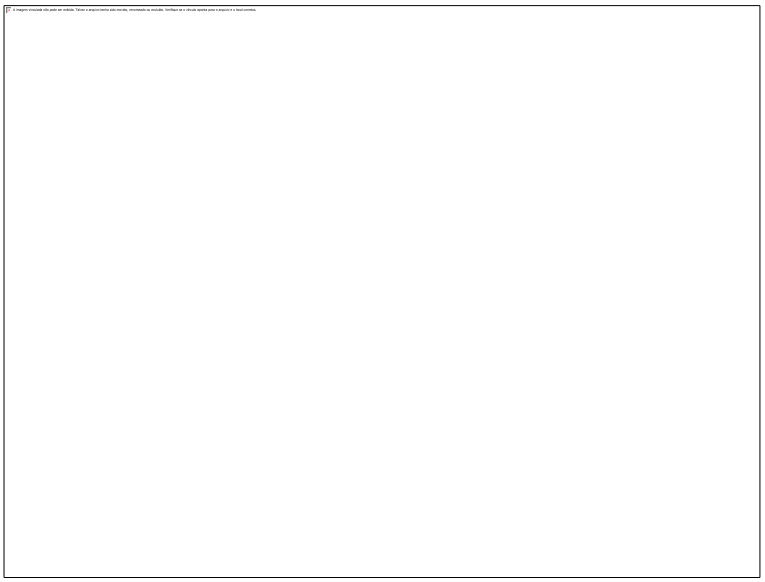


Figura 2

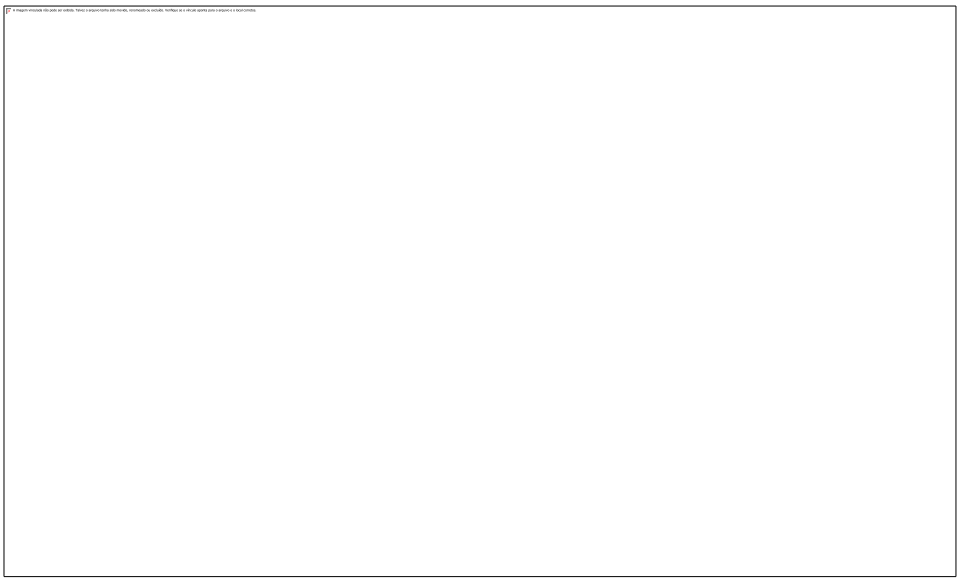


Figura 3

CÓDIGO: SB0523

AUTOR: JOSÉ VINÍCIUS VARELA DA SILVA

ORIENTADOR: ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA

TÍTULO: Aferição da toxicidade de íons em sorgo irrigado com água salina submetido a esterco bovino e gesso agrícola.

Resumo

A salinização do solo, agravada pela escassez hídrica que é característica do semiárido brasileiro, representa um desafio crítico para a estabilidade da produtividade agrícola. O presente estudo teve como objetivo avaliar a composição mineral e o desenvolvimento biométrico do sorgo (cv. BRS Ponta Negra) cultivado sob estresse salino e submetido a diferentes doses de esterco bovino e gesso agrícola como estratégias mitigadoras. O experimento foi conduzido em casa de vegetação (Macaíba-RN), utilizando vasos com solo arenoso, com colheita realizada aos 60 dias após a semeadura para determinação da matéria seca e análise dos teores iônicos (Na+, Ca2+, K+, P, Mg2+ e Cl-). Os resultados demonstraram que o aporte de matéria orgânica favoreceu o desenvolvimento da cultura do sorgo, observando-se incrementos significativos no diâmetro do colmo e na altura das plantas em resposta às doses de esterco. Conclui-se que a aplicação integrada de gesso agrícola e esterco bovino contribui para o aumento da produção de matéria seca, entretanto, foi identificada uma limitação no desenvolvimento em altura da cultivar associada ao enovelamento do sistema radicular, indicando a importância de otimizar o manejo físico do substrato para maximizar a tolerância das plantas ao estresse salino.

Palavras-chave: Salinidade; Irrigação; Semiárido

TITLE: Assessment of ion toxicity in sorghum irrigated with saline water and treated with cattle manure and agricultural gypsum.

Abstract

Soil salinization, exacerbated by the water scarcity characteristic of the Brazilian semi-arid region, poses a critical challenge to the stability of agricultural productivity. This study aimed to evaluate the mineral composition and biometric development of sorghum (cv. BRS Ponta Negra) grown under salt stress and subjected to different rates of cattle manure and agricultural gypsum as mitigation strategies. The experiment was

conducted in a greenhouse (Macaíba, RN) using pots containing sandy soil; harvesting took place 60 days after sowing to determine dry matter and analyze ionic content (Na+, Ca2+, K+, P, Mg2+, and Cl-). The results demonstrated that the addition of organic matter favored sorghum crop development, with significant increases observed in stalk diameter and plant height in response to manure rates. It is concluded that the integrated application of agricultural gypsum and cattle manure contributes to increased dry matter production; however, a limitation in the cultivar's height development was identified, associated with root system coiling, indicating the importance of optimizing the physical management of the substrate to maximize plant tolerance to salt stress.

Keywords: Salinity; Irrigation; Semiarid

Introdução

A disponibilidade e usos da água é uma questão crucial, no semiárido do Nordeste brasileiro, no que concerne ao desenvolvimento da região, cuja característica é a irregularidade do regime pluviométrico (CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2010). As águas utilizadas na irrigação, independente da fonte em que foi obtida, apresentam determinadas concentrações de sais; assim, o uso contínuo de áreas sob irrigação acarreta acúmulo desses sais no solo (MEDEIROS, GHEYI, NASCIMENTO, 2012).

A matéria orgânica do solo desempenha um papel importante na sustentabilidade agrícola, influenciando os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, com reflexo na estabilidade da produtividade dos agroecossistemas (COSTA; SILVA; RIBEIRO, 2013), destacando-se a estimulação da microbiota do solo, condicionamento físico do solo, efeito tampão biológico e químico, controle térmico e melhor retenção de água (BOULAL et al., 2011).

O risco de salinização do solo através do esterco bovino é eminente de modo que vem se buscando alternativas viáveis para corrigir os impactos da salinidade do solo através de corretivos dentre os quais, o gesso tem sido o mais empregado, principalmente devido ao seu baixo custo em relação aos demais, entretanto, apesar de muitos trabalhos atestarem seus efeitos positivos na melhoria dos atributos químicos e físicos, este corretivo é de reação neutra e de pouca contribuição para baixar o pH destes solos, embora alguns resultados mostraram que o mesmo tem sido capaz de reduzir o pH de solos salinos alcalinos (SOUSA et al., 2012).

A acumulação excessiva dos sais solúveis sobre as plantas pode resultar além de dificuldades na absorção de água, toxicidade de íons específicos e interferência em processos fisiológicos, redução no crescimento e desenvolvimento das plantas (DIAS et al., 2010). Em geral, a salinidade inibe o crescimento das plantas, em função dos efeitos tóxicos dos íons (Na+ e Cl) e à redução do potencial osmótico do solo (MUNNS, 2005). Além disso, provoca deficiência nutricional de K+, Ca2+ e Mg2+ induzida pela competição com o Na+, ou mesmo do N pela alta concentração de Cl, devido à competição com o NO3-(APSE; BLUMWALD, 2007).

O sorgo é uma gramínea de origem tropical que apresenta características xerófilas, desenvolvendo mecanismos eficientes de tolerância à seca. Pertencente ao grupo de plantas C4, essa espécie suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com

altas taxas fotossintéticas, mesmo em condições de limitação na disponibilidade de CO2, a partir do mecanismo de fechamento dos estômatos para minimização de perda de água (LANDAU; SANS, 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a composição mineral do sorgo cv BRS Ponta Negra irrigado com água salina e submetido a diferentes doses de esterco bovino e gesso agrícola na possibilidade de evitar os efeitos nocivos do acúmulo de íons tóxicos às plantas.

Metodologia

A instalação do experimento foi realizada colocando em vasos plásticos de 20 L, aproximadamente 25 kg de solo arenoso, sendo perfurados na face inferior. Antes, porém, foi colocada uma camada de brita de 2 cm, para facilitar a drenagem. A semeadura realizou-se colocando dez sementes de sorgo em cada vaso. O experimento foi conduzido na Escola Agrícola de Jundiaí – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, localizada no município de Macaíba – RN, em casa de vegetação.

Aos sessenta dias após a semeadura, realizou-se a coleta do experimento, procedendo-se a coleta de colmos + bainhas, limbos foliares e sistema radicular, após pesagem foram acondicionados em sacos de papel e levados à estufa com circulação forçada, a 65 ºC, por um período de sete dias, até verificação de peso constante das amostras, para obtenção da matéria seca do material.

A partir da matéria seca dos colmos + bainhas e limbos foliares, foram triturados em moinho tipo Willey, para preparo de extrato para a determinação dos teores de Na+, Ca2+, K, P e Mg seguindo a metodologia de Miyazawa et al. (1984). Os teores de Na+, Ca2+, e K foram determinados através de fotometria de chama, enquanto que os teores de P por colorimetria, e os teores de Mg2+ por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA et al., 1989), e os teores de Cl-, a partir de extratos aquosos, foram determinados através da metodologia de Gaines et al. (1984).

Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com $p < 0,05$, utilizando-se o programa ASSISTAT 7.6 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Resultados e Discussões

Na figura 1 observa-se um crescimento no diâmetro do colmo à medida que há uma elevação nas dosagens de esterco bovino por tratamento, sendo observado melhores rendimentos nos tratamentos com doses de 30 t/ha-1 de esterco bovino.

A respeito da altura das plantas (Figura 2) podemos verificar que a altura das plantas de sorgo teve uma resposta positiva, decorrente das dosagens de esterco bovino com um acréscimo de cerca de até 10 cm entre tratamentos.

De acordo com Tavares et al (2015), a variável altura da planta que na maior concentração de esterco houve um declínio no crescimento da planta quando comparado com as concentrações inferiores, porém mesmo diante desse decréscimo foi possível constatar maior altura das plantas com a maior concentração de esterco.

Conclusão

Houve aumento no rendimento nos teores de massa seca tanto no limbo foliar como no colmo mediante a aplicação de gesso agrícola em função de esterco bovino.

Foi observado redução nos padrões de altura da cultivar de sorgo cv. BRS Ponta Negra devido ao enovelamento da raiz.

Referências

APSE, M.P.; BLUMWALD, E. Na+ transport in plants. FEBS Letters, v.581, n.12, p.2247-2254, 2007.ARAGÃO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 1, p.100-106, 2010.

BOULAL, HAKIM.; GÓMEZ-MACPHERSON, HELENA.; GÓMEZ, J. A.; MATEOS, L. Effect of soil management and traffic on soil erosion in irrigated annual crops. Soil & Tillage Research, v.115, p.62–70, 2011.

CIRILO, J.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; CAMPOS, J.N.B. A Questão da Água no Semiárido Brasileiro. In: BICUDO, C.E. de M; TUNDISI, J.G.; CHEUENSTUHL, M.C.B.. (Org.). Águas do Brasil Análises Estratégicas. 1ed. São Paulo: Instituto de Botânica. v. 1, p. 81-91, 2010.

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17. 2013.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Instituto Nacional de Ciência e tecnologia em Salinidade. Fortaleza, CE., parte II, cap 9, p.129-141, 2010.

GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. Agronomy Journal, v.76, p.371-374, 1984.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Cultivo de sorgo: Clima. Sistema de Produção, 2, 6 eds., 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/clima.htm> Acessado em: 12 abr 2019.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e Aplicações. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, 1989. 201p.

MEDEIROS, J F.; GHEYI, H. R.; NASCIMENTO, I. B. Salinidade de solo e da água e seus efeitos na produção agrícola. In: Recursos hídricos em regiões semiáridas. GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S; GALVÃO, C. O. (Eds) – Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258 p.: il.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F. M. Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas. Ciência e Cultura, v.36, p.1953-1958, 1984.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist, v.167, p. 645–663, 2005.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components analysis in the software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUSA, F.Q.; ARAÚJO, J.L.; SILVA, A.P.; PEREIRA, F.H.F.; SANTOS R.V; LIMA G.S. Crescimento e respostas fisiológicas de espécies arbóreas em solo salinizado tratado com corretivos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 6:173-181. 2012

SOUSA, G. G. de. et al. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 2, p. 237-245, 2012.

TAVARES, L. M. de S; MOTA, L. L; CAVALCANTE JÚNIOR J. A. H. CRESCIMENTO INICIAL DA CULTURA DO SORGO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE BIOFERTILIZANTE BOVINO. In: XXV CONIRD – CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2015, São Cristóvão: Usf, 2015. v. 1, p. 1 - 6. Disponível em: <http://www.abid.org.br/cd-xxv-conird/PDF/057.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2026.

Anexos



Figura 1. Diâmetro do colmo de sorgo irrigado com água salina mediante aplicação de gesso agrícola em função de doses de esterco bovino.

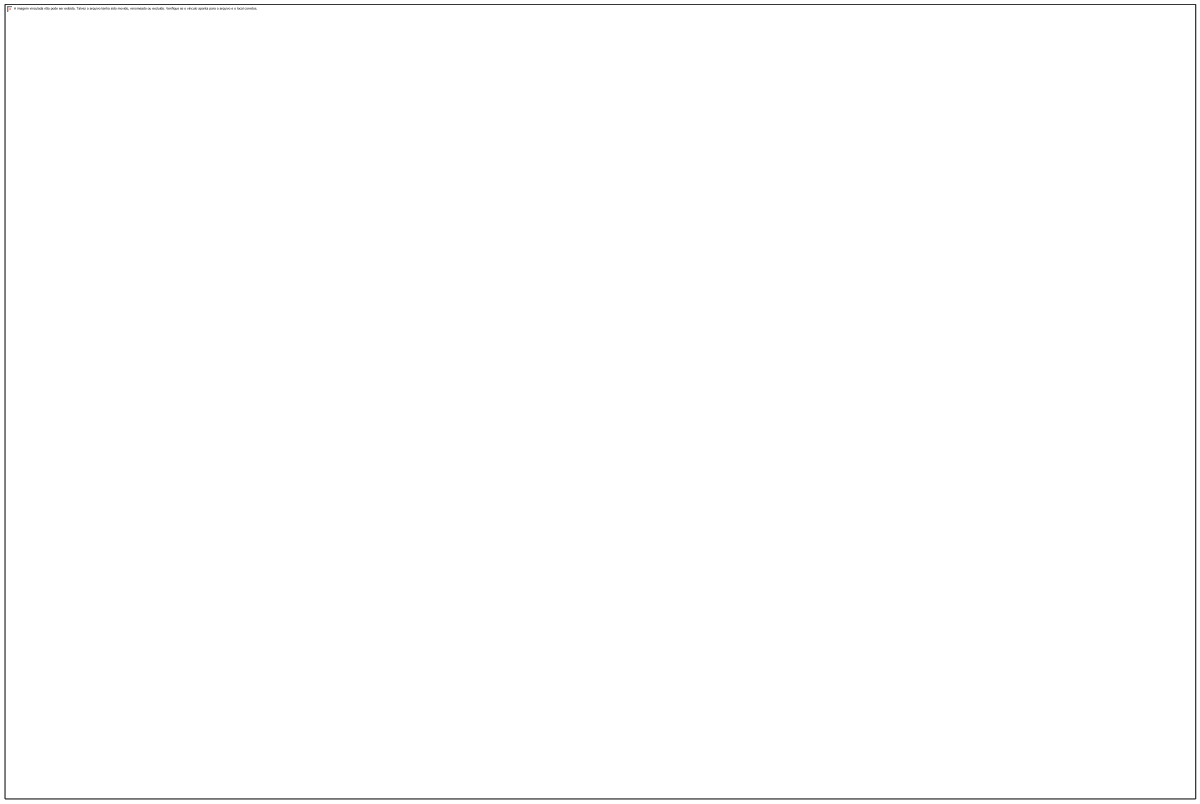


Figura 2. Altura de plantas de sorgo irrigadas com água salina mediante aplicação de gesso agrícola em função de doses de esterco bovino.

CÓDIGO: SB0583

AUTOR: LUIZA DOS SANTOS GONÇALVES DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: CLÁUDIA DA COSTA LOPES

TÍTULO: Avaliação do potencial probiótico do Bacillus amyloliquefaciens e Bacillus licheniformis incluídos na dieta de frangos de corte sobre a qualidade da cama

Resumo

A qualidade da cama aviária é fundamental para o bem-estar, desempenho zootécnico e sanidade dos frangos de corte, sendo influenciada pela umidade, pH, temperatura e concentração de amônia. A reutilização da cama, embora reduza custos, pode favorecer o aumento da produção de amônia. Nesse contexto, probióticos do gênero *Bacillus* podem melhorar a digestibilidade dos nutrientes, reduzir a excreção de compostos nitrogenados e contribuir para a qualidade da cama. Objetivou-se avaliar o potencial de *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus licheniformis*, incluídos na dieta de frangos de corte, sobre a produção de amônia e a qualidade da cama. Foram utilizados 288 pintinhos Cobb 500, de 1 a 35 dias, distribuídos em quatro tratamentos: dieta controle, 0,05% de *B. amyloliquefaciens*, 0,05% de *B. licheniformis* e associação das cepas. Foram avaliados temperatura, pH, amônia, nitrogênio e matéria seca da cama. Aos 25 dias, não houve diferenças para temperatura, amônia e matéria seca. Os tratamentos com *B. amyloliquefaciens* e sua associação apresentaram menor pH e maior teor de nitrogênio, além de tendência de redução da volatilização de amônia. Aos 35 dias, apenas a concentração de amônia foi influenciada, com menor valor para *B. licheniformis* e maior para *B. amyloliquefaciens*. Conclui-se que as cepas atuam de forma distinta sobre os compostos nitrogenados da cama, com *B. amyloliquefaciens* apresentando maior potencial aos 25 dias e *B. licheniformis* aos 35 dias.

Palavras-chave: Bacillus amyloliquefaciens; Bacillus licheniformis; amônia

TITLE: Evaluation of the probiotic potential of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus licheniformis* included in broiler diets on litter quality.

Abstract

Litter quality is crucial for the welfare, zootechnical performance, and health of broiler chickens, and is influenced by moisture, pH, temperature, and ammonia concentration. Although reusing litter reduces costs, it can promote increased ammonia production. In this context, *Bacillus* probiotics can improve nutrient digestibility, reduce nitrogenous compound excretion, and contribute to litter quality. This study aimed to evaluate the potential of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus licheniformis*, included in broiler diets, regarding ammonia production and litter quality. A total of 288 Cobb 500 chicks (aged 1 to 35 days) were used and distributed across four treatments: a control diet, 0.05% *B. amyloliquefaciens*, 0.05% *B. licheniformis*, and a combination of the strains. Litter temperature, pH, ammonia, nitrogen, and dry matter were evaluated. At 25 days, no differences were observed regarding temperature, ammonia, or dry matter.

Treatments with *B. amyloliquefaciens* and the strain combination showed lower pH and higher nitrogen content, as well as a trend toward reduced ammonia volatilization. At 35 days, only ammonia concentration was affected, with the lowest value observed for *B. licheniformis* and the highest for *B. amyloliquefaciens*. It is concluded that the strains act differently on litter nitrogenous compounds, with *B. amyloliquefaciens* showing greater potential at 25 days and *B. licheniformis* at 35 days.

Keywords: Bacillus amyloliquefaciens; Bacillus licheniformis; anmônia

Introdução

A avicultura de corte no Brasil ocupa posição de destaque no mercado nacional e internacional devido aos expressivos ganhos de produtividade, decorrentes da adoção contínua de inovações em áreas estratégicas como melhoramento genético, nutrição animal, manejo produtivo, ambiência, além do aprimoramento de equipamentos e práticas sanitárias (Sandi, 2021). Nesse cenário, a crescente evolução e demanda de produção têm trazido problemas quanto às práticas de manejo, como a qualidade de cama aviária (Grobe, 2020) que exerce papel fundamental por constituir o ambiente de contato direto das aves durante todo o ciclo produtivo. Isso influencia diretamente o bem-estar, o desempenho zootécnico e a sanidade dos animais (Gonçalves et al., 2019).

A cama de frango é composta por excretas, restos de ração, penas e microrganismos, sendo considerada o principal resíduo gerado na produção avícola (Gonçalves et al., 2019). A reutilização desse material ao longo de vários lotes é prática comum, sobretudo devido à redução de custos. Entretanto, essa reutilização pode levar a altos níveis de amônia no interior dos galpões, de 60 a 100 ppm, um valor considerado acima do recomendado, que deve ser inferior a 20 ppm (Globalgap, 2007).

Além da concentração de amônia, diversos fatores influenciam a qualidade da cama, destacando-se a umidade, o pH e a temperatura. A umidade excessiva contribui para o aumento da volatilização de amônia e favorece o desenvolvimento de microrganismos patogênicos. A amônia, resultante da degradação microbiana do ácido úrico presente nas excretas, é considerada um dos principais gases nocivos no ambiente de criação, podendo causar irritações respiratórias, redução no desempenho produtivo e maior predisposição a enfermidades (Gonçalves et al., 2019). Níveis elevados desse gás também estão relacionados à ocorrência de doenças como aerossaculite e à condenação de carcaças no abate (Grobe, 2020).

Para mitigar esses entraves tem-se a utilização de probióticos - na alimentação - que são microrganismos vivos que melhoram a saúde e a produtividade das aves através do equilíbrio da microflora intestinal (Lee *et al*, 2010). Dentre eles, bactérias do gênero *Bacillus*, como *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus licheniformis*, têm se destacado na produção avícola devido à sua capacidade de formar esporos resistentes, sobreviver às condições adversas do trato gastrointestinal, melhorar a digestão e absorção, ter efeito imunomodulador, produzir subprodutos benefícios como enzimas, modular positivamente a microbiota intestinal e apresentar facilidade de armazenamento (Bromfield et al., 2024). Dessa forma, esses microrganismos podem contribuir para a melhoria da digestibilidade dos nutrientes, redução da excreção de compostos nitrogenados e, consequentemente, diminuição da produção de amônia na cama.

Diante disso, objetiva-se com esta pesquisa avaliar o potencial probiótico do *Bacillus amyloliquefaciens* e do *Bacilluslicheniformis* na dieta de frangos de corte sobre a produção de amônia e qualidade da cama.

Metodologia

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Escola Agrícola de Jundiaí, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no município de Macaíba/RN. O projeto foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no uso de animais da UFRN, sob Certificado nº 400.032/2024.

Os probióticos utilizados foram adquiridos com a empresa Bioenzima Biotecnologia LTDA e sua inclusão na dieta foi na proporção de 0,05%, conforme recomendação do fabricante.

Para execução do experimento foram utilizados 288 pintinhos, da linhagem cobb 500, com 1 a 35 dias de idade. Como cama, foi utilizada maravalha reutilizada por dois ciclos subsequentes em lote de frangos de corte. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) contendo quatro tratamentos com seis repetições cada, totalizando 24 unidades experimentais de12 aves em cada. As aves foram alojadas em boxes experimentais com dimensões de 1,5 m² , instalados em galpão de alvenaria com tela nas laterais, com comedouro do tipo tubular e bebedouro do tipo pendular que permitiramo consumo *ad libitum* às aves. O programa de luz utilizado variou entre 24 a 16 horas diárias de luz (natural+artificial), controlado por um timer, conforme a idade e peso das aves, seguindo as recomendações do manual da linhagem. Para o aquecimento e manutenção da temperatura de conforto das aves, na fase inicial, foram utilizadas lâmpadas halógenas de 100w e manejo de cortinas laterais instaladas no galpão. O registro diário da temperatura e umidade foi com termohigrômetro digital.

Os tratamentos consistiram em uma dieta controle a base de milho e farelo de soja, outra contendo a adição de 0,05% do *Bacillusamyloliquefaciens*, uma terceiracontendo 0,05% *Bacilluslicheniformis*, e a última contendo a adição de 0,05% da mistura do *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacilluslicheniformis (50:50)*, totalizando quatro tratamentos experimentais. As dietas experimentais foram elaboradas seguindo as recomendações nutricionais do manual da linhagem e a composição dos alimentos obtidas nas Tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2017).

Os dados foram coletados aos 21 e aos 35 dias de idade das aves, sendo avaliadas as variáveis de temperatura, pH, produção de amônia, nitrogênio total e matéria seca da cama dos frangos. Para avaliação da temperatura da cama, três pontos distintos de cada boxes foram selecionados e com o auxílio de um termômetro de infravermelho posicionado a 10 cm de distância do piso, sua temperatura foi registrada. Em seguida, foram coletadas três subamostras de cama obtidas também em pontos distintos dos boxes experimentais, distribuídos na posição diagonal, evitando-se as áreas próximas ao comedouro e ao bebedouro. Estas foram entãohomogeneizadas formando uma amostra única e sendo direcionadas para determinação de matéria seca, nitrogênio total, pH e quantificação de amônia.

Para determinar o teor de amônia foi colocada 100g da amostra de cama em um frasco com um béquer contendo 10 mL de solução de ácido bórico. O frasco vedado foi colocado dentro de cada boxe e após 15 horas foi feita a titulação da solução com ácido sulfúrico, de acordo com o método descrito por Hernandes e Cazetta (2001).

Para avaliação da matéria seca, nitrogênio total e pH as amostras foram encaminhadas ao Laboratório Multiusuário de Nutrição Animal da UFRN. As análises de matéria seca foram realizadas conforme a metodologia descrita por Dettmann et al. (2012) e determinação do teor de nitrogênio pelo método de Kjeldahl. Na determinação do nitrogênio utilizou-se 0,2g de amostra, em seguida adicionou 2 g da mistura digestora e 5mL de ácido sulfúrico. Posteriormente este foi submetido a 100°C por 30 minutos, 200°C por mais 30 minutos e 400 °C por mais duas horas para realizar a digestão. Para a destilação foi adicionada 15mL de água destilada na amostra fria e agitada. No micro Kjeldahl foi acoplado o aparelho destilador e adicionado 25 mL de NaOH. Em um erlenmeyer foi adicionado 20 mL de ácido bórico e submetido a amostra + solução digestora à destilação, quando o erlenmeyer atingir com 100 mL a destilação foi suspensa. Para a titulação utilizou-se solução de ácido clorhídrico adicionando lentamente o ácido sobre o erlenmeyer com ácido bórico. Para determinação de pH foi feita a homogeneização de 20g de cada amostra com 10 mL de água destilada, seguida de descanso por 10 minutos, posteriormente realizada a leitura do pH com auxílio de um potenciômetro digital de bancada (Lanagro, 2014).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e em caso de diferenças significativas as médias serão comparadas pelo Teste de Tukey, considerados significativos ao nível de 5%.

Resultados e Discussões

Não foram observadas diferenças significativas (P>0,05), aos 25 dias de idade, entre os tratamentos para temperatura, concentração de amônia e matéria seca. O pH da cama diferiu significativamente entre os tratamentos (P<0,001), apresentando valores de 7,80; 7,15; 7,61 e 7,26 para referência, B.A., B.L. e B.A.+B.L., respectivamente. Os tratamentos B.A. e B.A.+B.L. apresentaram os menores valores de pH. De acordo com Traldi et al. (2007), o pH está relacionado à volatilização da amônia, sendo que valores superiores a 7,0 favorecem a atividade bacteriana e podem aumentar a produção de amônia. Os autores observaram maiores valores de pH e maior potencial de volatilização de amônia em camas reutilizadas. No presente estudo, a diferença de pH aos 25 dias não foi acompanhada por diferença significativa na concentração de amônia, entretanto, observou-se uma tendência (p=0,07) de redução na volatilização de amônia nos tratamentos que apresentaram valores de pH mais próximos a 7,0 (B.A e B.A.+B.L.).

Para o nitrogênio, foram observados valores de 2,64; 2,95; 2,66 e 2,98% nos tratamentos referência, B.A., B.L. e B.A.+B.L., respectivamente. Os tratamentos B.A e B.A.+B.L. apresentaram os maiores valores de nitrogênio na cama, acompanhados pelos menores valores de pH. Esse comportamento pode estar associado à maior retenção de nitrogênio na cama, uma vez que a redução do pH pode limitar a volatilização do nitrogênio na forma de amônia. Frozza et al. (2024) destacam que as excretas de aves apresentam quantidade expressiva de nitrogênio e que a sua transformação em amônia é influenciada por fatores como pH e atividade microbiana. Os autores observaram ainda redução no nitrogênio e no teor de amônia na cama das aves suplementadas com probiótico contendo *B. subtilis e B. licheniformis*, porém as aves alimentadas com dietas contendo B. amyloliquefaciens apresentaram redução de nitrogênio sem afetar a produção de amônia. Entretanto, nesta pesquisa, a inclusão da associação dos bacilos no tratamento B.A+B.L. promoveu aumento do nitrogênio na cama, com redução do seu pH e tendência na redução da volatilização da amônia.

Aos 35 dias de idade, não foram observadas diferenças significativas (P>0,05) entre os tratamentos para temperatura, pH, matéria seca e nitrogênio da cama. A concentração de amônia foi influenciada significativamente pelos tratamentos (P<0,001). O tratamento B.A. apresentou a maior concentração de amônia (1,220), diferindo do tratamento B.L. (0,627), que apresentou o menor valor. Os tratamentos Referência (0,980) e B.A.+B.L. (1,108) apresentaram valores intermediários e não diferiram dos demais tratamentos. Esses resultados apresentaram comportamento oposto ao observado aos 25 dias de idade, quando não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a concentração de amônia.

Os resultados encontrados para o *B. licheniformis* apresentam concordância com o trabalho de Frozza et al. (2024), no qual a utilização de um probiótico contendo *B. subtilis* e *B. licheniformis* resultou em menores concentrações de nitrogênio e amônia na cama. No estudo, o tratamento com um produto comercial a base destes bacilos apresentou 6,66 ppm de amônia, enquanto o referência apresentou 9,25 ppm, correspondendo a uma redução de aproximadamente 28%. Os autores relacionaram esse resultado à capacidade de determinadas cepas de Bacillus de melhorar a atividade enzimática e a utilização do nitrogênio pelas aves.

Ademais, Emerick (2022) observou redução significativa da concentração de amônia na cama de frangos suplementados com composto probiótico. No 32º dia de criação, o tratamento com probiótico apresentou menor concentração de NH_3 em comparação ao grupo sem aditivos. No trabalho de Jacinto (2022) o tratamento ProbA, constituído por uma mistura de *B. subtilis e B. licheniformis*, apresentou menor concentração de NH_3 na cama (665,63), enquanto o ProbB, constituído por *B. amyloliquefaciens*, apresentou valor de 926,00, próximo ao controle negativo (925,00). Assim, esses resultados apresentam uma relação interessante com os dados do presente estudo, uma vez que o tratamento contendo *B. licheniformis* apresentou menor concentração de amônia, enquanto o tratamento contendo B. *amyloliquefaciens* apresentou valor mais elevado.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas para matéria seca (P=0,650), nitrogênio (P=0,676) e temperatura (P=0,902), numericamente o tratamento B.A. apresentou maior teor de matéria seca (63,12%) e menor concentração de nitrogênio (2,94%) em relação ao B.L. (61,93% e 2,96%, respectivamente). Dessa forma, a maior concentração de amônia observada no B.A. não pode ser atribuída exclusivamente à maior disponibilidade de nitrogênio ou à umidade da cama, sugerindo que diferenças na atividade metabólica das cepas podem ter influenciado a transformação dos compostos nitrogenados e a formação de amônia. Por outro lado, a menor concentração observada no tratamento B.L. pode indicar uma dinâmica mais favorável de utilização ou transformação do nitrogênio, resultando em menor disponibilidade de compostos passíveis de conversão em amônia.

Conclusão

Portanto, conclui-se que *B.amyloliquefaciens* mostrou maior potencial aos 25 dias, enquanto o *B. licheniformis* se destacou aos 35 dias e a associação entre as cepas apresentou resultados favoráveis em ambas as fases.

Referências

BROMFIELD, Jacoba I. et al. Avaliação de probióticos de nova geração no desempenho de crescimento de frangos de corte, morfologia intestinal, microbioma intestinal e digestibilidade de nutrientes. Animal Nutrition, v. 18, p. 133–144, 2024.

EMERICK, H. L. F. Redução da excreção de amônia na cama de frangos de corte suplementados com composto probiótico na dieta. 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

FROZZA, R.; INOUE, A.; JACINTO, A. S. et al. Uso de probiótico e redução de pododermatite em frango de corte. *PUBVET*, v. 18, n. 12, e1694, p. 1-6, 2024. DOI: 10.31533/pubvet.v18n11e1694.

JACINTO, A. S. Influência da suplementação com probiótico à base de bacilos no desempenho, integridade intestinal e bem-estar de frangos de corte. 2022. Dissertação

(Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2022.

GONÇALVES, N. S. et al. Qualidade da cama de frango de corte e a alternativa da acidificação como tratamento. *Nativa*, 2019

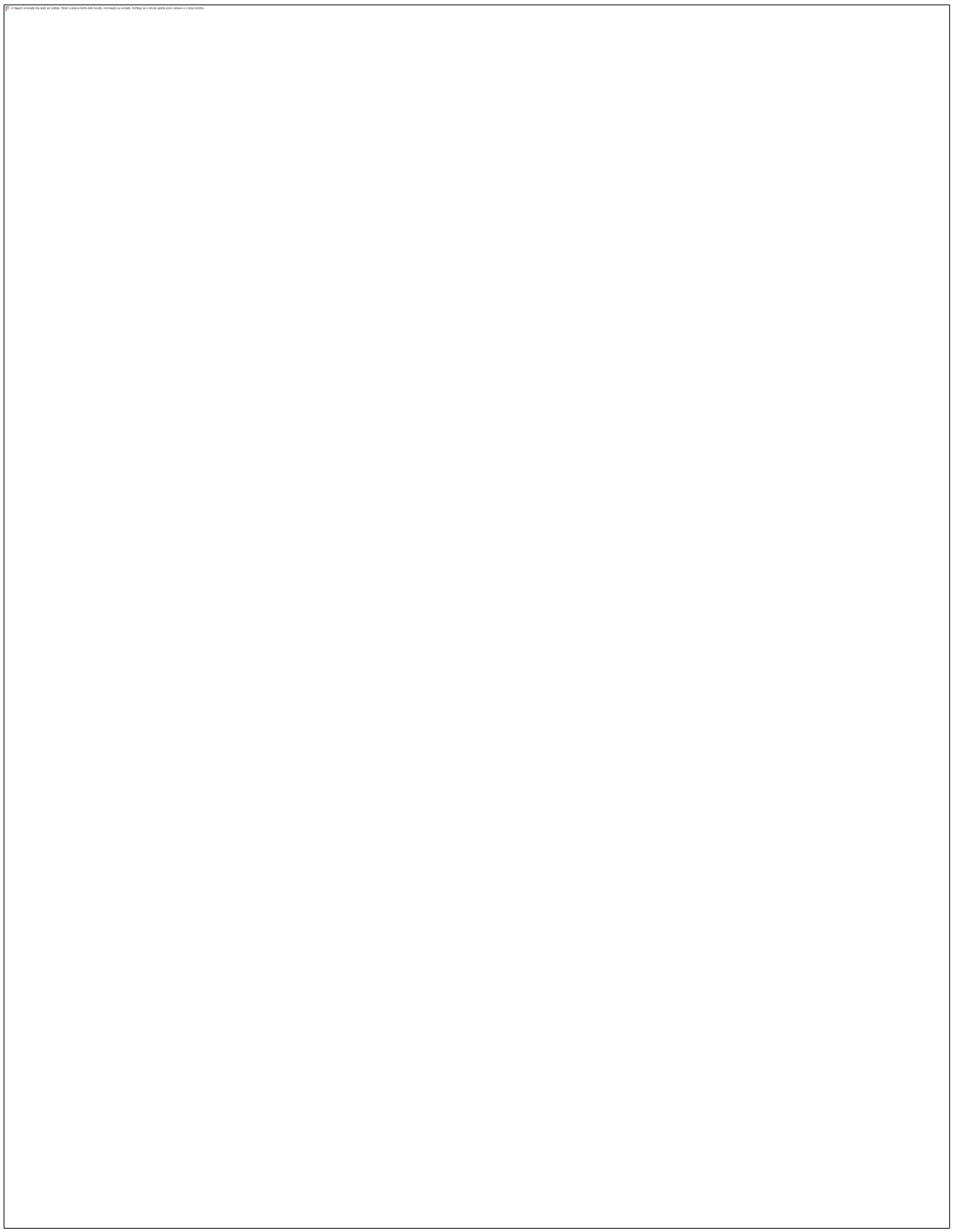
GLOBALGAP. Pontos de controle e critérios de cumprimento: garantia integrada da fazenda - aves. Cologne: GLOBALGAP, 2007. 22p.

GROBE, Morgana Dayane. Qualidade de cama na produção de frangos de corte: revisão de literatura. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, 2020.
LEE, K.; LILLEHOJ, H. S.; SIRAGUSA, G. R. Direct-fed microbials and their impact on the intestinal microflora and immune system of chickens. J. Poult. Sci. 47:106–114. 2010. https://doi.org/10.2141/jpsa.009096

SANDI, Ari Jarbas. Frango de corte: desempenho econômico. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2021. Conteúdo migrado na íntegra em: 08 dez. 2021.

TRALDI et al. (2007) é útil principalmente para mostrar que a literatura não é unânime quanto ao efeito dos probióticos sobre a cama.

Anexos



Tabelas pibic cama

CÓDIGO: SB0589

AUTOR: ARYAN LUCAS PAIVA DE LIMA

ORIENTADOR: JULIETE DE LIMA GONCALVES

TÍTULO: Efeito de diferentes níveis de suplementação proteica sobre a composição centesimal da carne de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper, em pastagem cultivada.

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de suplementação proteica sobre a composição centesimal da carne de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper mantidos em pastagem cultivada. Foram utilizados 18 cordeiros machos castrados, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições, correspondentes a concentrados contendo 15, 20 e 25% de proteína bruta. Os animais foram mantidos em sistema semi-intensivo, com acesso à pastagem de Brachiaria durante o dia e suplementação concentrada no final da tarde, durante 90 dias. Após o abate, foram coletadas amostras do músculo semimembranosus para determinação dos teores de matéria seca, umidade, matéria mineral, proteína e gordura. Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os níveis de suplementação para os parâmetros da composição centesimal. A ausência de efeito pode estar relacionada à contribuição nutricional da pastagem, que pode ter fornecido nutrientes suficientes para atender às exigências dos animais, reduzindo a influência dos diferentes níveis de PB do concentrado. Os níveis de 15, 20 e 25% de PB no concentrado não alteraram a composição centesimal da carne, indicando que a suplementação com 15% de PB pode ser utilizada para cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper mantidos em pastagem cultivada, sem comprometer a composição química da carne.

Palavras-chave: cordeiros; gordura, proteína; qualidade da carne; suplementação.

TITLE: Effect of different levels of protein supplementation on the proximate composition of meat from Santa Inês × Dorper crossbred lambs on cultivated pasture

Abstract

The objective was to evaluate the effect of different levels of protein supplementation on the proximate composition of meat from Santa Inês × Dorper crossbred lambs raised on cultivated pasture. Eighteen castrated male lambs were used in a completely

randomized design with three treatments and six replicates, corresponding to concentrates containing 15%, 20%, and 25% crude protein (CP). The animals were managed in a semi-intensive system, with access to *Brachiaria* pasture during the day and concentrate supplementation in the late afternoon for 90 days. After slaughter, samples of the *semimembranosus* muscle were collected to determine dry matter, moisture, ash, protein, and fat contents. No significant differences ($p > 0.05$) were observed among supplementation levels regarding proximate composition parameters. This lack of effect may be attributed to the nutritional contribution of the pasture, which likely provided sufficient nutrients to meet the animals' requirements, thereby diminishing the influence of the varying CP levels in the concentrate. Concentrate CP levels of 15%, 20%, and 25% did not alter meat proximate composition, indicating that supplementation with 15% CP is suitable for Santa Inês × Dorper crossbred lambs raised on cultivated pasture without compromising the chemical composition of the meat.

Keywords: lambs; fat, protein; meat quality; supplementation.

Introdução

A ovinocultura apresenta relevância para a produção de alimentos de origem animal, especialmente pela possibilidade de produção de carne com características nutricionais e sensoriais de interesse. A carne ovina apresenta sabor característico, versatilidade de preparo e, em determinadas condições, menor teor de gordura quando comparada à carne bovina (Gawat et al., 2023). Embora apresente atributos favoráveis, o consumo de carne ovina no Brasil permanece abaixo do observado em outras regiões do mundo. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2024), o consumo brasileiro alcançou 520 g per capita em 2024 Esse cenário está relacionado, entre outros aspectos, às dificuldades ainda existentes na organização da cadeia produtiva, incluindo problemas relacionados à qualidade do produto, ocorrência de abates informais, deficiência nas ações de divulgação e comercialização e limitada disponibilidade de mão de obra especializada (Pires et al., 2014). No Brasil, a região Nordeste possui papel de destaque na criação de ovinos, favorecida pelas características de adaptação desses animais às condições ambientais predominantes. Entretanto, apesar da capacidade de adaptação dos ovinos às condições edafoclimáticas nordestinas, ainda são observados baixos índices produtivos e reprodutivos em determinados sistemas de criação. A redução da oferta de forragem durante os períodos de estiagem, associada a práticas inadequadas de manejo, pode comprometer a condição corporal e o desempenho dos animais. A obtenção de carne de qualidade está diretamente relacionada às características dos animais e às condições às quais são submetidos durante o processo produtivo. Fatores como raça, sexo, idade, peso ao abate, alimentação e manejo pré-abate podem modificar as características da carne e da carcaça (Álvarez et al., 2022). Além desses fatores, processos fisiológicos relacionados ao crescimento muscular, à deposição de gordura intramuscular e ao metabolismo energético também participam da definição da composição nutricional do produto final (Battagin et al., 2025). Nesse contexto, o cordeiro constitui uma categoria de grande interesse para a produção de carne, uma vez que apresenta elevada velocidade de crescimento, eficiência produtiva e características de carcaça que contribuem para sua aceitação pelo consumidor (Burin, 2016). A alimentação é um dos principais fatores que influenciam o desempenho dos ovinos e a qualidade da carne. Diferentes estratégias

alimentares podem afetar o crescimento e o desenvolvimento da carcaça (Wang et al., 2024), enquanto os níveis de energia, proteína e aminoácidos da dieta influenciam diretamente a qualidade e o rendimento da carne (Rotta et al., 2009). A proteína da dieta desempenha papel importante no desenvolvimento dos tecidos e pode influenciar a composição e a qualidade da carne. Ortiz et al. (2005) observaram que o aumento do nível proteico na dieta de cordeiros alterou os teores de cinzas e extrato etéreo, além de favorecer a maciez da carne, evidenciando a importância da adequação proteica na produção de carne de qualidade. A suplementação proteica em sistemas a pasto pode contribuir para atender às exigências nutricionais dos animais e melhorar a qualidade da carne. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de suplementação proteica sobre a composição centesimal da carne de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper criados em pastagem cultivada.

Metodologia

As amostras de carne de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper criados em pastagem cultivada, utilizadas para a avaliação dos efeitos de diferentes níveis de suplementação proteica sobre a composição centesimal, foram obtidas de um experimento anterior, realizado no SEPER - Setor de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pequenos Ruminantes, da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (EAJ), localizada no Campus de Macaíba da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). O experimento foi conduzido no período de fevereiro a agosto de 2026, sendo avaliadas as características de composição centesimal da carne de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper criados em pastagem cultivada. Animais experimentais e tratamentos O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRN, sob o protocolo nº 003/2022. Para a obtenção das amostras de carne destinadas às análises de composição centesimal, foram utilizados 18 cordeiros desmamados, machos castrados, mestiços Santa Inês × Dorper, com aproximadamente quatro meses de idade. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em delineamento inteiramente casualizado, composto por três tratamentos e seis repetições por tratamento, utilizando diferentes níveis de suplementação proteica: T1 – suplementação concentrada com 15% de proteína bruta (PB); T2 – suplementação concentrada com 20% de PB; e T3 – suplementação concentrada com 25% de PB. A dieta concentrada foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2007) para ovinos com ganho de peso de 150 g/dia. O concentrado foi composto por milho, soja, calcário, fosfato bicálcico e sal mineral (Tabela 1). O sistema de produção adotado foi o semi-intensivo, com pastejo em pastagem de Brachiaria durante o dia. No final da tarde, os animais eram recolhidos e mantidos em um galpão coberto, distribuídos em baias coletivas providas de comedouros e bebedouros. Antes do início do experimento, os animais foram identificados com brincos numerados, pesados, vermifugados, vacinados contra clostridioses e submetidos a um período de adaptação de sete dias às instalações e às dietas. Abate e avaliação da composição centesimal Após 90 dias de período experimental, os animais foram abatidos mediante insensibilização por concussão cerebral, seguida de sangria por meio da secção da artéria carótida e da veia jugular, esfola e evisceração. As carcaças foram transportadas para uma câmara de refrigeração, onde permaneceram por 24 horas à temperatura de 4 °C. A análise da composição centesimal da carne foi realizada utilizando o músculo semimembranosus das pernas dissecadas. Inicialmente, os músculos foram descongelados à temperatura de 10 °C, e, posteriormente, foram retiradas amostras para liofilização durante 72 horas. As amostras

foram pesadas antes e após a liofilização para posterior determinação da primeira matéria seca, correspondente à perda de umidade da amostra, normalmente determinada em estufa à temperatura de 65 °C. No Laboratório de Nutrição Animal, foram determinados a segunda matéria seca, correspondente à perda de umidade da amostra em estufa à temperatura de 105 °C, a proteína bruta, a gordura e as cinzas. As análises foram realizadas de acordo com as normas da AOAC (1990), após a homogeneização das amostras em multiprocessador (Figura 1). Análise estatística Para todas as análises, foi utilizado o software GraphPad Prism® versão 9.3 para Windows (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA). Os dados foram expressos como média ± erro padrão. A normalidade dos resíduos foi avaliada pelo teste de Shapiro–Wilk, e homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett. Os parâmetros da composição centesimal da carne foram comparados por meio de análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey, quando atendidos os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias. Quando esses pressupostos não foram atendidos, os dados foram analisados pelo teste de Kruskal–Wallis, seguido pelo teste de Dunn. Para todas as análises, adotou-se nível de significância de $\alpha = 0,05$

Resultados e Discussões

Os parâmetros de matéria seca, umidade, matéria mineral, proteína e gordura da carne dos cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper não foram influenciadas ($p > 0,05$) pelos diferentes níveis de suplementação proteica no concentrado (15%, 20% e 25%) (Tabela 2). A ausência de diferenças nos parâmetros da composição centesimal da carne entre os diferentes níveis de suplementação proteica pode estar relacionada à contribuição da proteína proveniente da pastagem. Embora os níveis de proteína bruta do concentrado tenham sido distintos, o consumo de forragem não foi mensurado, impossibilitando determinar a ingestão total de proteína e de outros nutrientes pelos animais. Dessa forma, os cordeiros que receberam o menor nível de proteína no concentrado (15%) podem ter compensado a menor oferta desse nutriente por meio do consumo e da seleção de forragem, resultando em aporte nutricional suficiente para atender às suas exigências. Essa possível compensação pode ter contribuído para a manutenção dos componentes químicos da carne, uma vez que a disponibilidade adequada de nutrientes tende a favorecer condições semelhantes de deposição e composição dos tecidos entre os animais. Assim, a ausência de diferenças nos teores de proteína, gordura, cinzas e matéria seca entre os tratamentos pode estar associada à possível semelhança na ingestão total de nutrientes, independentemente do nível de proteína fornecido no concentrado. O teor de gordura da carne variou numericamente de 1,95% no tratamento com 25% de PB a 2,07% no tratamento com 15% de PB (Tabela 2), porém essa variação não foi suficiente para promover diferença significativa entre os tratamentos. A ausência de efeito dos níveis de suplementação proteica sobre o teor de gordura pode estar relacionada à contribuição dos nutrientes provenientes da pastagem, uma vez que os animais permaneceram em pastejo durante grande parte do período experimental e o consumo de forragem não foi mensurado. A menor concentração numérica de gordura observada no tratamento com 25% de PB pode estar relacionada à utilização dos nutrientes da dieta e à partição da energia disponível entre os processos de síntese e deposição dos tecidos. Quando o fornecimento de proteína ultrapassa a capacidade de utilização do animal, parte do nitrogênio pode ser convertida em ureia e posteriormente excretada, processo que demanda energia (Van Soest, 1994). Souza (2015), ao avaliar cordeiros submetidos a níveis de 8,5, 15 e 25% de PB, observou maiores concentrações

séricas de ureia nos animais que receberam 25% de PB, indicando possível fornecimento de proteína acima das necessidades dos animais e consequente excreção do excesso de nitrogênio. Os teores de proteína da carne foram de 24,52%, 24,76% e 24,44% para os animais que receberam concentrado contendo 15, 20 e 25% de proteína bruta (PB), respectivamente (Tabela 2), não sendo observadas diferenças entre os tratamentos ($p > 0,05$). Esse comportamento indica que a elevação do nível de PB no concentrado não foi suficiente para modificar o teor proteico da carne nas condições avaliadas. Neste estudo, os animais permaneceram em pastagem cultivada e receberam suplementação concentrada com diferentes concentrações de PB, de modo que a proteína proveniente da forragem também pode ter contribuído para o atendimento das exigências nutricionais dos animais e para a manutenção de valores semelhantes entre os tratamentos. Esse resultado está de acordo com o observado por Carson et al. (2001), que, ao avaliarem cordeiros submetidos a dietas com diferentes relações entre volumoso e concentrado durante a terminação, não verificaram diferenças nos teores de umidade, proteína, gordura e cinzas da carne. Embora as estratégias alimentares sejam distintas, os resultados sugerem que alterações na composição da dieta nem sempre são suficientes para modificar a composição centesimal da carne. No presente estudo, a ausência de efeito pode estar relacionada à contribuição da pastagem e à possível adequação do aporte proteico entre os tratamentos, uma vez que o consumo de forragem não foi mensurado. Assim, mesmo os animais que receberam o menor nível de PB no concentrado podem ter obtido proteína adicional por meio do consumo de forragem, contribuindo para a obtenção de teores proteicos semelhantes na carne.

Conclusão

Os diferentes níveis de suplementação proteica no concentrado (15%, 20% e 25%) não influenciaram a composição centesimal da carne de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper mantidos em pastagem cultivada. A suplementação concentrada com 15% de proteína bruta pode ser utilizada sem comprometer a composição química da carne de cordeiros mestiços Santa Inês × Dorper mantidos em pastagem cultivada.

Referências

ÁLVAREZ, C., et al. Effect of pre-slaughter practises and early post-mortem interventions on sheep meat tenderness and its impact on microbial status. Foods, v. 11, p181, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/2/181>. Acesso em: 27 ago. 2026. ASSOCIATION OF OFFICAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis of the Association of official Analyical chemists. 15.ed. Arlington, 1990. 1018p. BATTAGIN, H.V., et al. Which is the shear force that defines the lamb's sensory acceptance? Brazilian Journal of Food Technology, v.28, p.2024072, 2025. Disponível em:<https://www.scielo.br/j/bjft/a/nkGLZztMSzKfWshCTWzrbVG/?lang=en>. Acesso em: Acesso em: 20 ago. 2026. BURIN, P. C. Aspectos gerais sob a produção de carcaças ovinas. Revista Electrônica de Veterinária, Espanha, v. 17, n. 10, p. 1-19, 2016. CARSON, A.F.; MOSS, B.W.; DAWSON, L.E.R. et al. Effects of genotype and dietary forage to concentrate ratio during the finishing period on carcass characteristics and meat quality of lambs from hill sheep systems. Journal of Agricultural Science,

v.137, n.2, p.205-220, 2001. FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Faostat: Dados. 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 27 ago. 2026. GAWAT, M., et al. Goat Meat: Production and Quality Attributes. Foods, v. 12, p.3130, 2023. Disponível em:<https://www.mdpi.com/2304-8158/12/16/3130>. Acesso em: 20 ago. 2026. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requeriments of sheep. National Academy Press: Washington, DC, 292p, 2007. PIRES, C. C.; CARVALHO, S.; MACARI, S.; WOMMER; T. P.. IN. SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; 896 OSÓRIO, J. C. DA S. (ORG.). Produção de Ovinos no Brasil. São Paulo: Roca, 2014. ORTIZ, J. S.; COSTA, C.; GARCIA, C. A.; SILVEIRA, L. V. A. Medidas objetivas das carcaças e composição química do lombo de cordeiros alimentados e terminados com três níveis de proteína bruta em creep feeding. Revista Brasileira de Zootecnia, n. 34 p. 2382-2389, 2005. ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. Asian-Australas. J. Anim. Sci. n. 22, p. 1718-1734, 2009. SOUZA, J. B. de M. Efeitos da suplementação proteica no controle da verminose gastrintestinal em cordeiros. 2015. 69f. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) - Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária, Universidade Católica do Paraná, 2015. VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press. 1994, 488p. WANG, W., et al. Effects of feeding systems on the growth performance, carcass characteristics, and meat quality in sheep: A meta-analysis. Animals, v. 14, p.2738, 2024. Disponível em:<https://www.mdpi.com/2076-2615/14/18/2738>. Acesso em: 20 ago. 2026.

Anexos



Tabelas e imagens

CÓDIGO: SB0592

AUTOR: MARIA DANIELE CAVALCANTE

ORIENTADOR: JULIETE DE LIMA GONCALVES

TÍTULO: Avaliação sensorial de sorvete desenvolvido com diferentes proporções de leite caprino e bovino

Resumo

A utilização do leite caprino na elaboração de derivados lácteos constitui uma alternativa para a diversificação e inovação de produtos. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes proporções de leite caprino e bovino sobre as características sensoriais e a intenção de compra de sorvetes. Foram elaboradas quatro formulações, contendo 100% de leite bovino, 100% de leite caprino, 70% de leite caprino e 30% de leite bovino e 50% de cada tipo de leite. As formulações foram produzidas utilizando os mesmos ingredientes, com variação apenas nas proporções dos leites, e submetidas à avaliação sensorial por aproximadamente 50 provadores não treinados. Foram avaliados os atributos de aparência, cor, aroma, sabor, consistência e intenção de compra. Os resultados mostraram diferenças entre as formulações para sabor, consistência e intenção de compra ($p < 0,05$), enquanto aparência, cor e aroma apresentaram notas semelhantes para as diferentes formulações ($p > 0,05$). A formulação contendo 70% de leite caprino e 30% de leite bovino destacou-se no atributo sabor e apresentou intenção de compra próxima à formulação elaborada exclusivamente com leite bovino. A utilização da essência de baunilha pode ter contribuído para atenuar as características sensoriais do leite caprino, favorecendo a aceitação do produto. Os resultados indicam o potencial do leite caprino para a elaboração de sorvetes e para o desenvolvimento de produtos lácteos inovadores.

Palavras-chave: análise sensorial; derivados lácteos; inovação; leite caprino; sorvete

TITLE: Sensory evaluation of ice cream developed with different forms of goat and cow milk

Abstract

The use of goat milk in the production of dairy products offers an alternative for product diversification and innovation. This study aimed to evaluate the effect of different proportions of goat and cow milk on the sensory characteristics and purchase intention of ice cream. Four formulations were prepared: 100% cow milk, 100% goat milk, 70% goat milk/30% cow milk, and a 50/50 blend of both milk types. The formulations were produced using identical ingredients varying only the milk proportions and were subjected to sensory evaluation by approximately 50 untrained panelists. Attributes evaluated included appearance, color, aroma, flavor, consistency, and purchase intention. Results showed differences among formulations regarding flavor, consistency, and purchase intention ($p < 0.05$), whereas appearance, color, and aroma received similar scores across the different formulations ($p > 0.05$). The formulation containing 70% goat milk and 30% cow milk stood out for its flavor and showed a purchase intention similar to that of the formulation made exclusively with cow milk. The use of vanilla essence may have helped mask the characteristic sensory notes of goat milk, thereby enhancing product acceptance. These results demonstrate the potential of goat milk for ice cream production and the development of innovative dairy products.

Keywords: sensory analysis; dairy products; innovation; goat milk; ice cream.

Introdução

A caprinocultura leiteira tem se destacado como uma atividade de grande importância social, econômica e nutricional, especialmente em regiões semiáridas, onde os caprinos se adaptam com facilidade às condições climáticas adversas. A produção de leite de cabra representa uma alternativa viável para pequenos e médios produtores, contribuindo para a geração de renda, segurança alimentar e desenvolvimento rural. Conforme Gestaro et al. (2021), aproximadamente 2% de toda a produção de leite no mundo ao ano é proveniente da caprinocultura, tendo sua importância econômica aos países em desenvolvimento e desenvolvidos, com maior expressão na América Latina, África e Ásia, sendo esse último continente detentor de 60% do total de caprinos.

Nos últimos anos, tem-se observado um crescimento significativo na utilização do leite de cabra para a elaboração de diversos derivados lácteos. Esse aumento se deve, em grande parte, às características nutricionais e funcionais do leite caprino, que se apresenta como uma alternativa viável para consumidores que apresentam intolerância ao leite bovino.

Diferentemente do leite bovino, o leite de cabra apresenta menor potencial alergênico, em razão das diferenças na composição e na estrutura de suas proteínas, especialmente nas frações de caseína (Neto et al., 2021). Essas características tornam o leite caprino mais facilmente digerível e menos propenso a desencadear reações adversas em indivíduos sensíveis, sendo, por isso, frequentemente recomendado para crianças, idosos e pessoas com dificuldades na digestão de leite de vaca. Estudos recentes indicam que há frações bioativas do leite de cabra que podem auxiliar na modulação da microbiota intestinal e na redução da inflamação, tornando-o um ingrediente funcional relevante (Petrella et al., 2024).

Nesse sentido, em razão das características desejáveis do leite de cabra, o mesmo pode ser utilizado no desenvolvimento de diversos derivados lácteos, que atendam tanto às demandas nutricionais quanto às preferências sensoriais dos consumidores. Dentre esses produtos, destaca-se o sorvete, que além de ser amplamente aceito por públicos de diferentes faixas etárias, representa uma excelente estratégia para agregar valor ao leite caprino. Sabatini et al. (2011) corroboram com esta afirmação, uma vez que relataram que o sorvete possui um diferencial de permitir novos sabores, texturas e formas. Ao combinar características sensoriais mais agradáveis, sobretudo quando associado a diferentes formulações, tal como a inclusão do leite bovino, possa reduzir a resistência quanto sabor e odor característico do leite caprino, ampliar o consumo e fortalecer mercados locais e regionais.

Considerando a importância do desenvolvimento de produtos lácteos, em face de demanda da população, a elaboração de sorvetes utilizando diferentes proporções de leite caprino e leite bovino se apresenta como uma estratégia promissora de inovação para ampliar a aceitação desses produtos. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo avaliar o efeito das diferentes proporções de leite caprino e bovino sobre as características sensoriais e sobre a intenção de compra do sorvete.

Metodologia

Local e material

O estudo foi realizado na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), localizada no Campus de Macaíba da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, no período de setembro de 2025 a agosto de 2026.

Para a produção dos sorvetes, o leite in natura de caprino e o leite bovino foram adquiridos de propriedades do município de Macaíba e circunvizinhança, e em seguida encaminhado para o Laboratório de Gastronomia da EAJ. Os outros ingredientes utilizados foram: gemas, açúcar refinado, sal, goma xantana e extrato de baunilha.

Produção do sorvete

Os sorvetes foram produzidos no Laboratório de Gastronomia, da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (EAJ-UFRN) (Figura 1), em que os tratamentos consistiram na variação das proporções de leite caprino e bovino (100% leite bovino (B100), 100% leite caprino (C100), 70% leite caprino + 30% leite bovino (C70B30) e 50% leite caprino + 50% leite bovino (C50B50)).

Na elaboração dos sorvetes, foram utilizadas as mesmas formulações, variando apenas as proporções de leite caprino e bovino, em que foram utilizadas os seguintes ingredientes: leite caprino e/ou bovino, gemas de ovos, açúcar refinado, sal, goma xantana e extrato de baunilha, conforme proporções apresentadas na Tabela 1.

Inicialmente foi feito o tratamento térmico do leite, posteriormente foram batidas as gemas com o açúcar até ficar uma mistura leve e esbranquiçada e misturados com o leite caprino ou bovino ou suas proporções até ficar homogêneo, acrescentando o sal e a goma xantana, e por fim, o extrato de baunilha. Em seguida, a mistura foi levada ao fogo em banho-maria até atingir a temperatura de 85°C, posteriormente, a mistura foi submetida a um resfriamento rápido em banho-maria invertido. Após baixar a temperatura, as formulações produzidas foram colocadas em recipientes e armazenadas em geladeira a uma temperatura de 4 ºC. No dia seguinte, estas amostras foram batidas e posteriormente congeladas para análises posteriores.

Análise sensorial

Após a formulação dos sorvetes foi feito o teste de aceitação e intenção de compra, sendo considerado como critério de aceitação global, média ≥ 7,0 (escala hedônica) (TEIXEIRA et al., 1998).

Para avaliação do teste de intenção de compra foi utilizada uma escala de cinco pontos em que seus extremos variam de (5 = certamente compraria; 1 = certamente não compraria) além das características de cor, aroma, consistência, sabor e aceitação global através de teste afetivo laboratorial com uso de escala hedônica de nove pontos (9 = gostei extremamente, 1 = desgostei extremamente) (MEILGAARD et al., 1991).

As análises sensoriais foram feitas no Laboratório de Análise Sensorial da Escola Agrícola de Jundiaí – EAJ onde participaram em média 50 provadores não treinados, dentre estudantes e funcionários de ambos o sexo. Após serem convocados, os participantes da pesquisa receberam os termos de Consentimento Livre e Esclarecido para que se conscientizem da participação.

Os provadores avaliaram os atributos de aparência, cor, aroma, sabor, consistência e intenção de compra dos sorvetes produzidos em cabines individuais, iluminadas com luz branca. Para os dois testes citados acima, foram servidos em média de 25 mL de cada formulação do sorvete a cada provador, os quais foram colocadas em copos descartáveis de 50 mL, identificados com números aleatórios de três dígitos. Foi oferecido aos provadores água em temperatura ambiente e biscoitos tipo cream cracker para limpeza do paladar entre a prova das amostras.

Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e as análises realizadas em triplicatas. Para todas as análises, foi utilizado o software GraphPad Prism® versão 9.3 para Windows (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA). Os dados foram expressos como média ± erro padrão. A normalidade dos resíduos foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett.

Os atributos da avaliação sensorial e a intenção de compra, por serem variáveis não paramétricas, foram analisados pelo teste de Kruskal–Wallis, seguido pelo teste de Dunn. Para todas as análises, adotou-se nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Resultados e Discussões

Os atributos sensoriais e a intenção de compra dos sorvetes elaborados com diferentes proporções de leite bovino e caprino estão apresentados na Tabela 2. Os resultados evidenciaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as formulações para os parâmetros de sabor, consistência e intenção de compra, enquanto os atributos de aparência, cor e aroma não diferiram entre as diferentes formulações de sorvete ($p > 0,05$).

A aparência dos sorvetes apresentou variação de 7,69 para a formulação elaborada exclusivamente com leite caprino a 8,08 para o sorvete produzido apenas com leite bovino (Tabela 2). A cor variou de 7,84 para C50B50 a 8,10 para B100, enquanto o aroma variou de 6,42 para C100 a 7,22 para C70B30, utilizando-se a escala hedônica de 1 a 9.

A ausência de diferença entre as formulações de sorvete, elaboradas com diferentes proporções ou exclusivamente com leite caprino e bovino, pode estar relacionada a fatores como o teor de gordura, os aromas adicionados e o tipo de matéria-prima utilizada, entre outros, que podem influenciar a análise sensorial (Frost, 2005). Neste trabalho, o uso da essência de baunilha, por exemplo, pode ter contribuído para reduzir o aroma característico do leite de cabra.

Para o atributo sabor, as formulações C100, C70B30 e B100 foram iguais ($p < 0,05$), com notas de 6,57, 7,88 e 7,64, respectivamente. Observou-se que, apesar de não diferirem entre si, a formulação C70B30 apresentou numericamente a maior nota para esse atributo. O sabor é um parâmetro essencial na avaliação do consumo, pois, quando agradável, é considerado uma característica de interesse na produção de derivados lácteos (Alves et al., 2009). O leite de cabra possui um sabor característico, em razão da quantidade de ácidos graxos de cadeia curta, como caproico, caprílico e cáprico, que podem influenciar na menor aceitação sensorial por parte da população que não possui hábito de seu consumo (Silva et al., 2016). Neste trabalho, como foi utilizada a essência de baunilha, um sabor universal e já conhecido, esta pode ter mascarado o sabor característico do leite de cabra, o que resultou em valores iguais para os sorvetes elaborados somente com leite caprino e com até 70% de leite caprino.

Para o atributo consistência, houve variação de 8,38 para o sorvete elaborado apenas com leite bovino, que não diferiu das formulações C70B30 e C50B50, a 7,53 para o sorvete elaborado apenas com leite caprino. A menor nota atribuída ao sorvete elaborado apenas com leite de cabra pode estar relacionada ao maior teor de umidade desse leite, conforme observado neste trabalho na análise da composição química das diferentes formulações, com valores de 70,79% para o sorvete com 100% de leite de cabra e de 68,39% para o sorvete com 100% de leite bovino.

No parâmetro intenção de compra, avaliado em escala de 1 a 5, as notas foram de 4,16 para B100, 4,10 para C70B30, 3,55 para C100 e 3,14 para C50B50 (Tabela 2). Os sorvetes elaborados com 100% de leite bovino e com 70% de leite caprino e 30% de leite bovino foram iguais para esse parâmetro ($p > 0,005$). Esse resultado mostra que, apesar das questões culturais e relacionadas ao sabor, o leite de cabra apresenta

potencial para ser utilizado na produção de sorvetes. Nesse sentido, infere-se que o uso de um palatabilizante, como a baunilha, possa ter atenuado o sabor característico do leite de cabra no sorvete produzido, melhorando sua aceitação e, consequentemente, sua avaliação de compra. Resultado semelhante foi observado no trabalho de Macedo Júnior et al. (2015), quando utilizaram alfarroba como palatabilizante.

Conclusão

A utilização de diferentes proporções de leite bovino e caprino na elaboração de sorvetes mostrou-se uma alternativa viável e inovadora para o desenvolvimento de novos produtos. Os sorvetes elaborados com diferentes proporções de leite bovino e caprino apresentaram boa aceitação sensorial, com destaque para a formulação contendo 70% de leite caprino e 30% de leite bovino.

A utilização do leite caprino não comprometeu a aparência, a cor e o aroma dos sorvetes, e a formulação com 70% de leite caprino apresentou desempenho semelhante ao sorvete elaborado exclusivamente com leite bovino quanto à intenção de compra.

A essência de baunilha pode ter contribuído para atenuar o sabor característico do leite de cabra, favorecendo sua aceitação. Esses achados indicam que a utilização de leite caprino, principalmente em combinação com o leite bovino, apresenta potencial para a elaboração de sorvetes e para a inovação no desenvolvimento de produtos lácteos. Além disso, os resultados abrem possibilidades para novas pesquisas envolvendo a utilização de frutas regionais na saborização dos sorvetes, buscando ampliar as alternativas de aproveitamento do leite caprino e diversificar as características dos produtos elaborados.

Referências

ALVES, L.L. et al. Aceitação sensorial e caracterização de frozen yogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.9, p.2595 – 2600,2009.

FROST, M.B.; DIJKSTERHUIS, G.; MARTENS, M. Sensory perception of fat in milk. **Food Quality and Preference**, v.12, p.327-336, 2005.

GESTARO, V. B.; MORAES, J. F. D.; SCHMIDT, V. Análise da produção de leite de cabras Saanen. **Pubvet**. Londrina. Vol. 15, n. 4 (abr. 2021), a793, p. 1-7, 2021.

MACEDO JÚNIOR, G.L. et al. Efeito de diferentes fontes de energia sobre a produção e qualidade do leite e do queijo de cabras. **Vet. Not.**, Uberlândia, v.21, n.1, p.54-62,2015.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. London, CRP Press, Inc., 1991. 287p.

NETO, K. X. C. R.; JÚNIOR, A. P. N.; DE PAIVA, P. J. F.; SÁTIRO, T. M.; V. B. TAVARES. Leite de cabra: qualidade x instrução normativa nº 37/2000 do MAPA. **Extensão em Foco**, n. 22, 2021.

PETRELLA, L. et al. Goat Milk Supplementation Modulates the Mitochondrial Metabolic Flexibility and Orexin-A Levels Influencing the Inflammatory Pattern in Rats. **Antioxidants**, v. 13, n. 9, p. 1054, 2024.

SABATINI, RD. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Revista de Alimentação e Nutrição**, v.22, n.1, p.129, jan/mar, 2011.

SILVA, A. C. C. et al. Desenvolvimento e aceitação de sorvete de leite de cabra enriquecido com alfarroba. **Higiene Alimentar**, v. 30, n. 258/259, jul./ago. 2016.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E,; BARBETA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos**. UFSC, 182p.

Anexos

CÓDIGO: SB0634

AUTOR: CARLOS HENRIQUE QUEIROZ DOS SANTOS

ORIENTADOR: JHONES DA SILVA AMORIM

TÍTULO: Calibração e validação do modelo hidrológico SWAT para uso e ocupação do solo década de 90

Resumo

As mudanças no uso e ocupação do solo são vetores primários de alteração no comportamento hidrológico de bacias hidrográficas, podendo modificar diversas etapas do ciclo hidrológico. Este estudo teve como objetivo realizar a calibração e validação do modelo hidrológico SoilandWater Assessment Tool (SWAT) para a bacia do rio Peruípe (BRP), cuja área de drenagemabrange 2.975 km². Os dados climáticosinterpolados, vazão observada, uso e ocupação do solo, tipo de solo e Modelo Digital do Terreno foram utilizados para o setup do SWAT.A discretização da bacia resultou em 15 sub-bacias e 172 Unidades de Resposta Hidrológica. A simulação mensalcompreendeu o período de 1990 e 1991 para aquecimento, 1992 a 1996 para calibração e 1997 a 1999 para validação. A calibração apresentou desempenho excelente, com NSE de 0,93, Pbias de 7,6% e R² de 0,95. Na validação, o desempenho caiu, com NSE de 0,14, Pbias de -52,5% e R² de 0,79, embora o comportamento hidrológico tenha sido representado adequadamente. O principal resultado foi que o SWAT apresentou boa capacidade de representar o comportamento hidrológico da BRP durante a calibração, especialmente as vazões de pico, mas não apresentou desempenho estatístico satisfatório na validação. Por outro lado, apresentou incerteza aceitável, conforme os valore dos fatores p e r.

Palavras-chave: Recursos Hídricos. Sustentabilidade. Vazão. Simulação Hidrologica.

TITLE: Calibration and Validation of the SWAT Hydrological Model for Land Use and Land Cover in the 1990s

Abstract

Land use and land cover changes are primary drivers of alterations in the hydrological behavior of watersheds, potentially modifyingseveral stages of the hydrological cycle. This study aimed to calibrate and validate the hydrological model Soil and Water Assessment Tool (SWAT) for the Peruípe River Basin (PRB), which has a drainage area of 2,975 km². Interpolated climate data, observed streamflow, land use and land cover and soil type maps, and a Digital Elevation Model were used to setup the SWAT model. Basin discretization resulted in 15 sub-basins and 172 Hydrologic Response

Units. The monthly simulation covered the periods of 1990–1991 for the warm-up, 1992–1996 for calibration, and 1997–1999 for validation. Calibration showed excellent performance, with an NSE of 0.93, Pbias of 7.6%, and R^2 of 0.95. In validationperiod, performance declined and presented NSE, Pbias, and R^2 equal to 0.14, -52.5%, and 0.79, respectively. However, the hydrological behavior was adequately represented. The SWAT demonstrated a “good” capacity to represent the PRB's hydrological behavior during calibration, particularly peak flows, but did not achieve satisfactory statistical performance during validation. On the other hand, it exhibited acceptable uncertainty, based on p-factor and r-factor values.

Keywords: Water resources. Sustainability. Discharge. Hydrological Simulation.

Introdução

A disponibilidade e a gestão adequada dos recursos hídricos são fatores fundamentais para o desenvolvimento sustentável, especialmente em regiões onde a variabilidade climática e as mudanças no uso e ocupação do solo influenciam diretamente os processos hidrológicos. Neste contexto, as bacias hidrográficas constituem unidades naturais de planejamento e gestão dos recursos hídricos, pois nelas ocorrem diversos processos que controlam o movimento da água no ambiente, como precipitação, infiltração, evapotranspiração e escoamento superficial (Tucci, 2012).

Dentre esses processos, o escoamento superficial e a geração de vazão nos cursos d’água são fortemente influenciados pelas características físicas da bacia hidrográfica, tais como relevo, tipo de solo, vegetação e uso e ocupação do solo. Alterações nessas características podem modificar significativamente a dinâmica hidrológica da bacia, afetando a disponibilidade hídrica e os processos de transporte de sedimentos e nutrientes (CHOW; MAIDMENT; MAYS, 1988).

As mudanças no uso e ocupação do solo têm sido apontadas como vetores primários de alteração no comportamento hidrológico de bacias hidrográficas nas últimas décadas (Santos, Griebeler e Oliveira, 2010). Silva et al. (2018), a substituição da vegetação nativa por pastagens ou agricultura impacta diretamente o balanço hídrico ao reduzir a infiltração e a evapotranspiração. Carvalho Ricardo et al. (2025) em estudo realizado no MATOPIBAatestaram que a substituição de vegetação nativa por pastagem acarretaa redução da porosidade do solo, infiltração e maior escoamento superficial. Recentemente, Moura (2024) reforçou que essas modificações no uso da terra são determinantes para a variação da vazão e para a dinâmica da resposta hidrológica, especialmente em bacias de clima semiárido.

Nesse contexto, a modelagem hidrológica tem sido amplamente utilizada como ferramenta para compreender e simular o comportamento do ciclo hidrológico em diferentes condições ambientais. Os modelos hidrológicos permitem integrar informações relacionadas ao clima, solo, topografia e uso da terra, possibilitando a avaliação de diferentes cenários e auxiliando no planejamento e na gestão dos recursos hídricos (Arnold et al., 1998).

Dentre os modelos hidrológicos disponíveis, o SoilandWater Assessment Tool (SWAT) tem sido amplamente aplicado em estudos de bacias hidrográficas devido à sua

capacidade de simular processos hidrológicos em escala espacial e temporal, além de permitir a análise de impactos decorrentes de mudanças no uso e ocupação do solo e no manejo das terras (Neitsch et al., 2011). No entanto, para que os resultados obtidos pelo modelo sejam confiáveis, é necessário realizar etapas de calibração e validação, nas quais os parâmetros do modelo são ajustados a partir de dados observados de vazão e outras variáveis hidrológicas.

Nesse sentido, a calibração e a validação do modelo SWAT tornam-se etapas fundamentais para garantir a representatividade das simulações hidrológicas em bacias específicas. A partir de um modelo calibrado e validado, torna-se possível simular diferentes cenários de uso e ocupação do solo e avaliar seus impactos sobre o comportamento hidrológico das bacias hidrográficas.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo realizar a calibração e validação do modelo hidrológico SWAT em escala de bacia hidrográfica, utilizando como área de estudo a bacia do rio Peruípe, localizada no extremo Sul da Bahia.

Metodologia

Este estudo teve como objetivo modelar a vazão da bacia do rio Peruípe (BRP), localizada no extremo sul do estado da Bahia, utilizando o modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool), ferramenta amplamente empregada para avaliar os impactos do uso e manejo do solo, bem como das mudanças climáticas, sobre os recursos hídricos. A BRP limita-se ao norte pela bacia do rio Itanhém, ao sul e oeste pela bacia do rio Mucuri e a leste pelo oceano Atlântico, ocupando uma área total de 4.632 km² e apresentando uma densa malha de drenagem em forma de leque. Neste trabalho, delimitou-se uma área de 2.975 km², considerando a localização da estação fluviométrica disponível na bacia. A altitude varia do nível do mar, na porção oriental, até 460 m, na porção ocidental, e a BRP está inserida no bioma Mata Atlântica, no corredor sul, uma das áreas mais bem conservadas desse bioma no estado.

A estimativa adequada da vazão nessa bacia é fundamental para a gestão ambiental da região, sobretudo pela interação entre a bacia e o estuário, uma vez que, conforme Andutta et al. (2016), a vazão fluvial afeta diretamente os processos estuarinos em bacias costeiras. Além disso, a BRP vem sofrendo intensas alterações no uso e ocupação do solo nas últimas três décadas, principalmente em decorrência da expansão do cultivo de eucalipto voltado à produção de celulose, o que reforça a relevância da modelagem hidrológica como suporte à gestão dos recursos hídricos na região.

O modelo SWAT, desenvolvido na década de 1990 pela Texas A&M University, é baseado no balanço hídrico da água no perfil do solo e permite simular diversos processos hidrológicos, como infiltração, evapotranspiração, crescimento vegetal, escoamento superficial e subterrâneo. Trata-se de um modelo semi-distribuído, capaz de realizar simulações em nível de pixel ao longo da bacia, fisicamente baseado, e que pode operar em escalas de tempo diária, mensal ou anual, conforme os objetivos do modelador. Embora robusto, o SWAT foi originalmente desenvolvido para condições

climáticas norte-americanas, sendo necessário o uso de dados locais, além de calibração e validação, para adequar sua aplicação à realidade da bacia estudada.

Os dados climáticos utilizados como entrada — chuva, temperatura máxima e mínima, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento, necessários para o método de Penman-Monteith — foram obtidos da base interpolada de Xavier et al. (2022), abrangendo o período de 1960 a 2020, devido à ausência de dados observados com cobertura espacial e temporal adequadas. Os dados de vazão observada, essenciais para calibração e validação, foram obtidos junto à estação fluviométrica Helvécia (código 55.510.000), disponibilizados pelo portal Hidroweb em escala diária, tendo sido submetidos a análise de consistência para remoção de dados incongruentes.

Para a parametrização do modelo e geração das Unidades de Resposta Hidrológica (URH), foram utilizados o mapa de uso do solo do MapBiomas (versão 10, ano de 1990, resolução de 30 m, desenvolvido conforme metodologia de Souza Jr. et al., 2020), o mapa de tipos de solo da Embrapa (escala 1:250.000, obtido via portal Geoinfo) e o Modelo Digital de Elevação ANADEM (versão V124k), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, a partir do MDE Copernicus GLO-30, com correção de viés por cobertura vegetal, resolução de 30 m e cobertura para toda a América do Sul.

O modelo foi configurado na interface ArcSWAT versão 2012, com delimitação das sub-bacias baseada no MDE, totalizando 110.503 células, e definindo como outlet a estação Helvécia (latitude -17,8; longitude -39,7). As classes de uso do solo foram relacionadas às categorias disponíveis na base do SWAT, buscando maior similaridade, enquanto as informações físico-hídricas dos solos foram levantadas em fontes bibliográficas, incluindo boletins da Embrapa e estudos de modelagem hidrológica. A declividade foi classificada conforme critérios da Embrapa, respeitando as limitações de classes do SWAT, adotando-se limiar de 10% para reduzir ruídos sem comprometer a representatividade dos processos hidrológicos.

A evapotranspiração foi calculada pelo método de Penman-Monteith, o escoamento superficial pelo método da curva número, e a saturação do solo com base na umidade do solo. Nenhuma operação de manejo agrícola foi considerada, mantendo-se o uso do solo constante durante toda a simulação. A simulação mensal compreendeu o período de janeiro de 1990 a dezembro de 1999, com dois anos iniciais de aquecimento do modelo, calibração entre 1992 e 1996 e validação entre 1997 e 1999. Os processos foram conduzidos no software SWAT-CUP, utilizando o algoritmo SUFI2, sendo que, na validação, o desempenho foi avaliado com os melhores parâmetros obtidos na calibração.

O desempenho do modelo foi avaliado por meio dos indicadores estatísticos de eficiência de Nash-Sutcliffe (NSE), Percentual de Viés (PBias) e Coeficiente de Determinação (R^2), seguindo os limiares de Moriasi et al. (2015) para simulações mensais: NSE superior a 0,50, PBias dentro de ±15% e R^2 superior a 0,70. Além da avaliação estatística, foi realizada análise comparativa entre as hidrógrafas simulada e observada, para inspecionar o comportamento do modelo em eventos de pico e recessão de vazão. A incerteza do modelo foi avaliada pelo intervalo de predição 95PPU, com base nos valores do p-fator e r-fator, sendo a calibração conduzida com a função objetivo NSE como critério principal de ajuste.

Resultados e Discussões

A configuração da BRP resultou em 15 sub-bacias e 172 URH, com predomínio de pastagem (82,34%), agricultura (8,11%), Mata Atlântica (5,02%) e eucalipto (2,15%), indicando forte antropização do bioma. Como o mapeamento de uso do solo é da década de 90, não reflete a atual expansão do eucalipto, podendo distorcer a calibração.

Os solos predominantes são argissolo (53,49%) e latossolo (45,95%). Latossolos favorecem infiltração e drenagem, propícios ao eucalipto, enquanto argissolos geram mais escoamento superficial devido ao horizonte B textural. A bacia é predominantemente plana (72% com declividade abaixo de 8%), típica de tabuleiros costeiros, reduzindo a influência da declividade no escoamento simulado pela curva número e destacando os parâmetros de vegetação e solo como principais controladores hidrológicos.

Na calibração, o parâmetro CN2 foi reduzido, indicando maior infiltração, e os parâmetros ESCO/EPCO refletiram alta demanda evapotranspirométrica, comum em bacias tropicais. Sol_AWC e Sol_K tiveram pouca variação em relação ao padrão.

O modelo teve desempenho excelente na calibração (Moriasi et al., 2015), com boas métricas de incerteza, embora o p-fator tenha ficado levemente abaixo do recomendado. As vazões de pico foram bem representadas, mas as mínimas foram subestimadas durante estiagens — favorável à conservação, mas problemático para outorgas.

Na validação, o desempenho estatístico caiu (NSE < 0,5), embora o comportamento hidrológico geral tenha sido bem capturado. A menor incerteza na validação sugere que o modelo não foi superajustado.

Destaca-se uma provável seca entre 1993–1998, sem vazões de pico, o que, somado ao curto período de calibração/validação, pode ter prejudicado o desempenho. A discussão aponta incertezas nos dados de vazão (curva-chave) e nos dados climáticos interpolados (Xavier et al., 2022), além da não simulação do crescimento do eucalipto como fatores que podem ter influenciado os resultados.

Conclusão

A calibração do modelo SWAT apresentou desempenho satisfatório na representação da vazão na bacia do rio Peruípe (BRP), com boa concordância entre os valores observados e simulados, especialmente no que diz respeito às vazões de pico. No entanto, a validação apresentou resultados estatísticos insatisfatórios, embora o modelo tenha reproduzido, de modo geral, o comportamento hidrológico da bacia e com níveis de incertezas aceitáveis. Esses resultados evidenciam a influência de incertezas associadas aos dados de entrada e observados, especialmente precipitação, dos curtos períodos de calibração e validação, e das mudanças no uso e cobertura da terra na bacia. Para

estudos futuros, recomenda-se ampliar os períodos de calibração e validação e testar outras fontes de dados climáticos. Tais abordagens poderiam contribuir para melhorar a representação dos processos hidrológicos da bacia e fornecer uma avaliação mais robusta da aplicabilidade do modelo SWAT na região.

Referências

Referências

ANDUTTA, Fernando P. et al. An assessment of transport timescales and return coefficient in adjacent tropical estuaries. Continental Shelf Research, v. 124, p. 49-62, 2016.https://doi.org/10.1016/j.csr.2016.05.006

ARNOLD, Jeffrey G. et al. Large area hydrologic modeling and assessment part I: model development 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, v. 34, n. 1, p. 73-89, 1998.

CARVALHO RICARDO, Hugo de et al. Agricultural expansion and possible effects on hydrological services: a case study of the MATOPIBA Region, Brazil. Ecohydrology & Hydrobiology, p. 100693, 2025.https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2025.100693

CHOW, Ven T.; MAIDMENT, David R.; MAYS, Larry W. Applied hydrology. 1988.

LAIPELT, Leonardo et al. ANADEM: a digital terrain model for South America. Remote Sensing, v. 16, n. 13, p. 2321, 2024. https://doi.org/10.3390/rs16132321

MapBiomas – Coleção 10 da série 1990 de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em junho de 2026 através do link: https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_10/lulc/coverage/brazil_coverage_1990.tif

MORIASI, Daniel N. et al. Hydrologic and water quality models: Performance measures and evaluation criteria. Transactions of the ASABE, v. 58, n. 6, p. 1763-1785, 2015.

MOURA, Brian Tavares. Impactos das mudanças do uso e cobertura da terra na hidrologia de uma bacia de clima semiárido: o estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá (PB). 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2024.

NEITSCH, S. L.; ARNOLD, J. G.; KINIRY, J. R.; WILLIAMS, J. R. Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009. College Station: Texas Water Resources Institute, 2011. (Texas Water Resources Institute Technical Report, n. 406).Disponível em: https://hdl.handle.net/1969.1/128050. Acesso em: 19 ago. 2026

SANTOS, Eduardo HM dos; GRIEBELER, Nori P.; OLIVEIRA, Luiz FC de. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 8, p. 826-834, 2010.

SILVA, Vicente de Paulo Rodrigues et al. Simulation of stream flow and hydrological response to land-cover changes in a tropical river basin. Catena, v. 162, p. 166-176, 2018.

SOUZA JR, Carlos M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. Remote sensing, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020. https://doi.org/10.3390/rs12172735

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

XAVIER, Alexandre C. et al. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). International Journal of Climatology, v. 42, n. 16, p. 8390-8404, 2022. https://doi.org/10.1002/joc.7731

Anexos

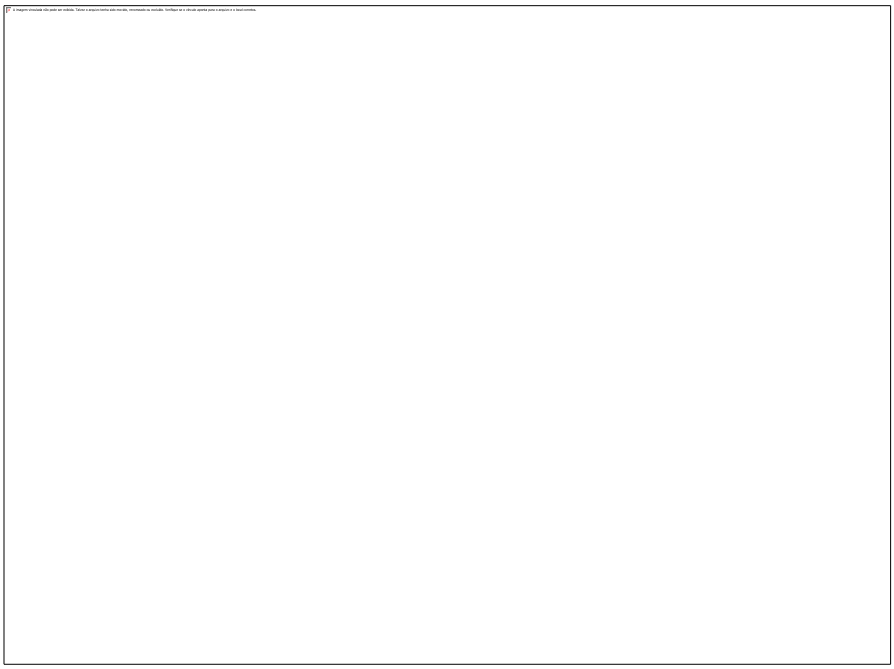
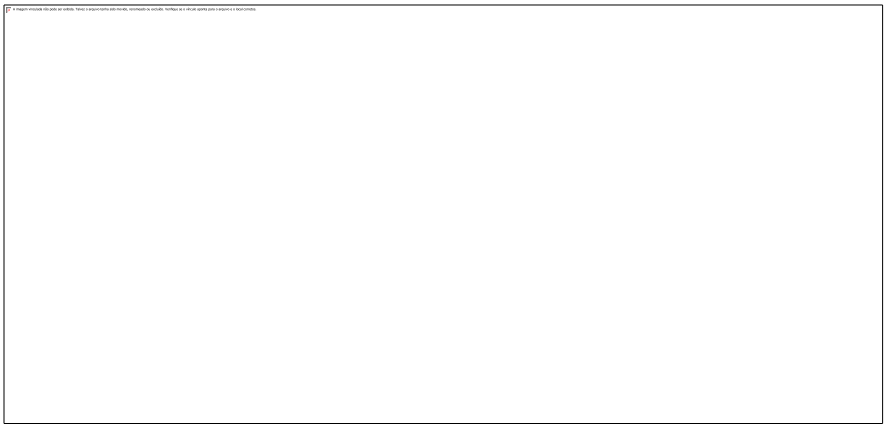


Figura 1. Localização da Bacia hidrográfica do rio Peruípe (BRP), área de estudo em linha tracejada delimitada a partir da estação fluviométrica helvécia e o Modelo Digital de Elevação (MDE).



Equação 1



critérios de performance a partir do Nash Sutcliffe eficiência (NSE), Percentual de viés (PBias) e Coeficiente de determinação (R^2), calculados conforme as equações 2, 3 e 4, respectivamente.

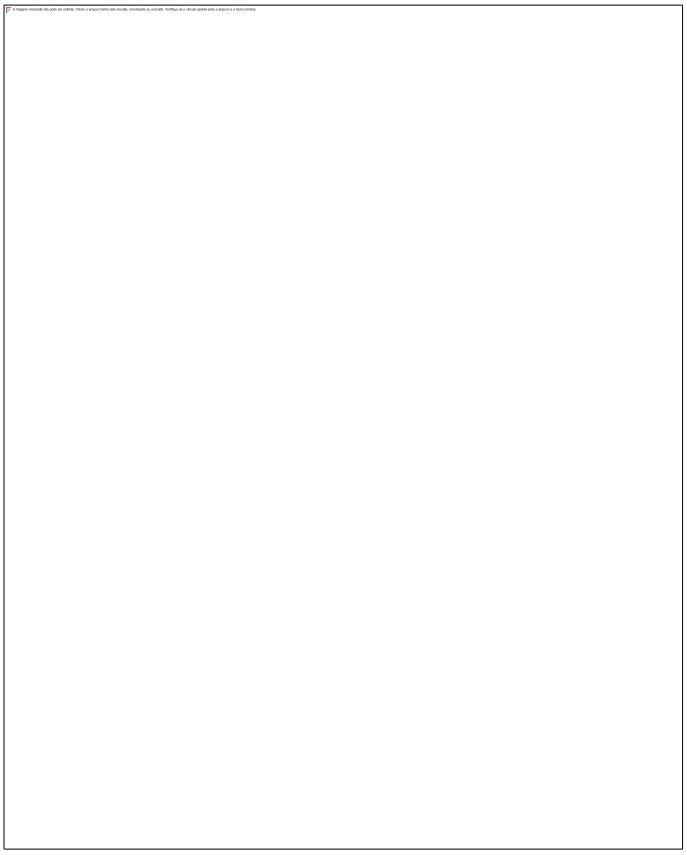


Tabela 1. Abreviações dos parâmetros utilizados na calibração do SWAT e seus respectivos intervalos iniciais, calibrados e melhores resultados obtidos.

Tabela 2. Valores dos coeficientes estatísticos do modelo para a calibração e validação

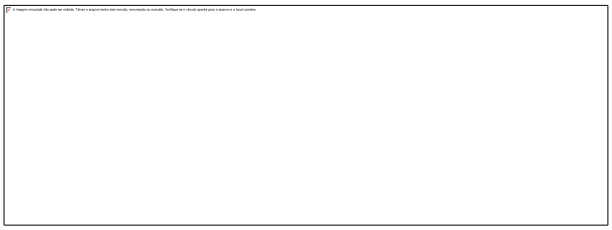


Figura 2. Vazões observadas e simuladas, intervalo de confiança (95PPU) para o período de calibração (1992-1996) e validação (1997-1999) para a estação Helvécia

CÓDIGO: SB0654

AUTOR: TARGIA GABRIELE PEREIRA DE LIRA

ORIENTADOR: VIVIANY LUCIA FERNANDES DOS SANTOS

TÍTULO: Conectividade e adoção tecnológica em sistemas de produção de bovinos no Rio Grande do Norte

Resumo

RESUMO

A bovinocultura constitui uma atividade de relevância econômica e social para o Rio Grande do Norte, contribuindo para a geração de renda e a permanência de produtores no meio rural. Nesse contexto, o conhecimento do perfil produtivo, das práticas de manejo, do acesso à informação e do uso de tecnologias é fundamental para compreender os desafios e as potencialidades da atividade. O presente estudo teve como objetivo analisar o perfil e as práticas de produtores de bovinos do Território Rural e da Cidadania Metropolitana de Natal (Terra dos Potiguaras), no Rio Grande do Norte, com ênfase nos sistemas de produção, alimentação, manejo, controle zootécnico, conectividade e adoção tecnológica. Foi realizado um estudo exploratório e descritivo, mediante aplicação de questionários estruturados a 11 produtores dos municípios de Macaíba, São Gonçalo do Amarante, Extremoz, Parnamirim e Natal. Os dados foram organizados e analisados de forma descritiva, buscando identificar padrões e contrastes entre os sistemas produtivos. produtivas. O acesso à internet apresentou ampla ocorrência entre os produtores, porém o uso de softwares e planilhas para gestão ainda foi limitado, predominando registros realizados de forma manual. Os resultados evidenciam a necessidade de fortalecer o acesso à informação, à assistência ao produtor e às ferramentas de gestão, visando melhorar a eficiência produtiva, a tomada de decisão e a sustentabilidade da bovinocultura potiguar.

Palavras-chave: alimentação; controle zootécnico; gestão rural; manejo.

TITLE: Productive Profile, Connectivity, Technological Adoption, and Management Practices in Cattle Farming Systems in Rio Grande do Norte, Brazil

Abstract

ABSTRACT

This study aimed to characterize the productive profile, connectivity, technological adoption, and management practices of cattle producers in Rio Grande do Norte, Brazil. An exploratory and descriptive survey was conducted with 11 cattle producers using a structured questionnaire containing closed, semi-closed, and open-ended questions. The variables investigated included sociodemographic characteristics, production systems, herd size, feeding and reproductive management, animal health, milk production, infrastructure, internet access, zootechnical records, technology use, producer support, sustainability practices, and perceptions regarding public policies and productive challenges. Descriptive statistical analysis was performed using absolute and relative frequencies for categorical variables and descriptive measures for quantitative variables. The results demonstrated heterogeneity among producers regarding production systems, herd size, management practices, and technological adoption. Although 90.9% of participants reported having internet access, 72.7% used notebooks for zootechnical records, while only 18.2% used management software and 18.2% used electronic spreadsheets. The main technological demands involved milking, infrastructure, reproduction, animal identification, feeding, and animal comfort, while feeding and nutrition were the main areas of demand for producer support.

Keywords: FOOD, ZOOTECHNICAL CONTROL, RURAL MANAGEMENT, DAIRY PRODUCTION.

Introdução

INTRODUÇÃO

A bovinocultura constitui uma atividade de relevância econômica e social para o meio rural brasileiro, contribuindo para a produção de alimentos, geração de renda, ocupação da mão de obra e manutenção de atividades produtivas em diferentes regiões do país. No Rio Grande do Norte, a atividade apresenta importância particular, especialmente no segmento leiteiro, que está inserido em uma realidade marcada pela diversidade dos sistemas de produção, pelas condições climáticas características do semiárido e pela necessidade de adaptação das estratégias de manejo às condições de cada propriedade. Nesse cenário, os sistemas produtivos apresentam diferentes níveis de estruturação, disponibilidade de recursos e incorporação de tecnologias, coexistindo produtores com distintas escalas de produção, formas de organização e capacidade de utilização dos recursos disponíveis (CRUZ; PENHA; MATOS FILHO, 2020).

A eficiência dos sistemas de produção de bovinos está relacionada a um conjunto de fatores que ultrapassa a dimensão do tamanho do rebanho ou do nível de intensificação empregado. Aspectos como manejo alimentar, reprodução, sanidade, controle zootécnico, organização das atividades e gestão dos recursos disponíveis podem influenciar o acompanhamento dos resultados e o processo de tomada de decisão. A utilização sistemática de informações sobre o rebanho e sobre a propriedade possibilita ao produtor conhecer melhor sua realidade produtiva, identificar dificuldades e estabelecer estratégias mais adequadas às condições do sistema. Dessa forma,

compreender como essas práticas estão distribuídas entre diferentes produtores é importante para identificar características, potencialidades e necessidades que possam orientar ações de desenvolvimento da atividade pecuária.

Entre essas dimensões, a adoção de tecnologias constitui um dos elementos associados à modernização dos sistemas pecuários. Entretanto, a incorporação tecnológica não ocorre de maneira uniforme entre as propriedades, podendo ser influenciada por características do produtor, da propriedade, pelo acesso à informação, pelos canais de comunicação e pelo acompanhamento ao produtor. De Mori et al. (2026), ao analisarem 271 propriedades leiteiras em Minas Gerais, identificaram significativa heterogeneidade na intensidade de adoção tecnológica e observaram associação positiva entre o acesso a diferentes fontes de informação, incluindo a internet e atividades de extensão, e a intensidade de atualização tecnológica. Os autores também verificaram associação entre maior intensidade de adoção tecnológica e indicadores de desempenho da produção leiteira, destacando que as tecnologias tendem a ser utilizadas de maneira complementar nos sistemas produtivos.

Nesse contexto, a conectividade rural passa a representar uma dimensão importante das relações entre produtores, informação e tecnologia. O acesso à internet pode ampliar as possibilidades de obtenção de informações relacionadas a preços, alimentação, manejo, reprodução, sanidade e comercialização, além de facilitar a comunicação com outros produtores e profissionais que atuam no setor. Entretanto, estar conectado não significa necessariamente utilizar ferramentas digitais para o gerenciamento da propriedade. A transformação da informação obtida por meios digitais em práticas efetivas de controle e tomada de decisão depende também da capacidade de apropriação dessas ferramentas, do conhecimento do produtor e de sua adequação às necessidades e condições de cada sistema produtivo.

A gestão da propriedade também desempenha papel relevante nesse processo, uma vez que o uso de registros produtivos e reprodutivos permite acompanhar indicadores e comparar resultados ao longo do tempo. Ferramentas simples, como anotações em cadernos, podem representar formas importantes de controle, enquanto planilhas eletrônicas e softwares específicos podem ampliar a capacidade de organização e análise das informações.

Metodologia

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido com produtores de bovinos do estado do Rio Grande do Norte, considerando diferentes características relacionadas à estrutura produtiva, às práticas de manejo, à gestão da propriedade, ao acesso à informação e à adoção de tecnologias. A pesquisa apresentou caráter exploratório e descritivo, tendo como finalidade caracterizar os sistemas produtivos investigados e identificar padrões, combinações e contrastes entre as diferentes dimensões avaliadas. A abordagem adotada permitiu reunir informações sobre aspectos produtivos, tecnológicos, gerenciais e relacionados à sustentabilidade, buscando representar a diversidade existente entre os produtores participantes.

A amostra foi composta por 11 produtores de bovinos, selecionados no âmbito do levantamento realizado no estado. Em razão do número reduzido de participantes, os resultados foram interpretados considerando as características específicas da amostra e o caráter exploratório da pesquisa. Dessa forma, os dados obtidos foram utilizados principalmente para descrever tendências e diferenças entre os casos analisados, não sendo objetivo do estudo realizar generalizações estatísticas para todos os produtores de bovinos do Rio Grande do Norte.

Instrumento e coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário estruturado, composto por questões fechadas, semifechadas e abertas. A utilização de diferentes formatos de questões possibilitou reunir tanto informações quantitativas, relacionadas à frequência de determinadas práticas e características, quanto informações qualitativas referentes às percepções, experiências e dificuldades relatadas pelos produtores.

O instrumento contemplou diferentes dimensões da atividade pecuária. Inicialmente, foram levantadas informações relacionadas às características dos produtores e à estrutura das propriedades, permitindo contextualizar os sistemas investigados. Também foram abordados aspectos referentes ao sistema de criação utilizado, tamanho e composição do rebanho, estratégias de alimentação, práticas de manejo reprodutivo e aspectos relacionados à produção.

No componente alimentar, foram investigadas as principais estratégias utilizadas pelos produtores, considerando a utilização dos recursos disponíveis e as formas de suplementação e alimentação dos animais. As informações referentes à reprodução permitiram identificar práticas empregadas nos rebanhos e aspectos relacionados ao manejo reprodutivo. Também foram contempladas questões relacionadas à sanidade e à qualidade do leite, possibilitando uma caracterização mais ampla das práticas adotadas nos sistemas avaliados.

O questionário também abordou aspectos de infraestrutura e gestão da propriedade, buscando identificar recursos disponíveis e formas utilizadas pelos produtores para acompanhar as atividades produtivas. Nesse sentido, foram consideradas informações relacionadas ao controle zootécnico, aos registros da propriedade e às ferramentas empregadas para organização dos dados. A investigação dessas características foi importante para compreender o nível de organização das informações produtivas e sua relação descritiva com o uso de tecnologias.

Outra dimensão analisada foi a conectividade rural, especialmente o acesso à internet e sua utilização pelos produtores. Foram consideradas informações referentes ao acesso e ao uso de recursos digitais, incluindo sua possível utilização para obtenção de informações e apoio às atividades da propriedade. A pesquisa também contemplou questões sobre adoção tecnológica, permitindo identificar ferramentas e tecnologias utilizadas ou de interesse dos produtores.

Foram ainda investigadas informações relacionadas à assistência ao produtor, sustentabilidade, conhecimento de políticas públicas e percepção dos participantes sobre a atividade. A inclusão dessas dimensões permitiu analisar o sistema produtivo de forma integrada, considerando que as práticas de produção, gestão, acesso à informação,

tecnologia e sustentabilidade estão inseridas em um mesmo contexto de tomada de decisão.

Organização e tratamento dos dados

Após a coleta, as informações foram organizadas em uma base de dados para posterior análise. Os produtores foram anonimizados e identificados por códigos de P1 a P11, preservando sua identidade e permitindo a análise individual dos casos. A utilização dos códigos possibilitou realizar comparações entre os participantes sem associar os resultados diretamente à identificação dos produtores.

Para as variáveis categóricas, foi realizada análise estatística descritiva, utilizando frequências absolutas (n) e relativas (%). A frequência absoluta correspondeu ao número de participantes enquadrados em determinada categoria, enquanto a frequência relativa representou a proporção desses participantes em relação ao total da amostra. Essa organização possibilitou apresentar os resultados por meio de tabelas e facilitar a identificação das características mais frequentes entre os produtores avaliados.

Para as variáveis quantitativas, foram consideradas medidas de tendência central e de dispersão, incluindo média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo. A utilização conjunta dessas medidas permitiu observar não apenas os valores médios encontrados, mas também a distribuição e a variabilidade dos dados entre os participantes. Considerando o tamanho da amostra e a possibilidade de diferenças entre os casos, a mediana e os valores mínimo e máximo foram considerados complementares à média na interpretação dos resultados.

As questões de resposta múltipla foram tratadas de forma independente para cada alternativa selecionada. Dessa maneira, um mesmo produtor pôde ser contabilizado em mais de uma categoria quando indicou a utilização de diferentes práticas, tecnologias ou estratégias. Por esse motivo, os percentuais provenientes dessas questões não necessariamente totalizam 100%, uma vez que as categorias não são mutuamente exclusivas. Esse procedime

Resultados e Discussões

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização dos produtores participantes constitui uma etapa fundamental para a compreensão dos resultados obtidos, uma vez que as práticas de manejo, as formas de organização da propriedade, o acesso à informação e a incorporação de tecnologias estão inseridos em diferentes contextos produtivos e sociais. O levantamento realizado com 11 produtores de bovinos no Rio Grande do Norte evidenciou heterogeneidade quanto à idade, escolaridade, experiência na atividade, sistema de criação e tamanho dos rebanhos, demonstrando que os participantes apresentam trajetórias e condições produtivas distintas.

Quanto à escolaridade, seis produtores possuíam curso superior, três haviam concluído o ensino médio e dois apresentavam ensino fundamental. Dessa forma, observou-se predominância de participantes com formação superior, embora também estivessem

representados diferentes níveis de escolaridade. Essa diversidade é relevante para a interpretação das demais variáveis analisadas, principalmente aquelas relacionadas ao acesso à informação, utilização de tecnologias e organização da gestão da propriedade. Entretanto, a maior escolaridade observada em parte da amostra não deve ser interpretada automaticamente como indicativo de maior nível tecnológico, uma vez que a adoção de tecnologias resulta da interação entre diferentes fatores.

A experiência na atividade também foi expressiva. Oito dos 11 produtores trabalhavam com bovinos havia pelo menos dez anos, evidenciando a presença de participantes com trajetória prolongada na bovinocultura. A experiência acumulada pode representar importante fonte de conhecimento prático, especialmente em atividades relacionadas ao manejo dos animais, identificação de necessidades do rebanho, alimentação e organização das rotinas produtivas. O conhecimento adquirido ao longo dos anos pode contribuir para a tomada de decisões baseada na observação direta dos animais e das condições da propriedade.

Entretanto, a experiência não deve ser considerada, isoladamente, como determinante para a adoção de tecnologias. De Mori et al. (2026), ao analisarem 271 propriedades leiteiras em Minas Gerais, não identificaram efeito estatisticamente significativo da experiência sobre a intensidade de adoção tecnológica. Esse resultado contribui para a compreensão de que o tempo de atuação na atividade pode proporcionar conhecimento prático, mas não necessariamente implica maior incorporação de tecnologias. A adoção tecnológica pode depender de outros elementos, como acesso à informação, disponibilidade de recursos, acompanhamento ao produtor, percepção de benefícios, infraestrutura e adequação das tecnologias às características do sistema.

A idade dos participantes variou entre 21 e 65 anos, com média de 46,3 anos, mediana de 45 anos e desvio-padrão de 11,0 anos. A amplitude observada demonstra a participação de produtores em diferentes momentos de sua trajetória profissional. A presença de produtores mais jovens e de produtores com maior idade pode representar diferentes formas de relacionamento com as tecnologias, com a informação e com os processos de gestão. Entretanto, assim como ocorre com a experiência, a idade não deve ser utilizada isoladamente para explicar diferenças na adoção tecnológica.

A maioria dos participantes era do sexo masculino, correspondendo a 81,8% da amostra, enquanto duas participantes eram do sexo feminino. Essa distribuição demonstra predominância masculina entre os produtores entrevistados, embora também tenha havido participação feminina. A presença de mulheres na atividade é relevante para a compreensão da diversidade dos sujeitos envolvidos na bovinocultura, ainda que a dimensão de gênero não tenha constituído o foco específico desta pesquisa.

A distribuição dos sistemas de criação reforçou a heterogeneidade observada entre os participantes. Quatro produtores (36,4%) classificaram seus sistemas como extensivos, quatro (36,4%) como semi-intensivos e três (27,3%) como intensivos. Portanto, não houve concentração absoluta em uma única categoria, sendo observada uma distribuição relativamente equilibrada entre os sistemas extensivos e semi-intensivos e uma participação um pouco menor dos sistemas intensivos.

Essa distribuição demonstra que a bovinocultura investigada apresenta diferentes níveis de intensificação. Nos sistemas extensivos, a produção tende a estar mais associada à

utilização das áreas de pastagem e dos recursos disponíveis, enquanto sistemas semi-intensivos e intensivos podem incorporar diferentes níveis de suplementação, infraestrutura, controle e utilização de tecnologias. Contudo, a classificação do sistema não é suficiente, por si só, para explicar a realidade produtiva de uma propriedade, pois diferentes práticas podem coexistir dentro de uma mesma classificação.

Cruz, Penha e Matos Filho (2020) destacam a diversidade existente na economia leiteira do Rio Grande do Norte, evidenciando que os produtores estão inseridos em diferentes condições de produção e comercialização. A heterogeneidade encontrada no presente levantamento é compatível com essa perspectiva, reforçando a necessidade de compreender a atividade regional a partir de diferentes dimensões e não de um único modelo produtivo.

Os rebanhos variaram de 4 a 180 animais, com média de 54,2 e mediana de 40 animais. A diferença entre média e mediana indica que a distribuição dos tamanhos de rebanho não foi homogênea, sendo influenciada pela presença de propriedades com maior número de animais. A amplitude entre o menor e o maior rebanho também demonstra uma diferença expressiva na escala dos sistemas avaliados.

O tamanho do rebanho representa uma importante característica estrutural, mas não deve ser utilizado isoladamente como indicador de modernização ou eficiência tecnológica. Uma propriedade com maior número de animais pode apresentar baixo nível de digitalização da gestão, enquanto uma propriedade menor pode utilizar determinadas tecnologias ou ferramentas de controle de maneira mais sistemática. De Mori et al. (2026) não encontraram efeito estatisticamente significativo da escala da propriedade sobre a intensidade de adoção tecnológica, reforçando a necessidade de não associar automaticamente tamanho do rebanho e modernização.

Dessa forma, os dados referentes à escolaridade, idade, experiência, sistema de criação e tamanho do rebanho indicam que a amostra reúne diferentes perfis de produtores. Essa diversidade deve ser considerada na interpretação dos resultados posteriores, principalmente quando são analisadas conectividade, gestão, tecnologias, alimentação, reprodução e assistência ao produtor. O conjunto de características demonstra que não existe uma correspondência automática entre perfil sociodemográfico, escala produtiva e adoção tecnológica.

Conectividade, acesso à informação e gestão zootécnica

Um dos resultados mais relevantes do levantamento foi a diferença observada entre conectividade e digitalização da gestão. O acesso à internet foi relatado por 10 dos 11 produtores, correspondendo a 90,9% da amostra. Além disso, sete produtores informaram utilizar a internet para atividades relacionadas à criação de bovinos. Esses dados demonstram que a conectividade já está presente de maneira significativa entre os participantes, constituindo um recurso potencialmente importante para obtenção e circulação de informações relacionadas à atividade pecuária.

O acesso à internet pode ampliar as possibilidades de contato com informações sobre alimentação, manejo, reprodução, sanidade, preços, comercialização, equipamentos e tecnologias. Também pode facilitar a comunicação entre produtores e profissionais que atuam no setor, além de permitir o acesso a conteúdos técnicos disponibilizados por

instituições de ensino, pesquisa, extensão e organizações ligadas à produção agropecuária.

Entretanto, o fato de 90,9% dos participantes possuírem acesso à internet não significa que a mesma proporção utilize recursos digitais diretamente na gestão da propriedade. Essa diferença ficou evidente nos resultados relacionados ao controle zootécnico. Oito produtores (72,7%) utilizavam cadernos para realizar registros, enquanto apenas dois (18,2%) utilizavam software de gestão e dois (18,2%) utilizavam planilhas eletrônicas. Um produtor (9,1%) declarou não realizar controle zootécnico.

Os dados demonstram, portanto, uma situação em que a conectividade é mais difundida do que a digitalização dos registros produtivos. O caderno permanece como ferramenta importante de controle entre os participantes, enquanto as ferramentas digitais apresentam utilização restrita. Esse resultado não deve ser interpretado como ausência de organização por parte dos produtores que utilizam registros manuais. Ao contrário, o uso de cadernos demonstra que existe uma prática de registro em parcela significativa da amostra, ainda que realizada por meio de instrumentos tradicionais.

A diferença observada entre acesso à internet e utilização de softwares ou planilhas demonstra que a conectividade representa apenas uma condição para a transformação digital, e não a própria transformação digital. O acesso à informação pode facilitar o conhecimento sobre novas tecnologias, mas sua incorporação depende de outros fatores, como conhecimento para utilização das ferramentas, disponibilidade de equipamentos, facilidade de uso, percepção de benefícios, tempo disponível para registro, custos e adequação às necessidades da propriedade.

Nesse sentido, os resultados do presente levantamento são coerentes com a perspectiva apresentada por De Mori et al. (2026), que identificaram associação positiva entre o acesso a diferentes fontes de informação, incluindo internet, dias de campo e extensão rural, e a intensidade de adoção tecnológica em propriedades leiteiras. Entretanto, é necessário destacar que os resultados de De Mori et al. (2026) foram obtidos em uma amostra de 271 propriedades e mediante procedimentos estatísticos específicos. Portanto, não é possível reproduzir ou afirmar a mesma associação estatística no presente estudo, que possui apenas 11 participantes e caráter exclusivamente descritivo.

O resultado observado nesta pesquisa deve ser interpretado como um padrão encontrado na amostra: muitos produtores estão conectados à internet, mas poucos utilizam ferramentas digitais específicas para gestão. Essa diferença constitui um aspecto relevante para compreender os desafios da modernização dos sistemas produtivos, pois demonstra que o acesso ao meio digital não garante, isoladamente, a apropriação das tecnologias de gestão.

Procópio, Binotto e Pereira (2024), em revisão sistemática sobre adoção tecnológica no setor agropecuário, destacam que esse processo é multidimensional e envolve fatores como escolaridade, assistência técnica, crédito, equipamentos e características da propriedade. Essa abordagem ajuda a compreender por que produtores que apresentam acesso semelhante à internet podem adotar tecnologias de formas distintas.

A utilização de cadernos por 72,7% dos produtores também merece atenção. Os registros manuais podem constituir uma etapa importante da organização da

propriedade, permitindo ao produtor acompanhar informações sobre os animais, produção e outras atividades. Entretanto, ferramentas digitais podem possibilitar diferentes formas de armazenamento, organização e análise dos dados. O ponto central, portanto, não consiste simplesmente em substituir o caderno por um software, mas em compreender quais ferramentas são adequadas às necessidades de cada produtor e como podem contribuir efetivamente para a tomada de decisão.

O produtor que declarou não realizar controle zootécnico representa 9,1% da amostra e evidencia que ainda existem diferentes níveis de organização das informações produtivas. A ausência de registros pode dificultar o acompanhamento sistemático de indicadores e a comparação de resultados ao longo do tempo. Entretanto, a partir dos dados disponíveis, não é possível afirmar que a ausência de controle esteja relacionada à idade, escolaridade, tamanho do rebanho, sistema de criação ou qualquer outra característica específica.

Assim, os resultados apontam para a necessidade de compreender a gestão zootécnica como uma dimensão independente da simples disponibilidade de internet. A conectividade pode fornecer acesso a informações, mas a utilização dessas informações no planejamento e no controle da propriedade exige organização e apropriação das ferramentas disponíveis.

Adoção e demanda por novas tecnologias

As respostas abertas também demonstraram interesse dos produtores em implementar novas tecnologias. As demandas apresentadas foram distribuídas em diferentes categorias, evidenciando que a percepção sobre inovação não se limita ao uso de ferramentas digitais. As maiores frequências foram observadas para ordenha e tecnologias de ordenha, com 27,3%, e infraestrutura e instalações, também com 27,3%. Em seguida, apareceram reprodução e biotecnologia, com 18,2%, além de identificação animal, alimentação e forragem e ventilação e conforto, cada uma mencionada por 9,1% dos participantes.

A distribuição das respostas demonstra que as necessidades tecnológicas percebidas pelos produtores abrangem diferentes componentes do sistema de produção. A ordenha aparece como uma das principais demandas, indicando interesse por soluções capazes de melhorar uma etapa diretamente relacionada à rotina produtiva e, especialmente em sistemas leiteiros, à eficiência do processo e à qualidade do produto.

A infraestrutura e as instalações também aparecem com destaque. Essa demanda evidencia que a modernização da propriedade não necessariamente começa pela aquisição de softwares ou equipamentos digitais. Melhorias em instalações, equipamentos, estruturas de manejo e condições de trabalho também podem representar formas de inovação tecnológica.

Essa constatação é importante porque amplia a compreensão do conceito de adoção tecnológica. Em determinadas propriedades, a prioridade pode estar relacionada à mecanização ou à melhoria da infraestrutura; em outras, pode estar relacionada à identificação dos animais, reprodução, alimentação ou gestão digital. Dessa maneira, não existe necessariamente uma única trajetória de modernização válida para todos os sistemas.

A demanda por reprodução e biotecnologia, mencionada por 18,2% dos produtores, demonstra interesse em ferramentas associadas ao melhoramento e à eficiência reprodutiva. A identificação animal, mencionada por 9,1%, está diretamente relacionada ao controle individual do rebanho e pode facilitar a organização das informações produtivas e reprodutivas. Já alimentação e forragem, também mencionadas por 9,1%, indicam que tecnologias e estratégias relacionadas à disponibilidade e utilização de alimentos permanecem entre as necessidades percebidas pelos participantes.

A ventilação e o conforto animal, mencionados por 9,1%, acrescentam uma dimensão relacionada às condições ambientais e ao bem-estar dos animais. A inclusão desse aspecto nas demandas demonstra que a percepção de tecnologia também pode estar associada à melhoria das condições de criação e não apenas ao aumento direto da produção.

Esses resultados reforçam a perspectiva de Procópio, Binotto e Pereira (2024), segundo a qual a adoção tecnológica no setor agropecuário é influenciada por múltiplos fatores e envolve diferentes tipos de recursos. No presente estudo, a variedade das demandas demonstra que os produtores reconhecem necessidades tecnológicas distintas, relacionadas tanto à produção quanto à infraestrutura, reprodução, alimentação, identificação e conforto.

Também é importante destacar que declarar interesse em determinada tecnologia não significa necessariamente que sua adoção tenha ocorrido. As respostas representam demandas ou intenções manifestadas pelos participantes e devem ser interpretadas dessa forma. Não foram investigados, neste levantamento, custos, disponibilidade financeira, período previsto para aquisição ou efetiva implementação futura das tecnologias mencionadas.

Portanto, as demandas apresentadas podem ser compreendidas como indicadores das necessidades percebidas pelos produtores. Elas oferecem informações importantes para ações de capacitação, assistência ao produtor e desenvolvimento de estratégias de difusão tecnológica, desde que sejam consideradas as características particulares de cada propriedade.

Assistência ao produtor e necessidades identificadas

A alimentação e a nutrição constituíram a principal demanda de assistência ao produtor, mencionada por cinco participantes, correspondendo a 45,5% da amostra. Esse resultado evidencia a importância atribuída pelos produtores às questões relacionadas à alimentação do rebanho. Também foram relatadas necessidades relacionadas ao controle de doenças, uso de tecnologias, inseminação artificial, produção de silagem e manejo de forma ampla.

A predominância da alimentação entre as demandas de assistência pode estar relacionada à importância que o planejamento nutricional exerce sobre os sistemas de produção de bovinos. A disponibilidade de alimentos, a qualidade dos volumosos, o uso de suplementos e a adequação das dietas podem representar desafios especialmente relevantes em regiões submetidas a variações na disponibilidade de forragem.

No contexto do Rio Grande do Norte, as condições climáticas e a irregularidade na disponibilidade de recursos forrageiros tornam o planejamento alimentar uma questão relevante para os sistemas pecuários. A produção e conservação de volumosos podem contribuir para reduzir os efeitos de períodos de menor disponibilidade de pastagem. Entretanto, os dados obtidos nesta pesquisa não permitem avaliar a qualidade ou a eficiência das estratégias alimentares adotadas pelos produtores.

A silagem foi mencionada entre as estratégias utilizadas durante o período seco e também apareceu entre as demandas relacionadas à assistência ao produtor. Essa recorrência reforça a importância do tema e sugere que a produção, conservação e utilização de volumosos constituem assuntos nos quais os produtores identificam necessidade de orientação.

Entretanto, não se deve estabelecer, a partir desses resultados, uma relação direta entre determinada estratégia alimentar e o desempenho produtivo dos rebanhos. A pesquisa não foi estruturada para medir eficiência nutricional, conversão alimentar, produção de leite por animal ou indicadores econômicos associados às diferentes estratégias de alimentação.

A demanda por controle de doenças demonstra, por sua vez, que questões sanitárias continuam sendo relevantes para os produtores. A sanidade interfere diretamente na manutenção das condições produtivas e no bem-estar dos animais, mas, assim como ocorreu com a alimentação, o levantamento não teve como objetivo medir a ocorrência ou prevalência de doenças nos rebanhos.

A inseminação artificial também foi citada entre as demandas. Essa tecnologia pode estar associada a estratégias de melhoramento genético e planejamento reprodutivo, mas sua adoção exige condições adequadas de manejo, capacitação e acompanhamento. A simples manifestação de interesse não permite afirmar que os produtores apresentem condições semelhantes ou que estejam em processo de adoção efetiva dessa tecnologia.

A assistência ao produtor aparece, portanto, como uma dimensão transversal às diferentes áreas da propriedade. Alimentação, sanidade, reprodução, tecnologias e manejo não são componentes completamente independentes, pois as decisões tomadas em uma área podem influenciar outras dimensões do sistema. Por esse motivo, ações de acompanhamento podem apresentar maior utilidade quando consideram o conjunto das características da propriedade.

Procópio, Binotto e Pereira (2024) identificam o acesso à assistência técnica como um dos fatores relacionados ao processo de adoção de tecnologias no setor agropecuário. No presente estudo, entretanto, a assistência ao produto

Conclusão

CONCLUSÃO

O estudo permitiu caracterizar, de forma exploratória e descritiva, aspectos produtivos, tecnológicos e relacionados à gestão de 11 produtores de bovinos no Rio Grande do Norte, evidenciando a diversidade existente entre os sistemas analisados. Foram

observadas diferenças quanto à escolaridade, idade, experiência na atividade, sistema de criação, tamanho dos rebanhos, estratégias de alimentação e reprodução, formas de controle zootécnico, acesso à informação, utilização de tecnologias, demandas de assistência ao produtor e prioridades para o desenvolvimento da atividade.

A distribuição entre sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos, associada à ampla variação no tamanho dos rebanhos, evidenciou diferentes níveis de organização e intensificação. Entretanto, os resultados indicaram que a adoção tecnológica não ocorreu de forma automática em função do nível de intensificação. Foram identificadas diferentes combinações de práticas entre os produtores, demonstrando que a classificação do sistema de criação, isoladamente, não é suficiente para explicar a incorporação de tecnologias.

Um dos principais achados foi a diferença entre conectividade e digitalização da gestão. Embora 90,9% dos produtores tenham relatado acesso à internet e sete utilizassem esse recurso em atividades relacionadas à criação de bovinos, 72,7% ainda utilizavam cadernos para os registros zootécnicos. Em contrapartida, apenas 18,2% utilizavam software de gestão e 18,2% utilizavam planilhas eletrônicas. Esses resultados demonstram que o acesso à internet constitui uma importante condição para obtenção e circulação de informações, mas não implica necessariamente a utilização de ferramentas digitais para o gerenciamento da propriedade.

As demandas tecnológicas apresentadas pelos produtores também demonstraram que a inovação não está restrita às ferramentas digitais. Ordenha e tecnologias de ordenha, infraestrutura e instalações, reprodução e biotecnologia, identificação animal, alimentação e forragem e ventilação e conforto foram apontados como áreas de interesse. Esse resultado evidencia que as necessidades de modernização são diversificadas e devem considerar as particularidades, limitações e objetivos de cada sistema produtivo.

A alimentação e a nutrição constituíram a principal demanda de assistência ao produtor, sendo mencionadas por 45,5% dos participantes. Também foram identificadas necessidades relacionadas à sanidade, reprodução, produção de silagem, manejo e utilização de tecnologias. Paralelamente, questões econômicas, especialmente preço do leite, incentivos e renda, destacaram-se entre as principais prioridades para melhoria da atividade. Dessa forma, o desenvolvimento da bovinocultura deve considerar conjuntamente aspectos técnicos, tecnológicos e econômicos, uma vez qu

Referências

A bovinocultura constitui uma atividade de expressiva relevância para a economia agropecuária brasileira, especialmente por sua capacidade de gerar renda, emprego e alimentos, além de contribuir para a permanência das famílias no meio rural. No Rio Grande do Norte, a atividade leiteira apresenta particularidades associadas às condições climáticas, à estrutura produtiva das propriedades, à disponibilidade de recursos e às características socioeconômicas dos produtores. Nesse contexto, compreender o perfil produtivo dos estabelecimentos rurais e as práticas adotadas pelos produtores torna-se fundamental para identificar limitações e potencialidades relacionadas ao

desenvolvimento da atividade. A literatura evidencia que a produção agropecuária é marcada por elevada heterogeneidade, tanto entre regiões quanto entre propriedades, sendo influenciada pelo nível de tecnificação, acesso à informação, capacidade de investimento e organização dos produtores.

Ao analisarem a economia leiteira do Rio Grande do Norte, Cruz, Penha e Matos Filho (2020) destacam a importância da atividade leiteira para a geração de renda e para a dinâmica econômica regional. Os autores inserem a produção de leite em um cenário nacional caracterizado por forte heterogeneidade produtiva, no qual coexistem sistemas com baixo nível tecnológico e reduzida produtividade e propriedades que empregam tecnologias mais avançadas e apresentam maior eficiência produtiva. Essa característica é particularmente importante para compreender a realidade potiguar, uma vez que diferentes produtores podem desenvolver a mesma atividade utilizando estratégias produtivas, estruturas e níveis de investimento bastante distintos. Assim, a análise do setor não deve considerar apenas o volume produzido, mas também as condições nas quais essa produção ocorre e os recursos disponíveis aos produtores.

No contexto do Rio Grande do Norte, as limitações relacionadas à produção leiteira precisam ser analisadas considerando as características ambientais e econômicas do estado. A disponibilidade de água, a alimentação dos animais, os períodos de estiagem e os custos de produção constituem fatores capazes de interferir diretamente na capacidade produtiva das propriedades. Nesse sentido, Cruz, Penha e Matos Filho (2020) demonstram que a atividade leiteira possui importância econômica e social que ultrapassa a simples produção de alimentos, estando relacionada à geração de renda e à sobrevivência de parcela significativa da população rural. Dessa forma, o fortalecimento da atividade depende não apenas do aumento da produção, mas também da criação de condições que permitam aos produtores melhorar a eficiência dos sistemas e reduzir sua vulnerabilidade diante das oscilações econômicas e climáticas.

A heterogeneidade apontada pelos autores também pode ser relacionada à adoção diferenciada de tecnologias. Propriedades que possuem maior capacidade de investimento, melhor acesso à informação e maior inserção em redes de comercialização tendem a apresentar condições mais favoráveis para incorporar ferramentas de gestão, equipamentos e práticas produtivas. Por outro lado, produtores que enfrentam restrições financeiras, dificuldades de acesso à assistência ao produtor, menor disponibilidade de informação ou limitações estruturais podem apresentar maior dificuldade para implementar mudanças tecnológicas. Dessa forma, a tecnologia não deve ser compreendida como um elemento isolado do sistema produtivo, mas como parte de um conjunto de fatores econômicos, sociais e institucionais que condicionam as decisões do produtor.

Essa perspectiva é reforçada por Procópio, Binotto e Pereira (2024), que, a partir de uma revisão sistemática sobre a adoção de tecnologias no setor agropecuário, caracterizam esse processo como multidimensional e complexo. Os autores identificaram diferentes categorias de tecnologias utilizadas nas propriedades rurais, incluindo recursos relacionados à automatização e informatização, ao controle de plantas daninhas e pragas e à intensificação sustentável. Entre os principais fatores associados à adoção tecnológica estão a participação dos produtores em organizações coletivas, o nível de escolaridade, o acesso à assistência ao produtor e ao crédito, a presença de equipamentos tecnológicos e o tamanho da propriedade. (SEER)

Essa abordagem contribui diretamente para a interpretação dos resultados obtidos no diagnóstico da bovinocultura potiguar, pois demonstra que a simples disponibilidade de uma tecnologia não significa necessariamente sua adoção. O produtor precisa apresentar condições econômicas, conhecimento, acesso à informação e percepção de benefícios que justifiquem a incorporação da inovação ao sistema produtivo. Nesse sentido, a adoção tecnológica envolve um processo de decisão que considera custos, riscos, conhecimentos prévios e expectativas relacionadas ao retorno do investimento. Portanto, diferenças observadas entre produtores quanto ao uso de registros, ferramentas digitais, equipamentos ou estratégias de manejo podem refletir diferenças mais amplas nas condições de acesso aos recursos necessários à modernização da atividade.

A escolaridade constitui outro aspecto relevante nesse processo. Produtores com maior nível de formação podem apresentar maior facilidade para acessar, interpretar e utilizar informações relacionadas à produção, além de maior capacidade para compreender o funcionamento de ferramentas tecnológicas. Entretanto, a escolaridade não deve ser analisada isoladamente, pois a adoção depende também da existência de canais eficientes de disseminação do conhecimento. Nesse sentido, a assistência ao produtor exerce função estratégica, especialmente em regiões nas quais parte dos estabelecimentos possui limitações de infraestrutura e de acesso a serviços especializados. Para Procópio, Binotto e Pereira (2024), políticas direcionadas à educação, à assistência ao produtor, ao crédito e ao fortalecimento das organizações coletivas podem favorecer a difusão tecnológica e reduzir barreiras à adoção. (SEER)

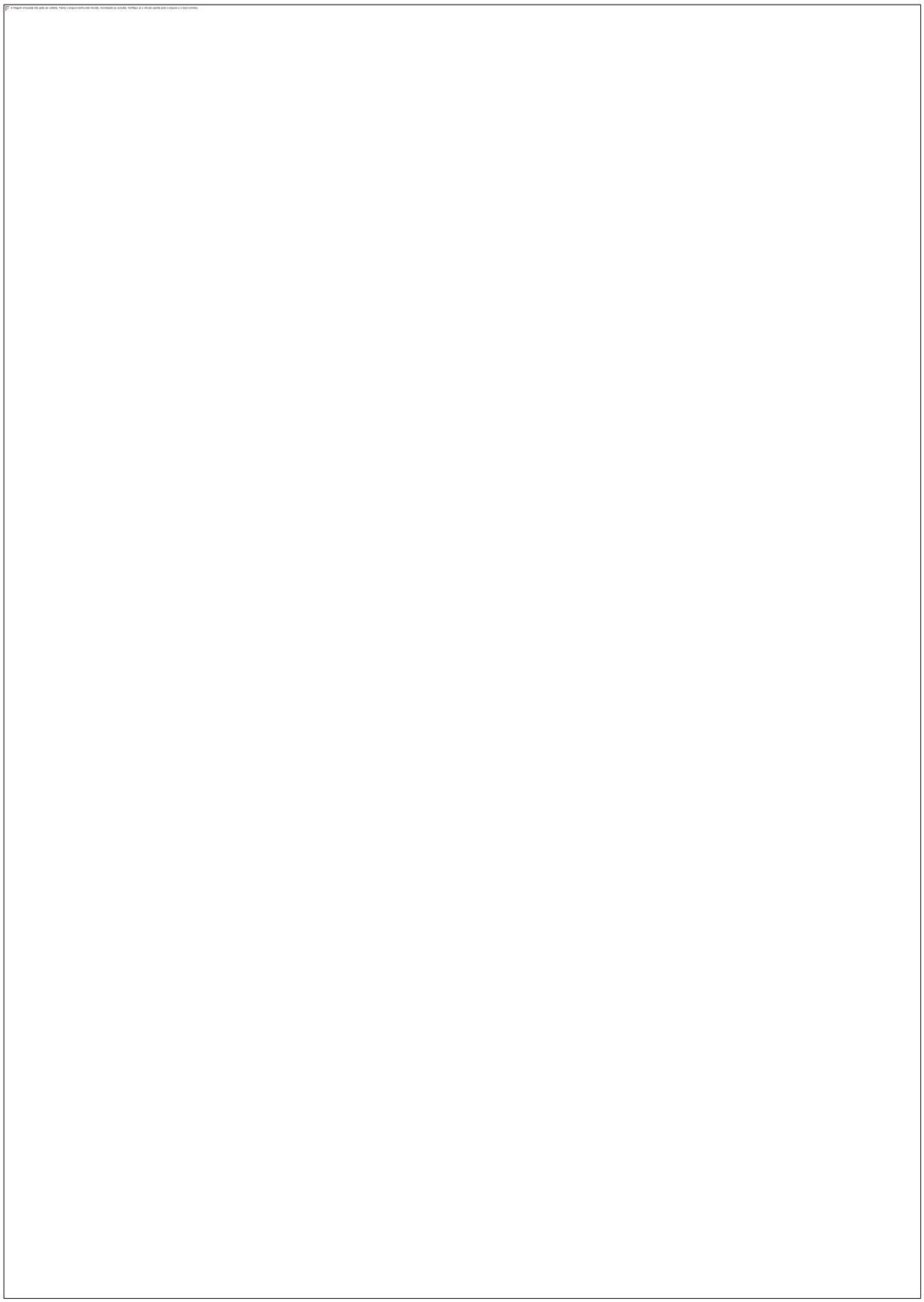
A importância do acesso à informação torna-se ainda mais evidente diante da expansão das ferramentas digitais no meio rural. A internet possibilita ao produtor acessar informações sobre manejo, alimentação, sanidade, reprodução, comercialização, preços e tecnologias disponíveis, reduzindo a dependência exclusiva de fontes tradicionais de informação. Entretanto, possuir acesso à internet não significa necessariamente utilizá-la para fins produtivos. É necessário que o produtor possua conhecimentos e habilidades para transformar a informação disponível em decisões capazes de melhorar o sistema de produção. Portanto, a conectividade pode ser entendida como uma condição favorável à modernização, mas seus efeitos dependem da capacidade de utilização das informações obtidas.

Essa relação entre informação e adoção tecnológica é confirmada por De Mori et al. (2026), que avaliaram 271 propriedades leiteiras de Minas Gerais e verificaram a influência de diferentes fatores sobre a intensidade de adoção de tecnologias na produção de leite. O estudo considerou tecnologias relacionadas ao manejo alimentar e de pastagens, manejo do rebanho, reprodução, ordenha, qualidade do leite, gestão ambiental, equipamentos e instalações. Os resultados demonstraram associação positiva entre a intensidade de adoção tecnológica e indicadores de produtividade, evidenciando que a incorporação de tecnologias pode estar relacionada à melhoria do desempenho produtivo. (Portal de Periódicos UFC)

De Mori et al. (2026) também identificaram que o acesso à informação por diferentes meios, como rádio, revistas, internet, dias de campo e serviços de extensão rural, influencia positivamente a intensidade de adoção tecnológica. Esse resultado reforça a importância da conectividade observada no contexto da bovinocultura do Rio Grande do

Norte. Quando o produtor possui acesso a diferentes fontes de informação, ampliam-se suas possi

Anexos



Conectividade e adoção tecnológica em sistemas de produção de bovinos no Rio Grande do Norte



Conectividade e adoção tecnológica em sistemas de produção de bovinos no Rio Grande do Norte



Conectividade e adoção tecnológica em sistemas de produção de bovinos no Rio Grande do Norte

CÓDIGO: SB0736

AUTOR: ATHIRSON VIRGINIO NOGUEIRA

ORIENTADOR: JULIANA LORENSI DO CANTO

TÍTULO: Avaliação da Sobrevivência e do Crescimento de Espécies Nativas da Caatinga plantadas em Área Degradada

Resumo

A degradação da Caatinga compromete a cobertura vegetal, a qualidade do solo e a capacidade de regeneração dos ecossistemas. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de espécies nativas implantadas em uma Área de Preservação Permanente (APP) degradada, em Macaíba-RN, comparando as técnicas de plantio adensado e nucleação. O estudo foi realizado em uma área de 3,16 ha, sendo 2,05 ha destinados ao plantio adensado, com espaçamento de 3 × 2 m, e 1,11 ha à nucleação. Foram implantadas 915 mudas de espécies florestais nativas, sendo 580 no plantio adensado e 335 na nucleação. O monitoramento ocorreu entre outubro e dezembro de 2025, avaliando-se a sobrevivência, a altura total e o diâmetro na base do caule. O plantio adensado apresentou 93% de sobrevivência, enquanto a nucleação apresentou 85,7%. Mimosa arenosa destacou-se pela maior altura média, com 137,46 cm no plantio adensado e 116,63 cm na nucleação. O maior diâmetro médio foi registrado para o grupo Mimosa tenuiflora e Piptadenia stipulacea, com 17,2 cm e 12,2 cm, respectivamente. Os resultados demonstram diferenças no estabelecimento entre as técnicas e espécies, indicando o potencial de algumas espécies para utilização em ações de recuperação de áreas degradadas na Caatinga.

Palavras-chave: Conservação ambiental,Técnicas de recuperação, Revegetação.

TITLE: Assessment of the Survival and Growth of Native Caatinga Species Planted in a Degraded Area

Abstract

The degradation of the Caatinga compromises vegetation cover, soil quality, and the ecosystems' capacity for regeneration. In this context, the objective of this study was to evaluate the survival and initial growth of native species planted in a degraded

Permanent Preservation Area (APP) in Macaíba, Rio Grande do Norte, by comparing the techniques of dense planting and nucleation. The study was conducted in a 3.16-hectare area, with 2.05 hectares allocated to dense planting at a spacing of 3 × 2 m and 1.11 hectares to nucleation. A total of 915 seedlings of native forest species were planted, with 580 in the dense planting and 335 in the nucleation treatment. Monitoring took place between October and December 2025, assessing survival, total height, and diameter at the base of the stem. The densely planted area showed a 93% survival rate, while the seedling nursery showed 85.7%. Mimosa arenosa stood out for its greater average height, at 137.46 cm in the densely planted area and 116.63 cm in the seedling nursery. The largest average diameter was recorded for the Mimosa tenuiflora and Piptadenia stipulacea group, at 17.2 cm and 12.2 cm, respectively. The results demonstrate differences in establishment among the techniques and species, indicating the potential of some species for use in restoration efforts for degraded areas in the Caatinga.

Keywords: Environmental conservation, Restoration techniques, Revegetation.

Introdução

A Caatinga apresenta um bioma exclusivamente brasileiro, predominante na região Nordeste e caracterizado por condições ambientais marcadas pela irregularidade das chuvas e pela ocorrência de períodos prolongados de estiagem (Francisco; Chaves; Chaves, 2020). Mesmo submetida a condições climáticas restritivas, apresenta elevada diversidade de espécies e desempenha funções ambientais e socioeconômicas relevantes para as populações que vivem em sua área de abrangência (MMA, 2024).

A utilização dos recursos naturais da Caatinga possui importância para diferentes atividades desenvolvidas no semiárido, especialmente para comunidades rurais que dependem direta ou indiretamente da vegetação para sua subsistência e geração de renda (Araújo, 2016). Entretanto, a intensificação das atividades humanas e as alterações no uso da terra têm contribuído para a redução da cobertura vegetal e para a degradação dos ambientes naturais. Entre as consequências desse processo estão a perda de biodiversidade, a degradação dos solos e o avanço de processos de desertificação, comprometendo a capacidade de recuperação dos ecossistemas (SOUZA et al., 2023).

As características ambientais do semiárido também podem dificultar o estabelecimento da vegetação. A baixa e irregular disponibilidade de água, associada às elevadas temperaturas e à intensa demanda evaporativa, impõe condições de estresse às plantas, principalmente durante os períodos de estiagem (MARENGO et al., 2017; SANTOS et al., 2023). Em áreas degradadas, essa situação pode ser agravada pelas alterações nas propriedades do solo, como redução da matéria orgânica e menor capacidade de armazenamento de água, dificultando a regeneração natural e o estabelecimento de novos indivíduos vegetais (MACEDO et al., 2023).

Nesse cenário, ações de restauração e recuperação ambiental tornam-se importantes para favorecer o restabelecimento da cobertura vegetal e das funções ecológicas das áreas degradadas. A utilização de espécies nativas constitui uma estratégia relevante, uma vez que essas plantas apresentam características associadas às condições ambientais do bioma. Contudo, o desempenho das espécies após o plantio pode variar

de acordo com suas características ecológicas e com as condições encontradas no local, tornando necessário o acompanhamento de seu estabelecimento (RODRIGUES et al., 2009; DURIGAN et al., 2011).

Entre os parâmetros utilizados para avaliar o estabelecimento de mudas estão a sobrevivência e o crescimento inicial. A taxa de sobrevivência permite verificar a permanência dos indivíduos após o plantio, enquanto variáveis como altura e diâmetro possibilitam acompanhar seu desenvolvimento ao longo do tempo. A análise conjunta dessas características pode auxiliar na identificação de espécies com melhor desempenho e, consequentemente, contribuir para o planejamento de ações de restauração em ambientes degradados (Chazdon, 2008).

As Áreas de Preservação Permanente são importantes para a conservação dos recursos naturais. Quando degradadas, sua recuperação contribui para a proteção do solo, da biodiversidade e dos recursos hídricos (Mesquita, 2025). Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento de mudas florestais nativas implantadas em uma APP degradada, identificando as espécies com melhor desempenho para ações de recuperação na Caatinga.

Metodologia

O estudo foi realizado em uma Área de Preservação Permanente (APP) de 3,16 ha, localizada às margens de um açude na bacia hidrográfica do rio Potengi, no município de Macaíba-RN. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura arenosa, fortemente drenado e com baixa fertilidade natural (IDEMA, 2013). A área apresentava elevado grau de degradação, com solo exposto, compactado e pedregoso, além de processos erosivos em alguns trechos e histórico de exploração mineral. No entorno, encontram-se fragmentos de vegetação nativa com ocorrência de clareiras.

O clima apresenta transição entre os tipos As e BSw de Köppen, com temperatura média anual de 27 °C e precipitação média entre 800 e 1.200 mm, concentrada principalmente no outono e inverno (IDEMA, 2013). O período de menor precipitação ocorre entre agosto e fevereiro, com médias mensais inferiores a 100 mm (EMPARN, 2025).

A área foi dividida em dois arranjos de recuperação: plantio adensado, com 2,05 ha e espaçamento de 3 × 2 m, e plantio em núcleos, com 1,11 ha. Nos núcleos, foram utilizadas cinco mudas dispostas em quincôncio, sendo uma espécie de diversidade na posição central e quatro espécies de cobertura ao redor, com distância aproximada de 6 m entre núcleos.

As mudas foram implantadas em covas de 40 × 40 × 40 cm, preparadas com esterco curtido, terra de subsolo, calcário dolomítico e fertilizantes minerais. No plantio, foi realizada irrigação com água e aplicação de hidrogel hidratado nas covas. As áreas permaneceram cercadas, com duas entradas para acesso. O monitoramento foi realizado entre outubro e dezembro de 2025, abrangendo as áreas submetidas ao plantio adensado

e à nucleação. Inicialmente, foi realizada a conferência e identificação das mudas implantadas, registrando-se os indivíduos vivos e as perdas ocorridas em cada área e técnica de recuperação.

Para avaliar o crescimento inicial, foram mensuradas individualmente a altura total das mudas, com régua florestal, e o diâmetro na base do caule, utilizando paquímetro digital. Os dados coletados foram organizados e tabulados em planilhas eletrônicas, sendo realizada análise descritiva para comparação da sobrevivência e do crescimento das espécies entre as técnicas de recuperação.

Resultados e Discussões

Foram contabilizadas 915 mudas de espécies florestais nativas implantadas na área de recuperação, sendo 580 no plantio adensado e 335 na nucleação, distribuídas em 67 núcleos, cada um constituído por cinco mudas em disposição de quincôncio. No plantio adensado, foram registradas 41 perdas, correspondendo a uma mortalidade de 7%. Dessa forma, permaneceram 539 indivíduos vivos, equivalente a uma taxa de sobrevivência de 93% no período avaliado. A composição das mudas sobreviventes por espécie é apresentada na Tabela 1. Durante a identificação em campo, Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) e Jurema Branca (*Piptadenia stipulacea*) foram agrupadas, pois não foi possível realizar a distinção segura entre as duas espécies no estágio inicial de desenvolvimento, devido à semelhança morfológica.

A avaliação das características de crescimento evidenciou diferenças entre as espécies quanto à altura média total (H) e ao diâmetro médio na base do caule (DB). No plantio adensado, a maior altura média foi observada para Jurema Unha de Gato (*Mimosa arenosa*), com 137,46 cm, seguida pelo grupo formado por Jurema Preta e Jurema Branca, com 135,08 cm. A menor altura média foi registrada para Craibeira (*Tabebuia aurea*), com 42,3 cm. Quanto ao diâmetro médio na base, o maior valor ocorreu no grupo Jurema Preta e Jurema Branca, com 17,2 cm, seguido por Aroeira Pimenteira (*Schinus terebinthifolia*), com 16,8 cm. O menor valor foi registrado para Angico (*Anadenanthera colubrina*), com 5,3 cm. Os valores completos encontram-se no Gráfico 1.

Na área destinada à nucleação, foram identificadas 48 mudas mortas, representando 14,3% de mortalidade. Permaneceram 287 indivíduos vivos, correspondendo a 85,7% de sobrevivência. A distribuição dos indivíduos sobreviventes entre as espécies está apresentada na Tabela 3. A mortalidade registrada na nucleação foi superior à observada no plantio adensado, que apresentou 7%. Uma possível explicação está relacionada às condições de acesso para a irrigação. Em determinados pontos da área, não foi possível realizar a irrigação dos núcleos com o uso do trator e da pipa, o que pode ter reduzido a disponibilidade de água durante a fase inicial de estabelecimento e contribuído para as perdas registradas.

Quanto às variáveis de crescimento na área de nucleação, também foram observadas diferenças entre as espécies. A Jurema Unha de Gato (*Mimosa arenosa*) apresentou a maior altura média, com 116,63 cm, enquanto a menor média foi registrada para a

Craibeira (*Tabebuia aurea*), com 41,31 cm. Para o diâmetro médio na base, o maior valor foi observado no grupo Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) e Jurema Branca (*Piptadenia stipulacea*), com 12,2 cm, enquanto o menor valor ocorreu para a Catingueira (*Poincianella pyramidalis*), com 5,7 cm. Os demais valores são apresentados no Gráfico 2.

Conclusão

O monitoramento inicial demonstrou que ambas as técnicas apresentaram estabelecimento das mudas, com maior taxa de sobrevivência no plantio adensado (93%) em comparação à nucleação (85,7%). As diferenças observadas entre as espécies quanto à altura e ao diâmetro da base evidenciam respostas distintas às condições de implantação. Entre os resultados, destacaram-se *Mimosa arenosa* e o grupo formado por *Mimosa tenuiflora* e *Piptadenia stipulacea* pelos maiores valores de crescimento inicial. Os resultados obtidos constituem uma referência para a continuidade do monitoramento e para a avaliação do desempenho das espécies e das técnicas empregadas na recuperação da área degradada.

Referências

ARAÚJO, Aniele da Silva. Fatores que influenciam o uso dos recursos naturais da caatinga como fonte de alimento em comunidades rurais de regiões semiáridas, Rio Grande do Norte, Brasil. 2016.

CHAZDON, R. L. Restoration of tropical forests: what to do, where to go and how to get there. Biotropica, v. 40, n. 1, p. 20-29, 2008.

DURIGAN, G. et al. Manual para recuperação da vegetação de cerrado. São Paulo: SMA/CBB, 2011. 124 p.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; CHAVES, Iêde de Brito; CHAVES, Lúcia Helena Garófalo. Caatinga e degradação: modelo de mapeamento. Campina Grande - PB: EPGRAF, 2020. ISBN: 978-65-86474-01-5.

MACEDO, R. S.; MORO, L.; LAMBAIS, E. O.; LAMBAIS, G. R.; BAKKER, A. P. Efeitos da degradação nos atributos de solos sob caatinga no semiárido brasileiro. Revista Árvore, v. 47, e4702, 2023.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. Theoretical and Applied Climatology, v. 129, n. 3–4, p. 1189–1200, 2017.

MESQUITA, Luiza Gabriela Gomes de. Avaliação da qualidade do solo da área de preservação permanente da nascente de um afluente do Rio Potengi como ferramenta para diagnóstico e recuperação ambiental. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Biomas Brasileiros. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga.html. Acesso em: 20 abr. 2024.

RODRIGUES, R. R. et al. Restauração florestal. In: MARTINS, S. V. (Org.). Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil. Viçosa: UFV, 2009. p. 405-428.

SANTOS, R. H. S.; LIMA, J. R. S.; OLIVEIRA, C. L.; SOUZA, R. M. S.; ANTONINO, A. C. D.; SOUZA, E. S. Variação sazonal e interanual da umidade do solo e da evapotranspiração em Caatinga. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 16, n. 05, p. 2390-2409, 2023.

SOUZA, S. D. G.; SOUZA, A. C. N.; SOUSA, M. L. M. A desertificação nas pesquisas de degradação ambiental no semiárido brasileiro: uma revisão sistemática integrativa da literatura. Boletim de Geografia, v. 41, p. 88-98, e64785, 2023.

Anexos

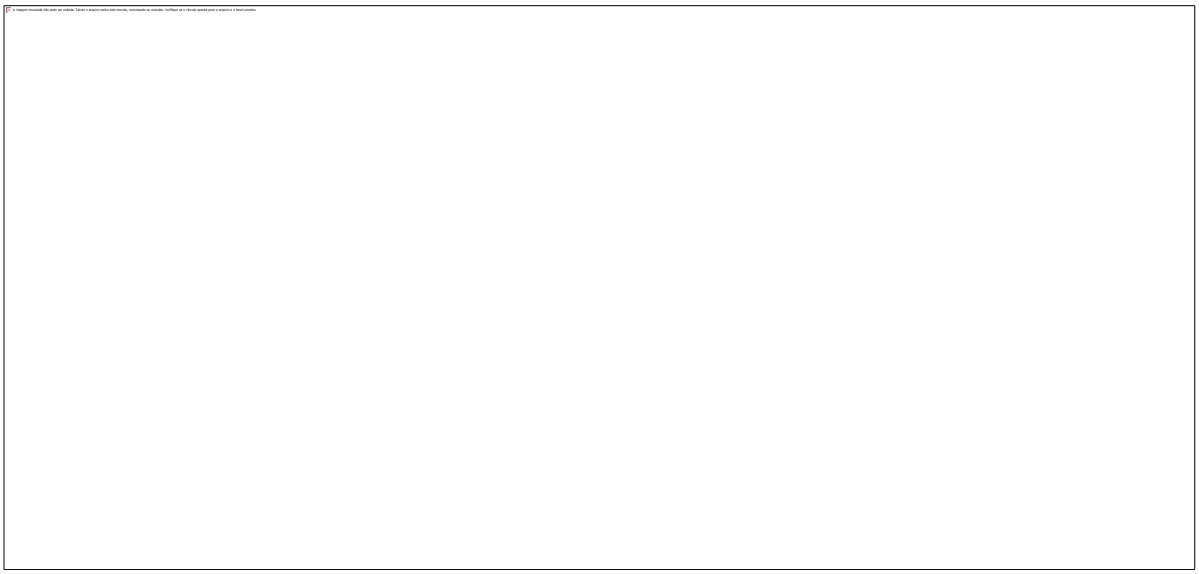


Tabela 1. Distribuição das mudas sobreviventes por espécie na área de plantio adensado, após o primeiro monitoramento do projeto de recuperação ambiental na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), Macaíba-RN.



Gráfico 1. Valores médios de altura total (H) e diâmetro na base (DB) das mudas por espécie na área de plantio adensado, obtidos no monitoramento realizado na área de recuperação ambiental da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), Macaíba-RN.

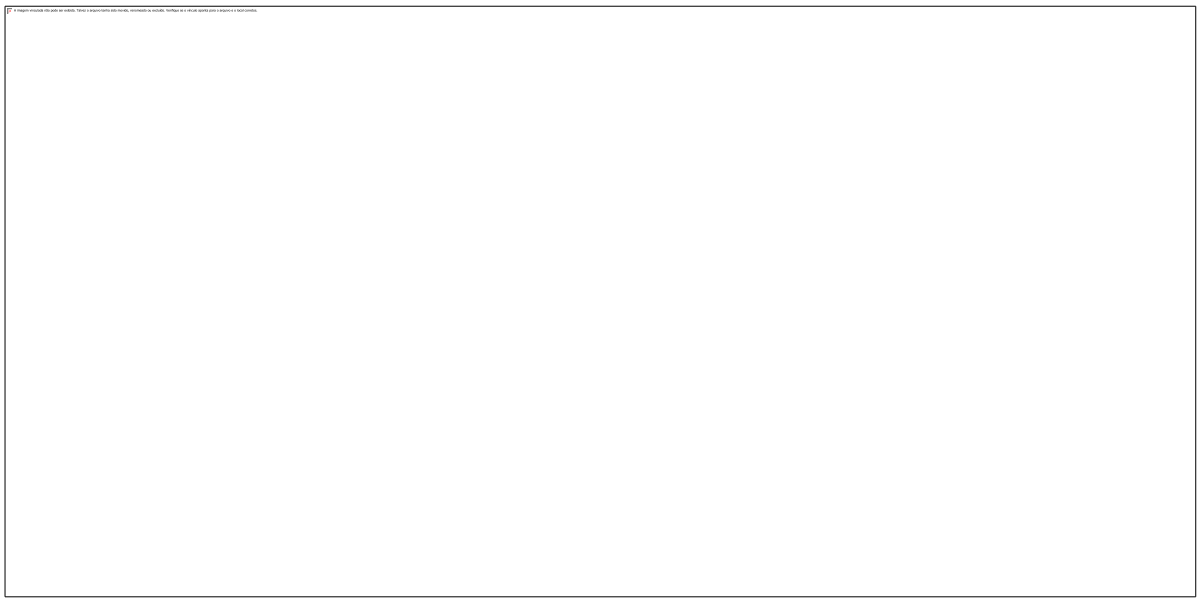


Tabela 2. Distribuição das mudas sobreviventes por espécie na área de nucleação, após o primeiro monitoramento do projeto de recuperação ambiental na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), Macaíba-RN.

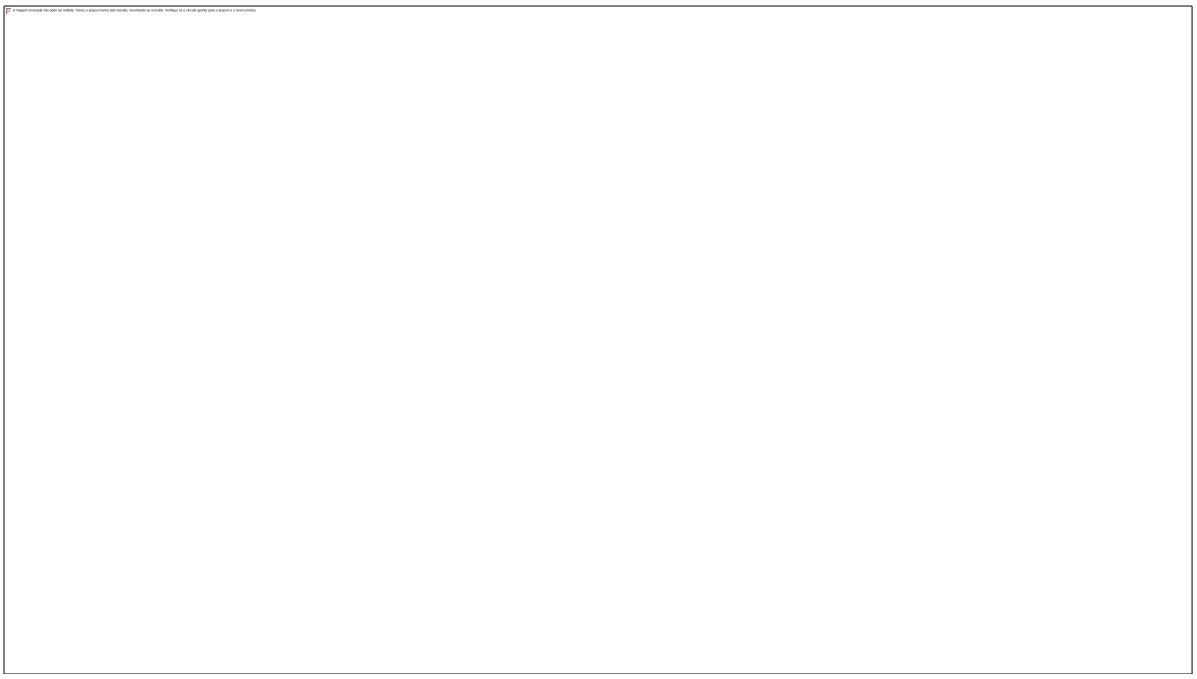


Gráfico 2. Valores médios de altura total (H) e diâmetro na base (DB) das mudas por espécie na área de nucleação, obtidos no monitoramento realizado na área de recuperação ambiental da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), Macaíba-RN.

CÓDIGO: SB0796

AUTOR: MARINA DE LIMA PINHEIRO

ORIENTADOR: JEFFERSON VIANA ALVES DINIZ

TÍTULO: Patas Solidárias EAJ

Resumo

RESUMO: O presente relatório apresenta as atividades desenvolvidas no âmbito do projeto de pesquisa PATAS EAJ, focado no comportamento animal e no cuidado de cães e gatos em situação de abandono no campus da EAJ/UFRN. Com o objetivo de promover o bem-estar e a gestão ética populacional, o projeto executou ações de monitoramento comportamental, manejo de alimentação estruturada através de equipamentos sustentáveis de PVC, prestação de cuidados de saúde, eventos de arrecadação e campanhas de adoção responsável. Durante o período de acompanhamento de 78 animais cadastrados (43 felinos e 35 cães), foram consolidadas 35 adoções e mantidos 36 animais ativos sob monitoramento. A intervenção demonstrou impacto positivo no bem-estar e na conscientização comunitária, evidenciando como principal gargalo a limitação de recursos para procedimentos de esterilização em larga escala diante do fluxo contínuo de abandonos.

Palavras-chave: Bem-estar animal; Manejo populacional;Extensão universitária;EAJ/UFRN.

TITLE: Activities Report of the Research Grant: PATAS Project — Animal Welfare on Campus.

Abstract

ABSTRACT: This report details the activities carried out under the PATAS EAJ research project, focusing on animal behavior and the care of abandoned dogs and cats on the EAJ/UFRN campus. Aiming to promote animal welfare and ethical population management, the project implemented behavioral monitoring, structured feeding through sustainable PVC station setups, basic health care, fundraising events, and responsible adoption campaigns. Throughout the monitoring of 78 registered animals (43 felines and 35 canines), 35 successful adoptions were achieved, leaving 36 active animals currently under project care. The intervention demonstrated a positive impact on animal welfare and community awareness, identifying the shortage of resources for large-scale sterilization procedures against continuous abandonment as the main operational challenge.

Keywords: Animal welfare; Population management; University extension; EAJ/UFRN.

Introdução

1. INTRODUÇÃO O presente relatório apresenta as atividades desenvolvidas no âmbito do projeto de pesquisa PATAS EAJ, sobre comportamento animal e cuidado de animais abandonados no campus da EAJ/UFRN, executado durante o período de vigência da bolsa de pesquisa. O estudo tem como foco compreender o comportamento, necessidades e dinâmicas populacionais dos animais que vivem em situação de abandono no campus, buscando promover ações de acolhimento e melhorar seu bem-estar. O projeto envolve atividades de monitoramento comportamental, manejo ético, oferta de alimentação e cuidados básicos de saúde, além da articulação com a comunidade acadêmica para ampliar as ações de proteção animal dentro da instituição. 2. OBJETIVOS 2.1 Objetivo geral Investigar o comportamento e a dinâmica populacional dos animais abandonados no campus da EAJ/UFRN, promovendo ações de cuidado que contribuam para seu bem-estar e para a gestão ética dessa população. 2.2 Objetivos específicos Realizar o monitoramento comportamental e populacional dos animais presentes no campus. Fornecer alimentação, água e cuidados básicos de saúde, incluindo medicações essenciais. Registrar e analisar padrões de socialização, territorialidade e interações com humanos. Promover ações de conscientização dentro da comunidade acadêmica. Organizar campanhas e feiras para arrecadação de doações e divulgar o projeto.

Metodologia

3. METODOLOGIA As atividades foram conduzidas com base em uma abordagem observacional e aplicada, guiada por princípios de bem-estar animal. Os procedimentos adotados incluíram: Observações comportamentais sistemáticas para identificar rotinas, interações e necessidades específicas de cada grupo de animais. Registros fotográficos e anotações de campo para análise populacional e acompanhamento individual. Fornecimento de alimentação diária em pontos estratégicos do campus é realizado utilizando os comedouros e bebedouros implementados pelo próprio projeto. Essas estruturas foram confeccionadas a partir da reutilização de canos de PVC descartados, montados em uma oficina participativa realizada durante a Semana de Meio Ambiente da UFRN 2025. As estruturas foram fixadas de forma segura em áreas cobertas (como no Prédio Novo, em frente ao Restaurante Universitário) para facilitar o manejo, proteger o alimento das intempéries e otimizar a rotina de higienização. Administração de medicações básicas, quando necessário, seguindo orientações veterinárias. Ações de extensão e divulgação do projeto junto à comunidade acadêmica e ao público externo. Organização e participação em feiras e campanhas de arrecadação. Planejamento, promoção e execução de campanhas voltadas à adoção responsável, visando destinar os animais aptos a lares tutores adequados e conscientizar a comunidade sobre a posse consciente. 4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS 4.1 Acompanhamento dos animais Foi realizado o monitoramento contínuo dos animais, com registro de comportamento, identificação de novos indivíduos e avaliação do estado geral de saúde. Ao longo do projeto, um total de 78 animais foram observados e cadastrados. A população monitorada demonstra uma distribuição equilibrada entre as espécies, compreendendo

43 felinos e 35 cães. Durante o período, acompanhou-se a dinâmica de grupos, a presença de fêmeas gestantes e as interações com as pessoas que circulam no campus. Do montante global de animais assistidos pelo projeto, constatou-se que 35 indivíduos foram integrados a novos lares por meio de adoções e 7 vieram a óbito, restando atualmente 36 animais ativos sob a guarda e monitoramento da iniciativa na instituição. 4.2 Alimentação e cuidados de saúde Os animais receberam alimentação regular, água limpa e, conforme a necessidade, medicação básica, vermifugação, antissépticos, curativos simples ou internação. As ações foram orientadas pelo princípio de manejo humanitário. Como parte integrante do projeto-piloto de alimentação estruturada no Prédio Novo, o monitoramento diário identificou a utilização regular dos equipamentos de PVC por um grupo estável de aproximadamente seis cães residentes. Adicionalmente, de forma a respeitar as diferenças etológicas e evitar competições interespecíficas, foi adotado um manejo adaptativo para os felinos: os gatos identificados na área receberam alimentação segregada e específica ofertada em um recipiente próprio posicionado em ambiente suspenso. 4.3 Divulgação do projeto e ações de arrecadação Para garantir a manutenção das atividades, foram promovidas diferentes estratégias de divulgação até a escrita do presente relatório: Participação na Feira do Boi 2025, onde o projeto foi apresentado ao público por meio de um estande informativo. Organização de feiras dentro do campus, com venda de produtos e exposição do trabalho realizado, destinados à arrecadação de doações financeiras e materiais. Conversas diretas com alunos, servidores e visitantes para sensibilização e envolvimento da comunidade. 4.4 Monitoramento populacional Foram registradas informações sobre o número de animais, distribuição no campus, condições de saúde, ciclos reprodutivos e interações intra e interespecíficas. Esses dados servem de base para estratégias futuras de manejo ético e controle populacional. Abaixo, a tabela detalha o perfil demográfico atual dos animais que permanecem ativos e sob acompanhamento direto no campus: LEVANTAMENTO DE ANIMAIS OBSERVADOS PELO PROJETO PATAS EAJ Visão Geral Total de animais observados 78 Total Ativos na instituição 36 Total Falecidos 7 Total de adotados 35 Total de animais castrados (Geral) 4 Distribuição por Espécie Total de Felinos observados 43 Total de Cães observados 35 Distribuição por Sexo (Geral) Total de machos observados 28 Total de fêmeas observadas 40 Total de 'Não identificados' (Geral) 6 Distribuição por Sexo (Machos Ativos) Total de machos na instituição 13 Cães machos na instituição 8 Felinos machos na instituição 5 Distribuição por Sexo (Fêmeas Ativas) Total de fêmeas na instituição 17 Cães fêmeas na instituição 5 Felinos fêmeas na instituição 12 Distribuição por Sexo (Não ID Ativos) Total de não ID na instituição 6 Cães não ID na instituição 0 Felinos não ID na instituição 6

Resultados e Discussões

5. DISCUSSÃO As atividades permitiram compreender melhor o comportamento e as necessidades dos animais abandonados que vivem no campus da EAJ/UFRN. A aplicação contínua de alimentação e cuidados básicos contribuíram para a melhora do bem-estar e redução de conflitos territoriais entre grupos de cães e colônias de felinos. A participação da comunidade nas feiras e campanhas demonstrou o impacto positivo das ações de divulgação. O êxito expressivo de 35 adoções consolidadas, um número quase equivalente à totalidade da população que hoje permanece ativa no campus, comprova a eficácia das frentes de extensão do projeto PATAS. Entretanto, persistem desafios estruturais críticos. O levantamento apontou que, da população de animais

observados, apenas 4 foram castrados pelo projeto. Esse indicador evidencia o principal gargalo enfrentado: a incidência contínua de novos abandonos, a reprodução de animais não identificados e a escassez de recursos permanentes para a realização de procedimentos cirúrgicos veterinários de esterilização em larga escala, demandando maior apoio institucional da universidade. Em contrapartida, as observações da pesquisa acerca do projeto-piloto de alimentação com canos de PVC levantaram dados valiosos para a gestão populacional no campus, demonstrando que a oferta de alimento fixo e organizado não induziu um aumento populacional itinerante nem atraiu novos animais para o local. Isso corrobora a literatura que aponta que a estabilidade local da população residente ocorre porque os animais já utilizavam a área como território primário, e a intervenção apenas formalizou uma fonte de subsistência de maneira higiênica e salubre, mitigando riscos sanitários tanto para os animais quanto para a comunidade humana do campus.

Conclusão

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS O desenvolvimento deste projeto tem contribuído tanto para a promoção do bem-estar dos animais quanto para a formação acadêmica dos bolsistas envolvidos. As atividades permitiram aprofundar conhecimentos em comportamento animal, manejo populacional e extensão universitária, além de fortalecer a relação entre universidade e comunidade. A continuidade do projeto é fundamental para consolidar estratégias sustentáveis de cuidado, ampliar ações educativas e promover políticas eficazes de proteção animal dentro do campus.

Referências

REFERÊNCIAS DINIZ, J. V. A. et al. Reutilização criativa: canos abandonados transformados em comedouros e bebedouros para cães e gatos comunitários. Brazilian Journal of Development, v. 11, n. 9, e82357, 2025. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/82357. BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. (Art. 32 - Crimes de maus-tratos a animais). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998. BRASIL. Lei nº 14.064, de 29 de setembro de 2000. Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, para aumentar as penas cominadas ao crime de maus-tratos quando se tratar de cão ou gato (Lei Sansão). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 set. 2020. CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CFMV). Resolução nº 1236, de 26 de outubro de 2018. Define e caracteriza crueldade, abuso e maus-tratos contra animais domésticos e silvestres. Diário Oficial da União, Brasília, DF, ed. 209, p. 115, 29 out. 2018. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SANIDADE ANIMAL (OMSA). Código Sanitário para os Animais Terrestres. Capítulo 7.7: Controle de Populações de Cães Vagantes. Paris: WOAH, 2023.

CÓDIGO: SB0802

AUTOR: CLARA LANNYNE ALEXANDRE CÂMARA

ORIENTADOR: FABIO MAGNO DA SILVA SANTANA

TÍTULO: Linguiça de Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) - Agregação de Valor.

Resumo

A aquicultura apresenta crescente importância na produção de alimentos de origem aquática, sendo necessário o desenvolvimento de alternativas para o processamento e a agregação de valor ao pescado. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo elaborar uma linguiça utilizando filé de tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus) como matéria-prima, buscando diversificar as formas de aproveitamento e consumo do pescado. A elaboração do produto foi realizada entre março e agosto de 2026, no Laboratório de Processamento de Carne e Pescado da Escola Agrícola de Jundiaí-UFRN, em Macaíba/RN. Para a produção, foram utilizados filé de tilápia, toucinho defumado, sal, manteiga, alho, coentro, pimenta-do-reino, cominho, colorau, tempero vegetal, maizena e envoltório natural. O processo envolveu a lavagem, picagem ou moagem do pescado e do toucinho, adição dos temperos, cura da mistura, incorporação da manteiga, embutimento, amarração, tratamento em água fervente, resfriamento em água gelada e conservação sob refrigeração. A elaboração da linguiça demonstrou o potencial da tilápia como matéria-prima para produtos processados, contribuindo para a diversificação e agregação de valor ao pescado. Além disso, a atividade possibilitou o desenvolvimento de conhecimentos práticos relacionados ao processamento e à elaboração de produtos derivados de pescado, evidenciando a importância da utilização de tecnologias de processamento para ampliar as possibilidades de aproveitamento da produção aquícola

Palavras-chave: Aquicultura. Tilápia-do-Nilo. Peixe processado. Linguiça de pescado.

TITLE: Nile Tilapia Sausage (Oreochromis niloticus) - Value Addition.

Abstract

Aquaculture has become increasingly important in the production of aquatic food, making it necessary to develop alternatives for fish processing and value addition. In this context, this study aimed to produce a sausage using Nile tilapia fillets (Oreochromis niloticus) as the main raw material, seeking to diversify the ways in which fish can be utilized and consumed. The product was prepared between March and

August 2026 at the Fish and Meat Processing Laboratory (LPCP) of the Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), in Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil. The ingredients used in the production included tilapia fillets, smoked pork fat, salt, butter, garlic, cilantro, black pepper, cumin, paprika, vegetable seasoning, cornstarch, and natural casings. The production process involved washing, chopping or grinding the fish and pork fat, adding seasonings, curing the mixture, incorporating the butter, stuffing the casings, tying the sausages, heat treatment in boiling water, cooling in ice water, and refrigerated storage. The production of the tilapia sausage demonstrated the potential of Nile tilapia as a raw material for processed products, contributing to the diversification and value addition of fish products. Furthermore, the activity provided practical knowledge related to fish processing and the production of fish-derived products, highlighting the importance of processing technologies in expanding the possibilities for utilizing aquaculture production.

Keywords: Aquaculture. Nile tilapia. Fish processing. Fish sausage.

Introdução

A aquicultura, prática de cultivo de organismos aquáticos como peixes, crustáceos, moluscos e algas, vem ganhando destaque mundialmente como uma alternativa sustentável à pesca tradicional (FAO, 2020). A produção mundial de aquicultura tem apresentado um crescimento significativo nas últimas décadas, impulsionada pelo aumento da demanda por produtos aquáticos e pela necessidade de métodos sustentáveis de produção de alimentos.

No Brasil, o setor apresenta um crescimento significativo, impulsionado pelas condições climáticas favoráveis e a vasta disponibilidade de recursos hídricos, posicionando o país entre os principais produtores globais de pescado (IBGE, 2021).

O processamento de pescado é uma atividade econômica relevante que agrega valor aos produtos pesqueiros, diversificando as opções de consumo e prolongando a vida útil dos produtos (SANTOS, 2019). O peixe pode ser comercializado in natura ou industrializado, ou ainda na forma de enlatado, congelado, salgado, semiconservas, filés, embutidos e outros tipos de subprodutos (ARRUDA et al., 2006; NUNES, 2001; OETTERER, 2013). Técnicas modernas de processamento incluem filetagem, defumação, congelamento e elaboração de produtos derivados como hambúrgueres, nuggets e linguiças (MARTINS; COSTA, 2022). A produção recorde de alimentos de origem aquática destaca o potencial do setor para combater a insegurança alimentar e a má nutrição.

A produção de linguiças a partir da carne da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) tem ganhado destaque como uma alternativa sustentável e inovadora na indústria de alimentos. A tilápia do Nilo é uma das espécies de peixe mais cultivadas no mundo, devido ao seu rápido crescimento, alta adaptabilidade a diferentes condições ambientais e bom rendimento de carne.

Essas características tornam a tilápia uma excelente matéria-prima para produtos processados, como as linguiças, que tradicionalmente são feitas com carne suína ou bovina (FAO, 2024).

A linguiça é definida como produto cárneo industrializado, adicionado ou não de tecidos adiposos e ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial (BRASIL, 2000). Leva como ingredientes obrigatórios carne e sal, e como ingredientes opcionais, gordura, água, proteína vegetal, açúcares, plasma, aditivos, aromas, especiarias e condimentos. A fabricação de embutidos, especificamente linguiça, consiste numa alternativa de aproveitamento da matéria-prima e é apreciada pelo fato de ser prático para consumo (COELHO et al, 2010).

A utilização da carne de tilápia na fabricação de linguiças oferece diversas vantagens. Primeiramente, o pescado possui um perfil nutricional atraente, sendo rico em proteínas de alta qualidade e baixo em gorduras saturadas. Além disso, a carne de tilápia possui uma textura firme e sabor suave, que podem ser facilmente realçados com a adição de especiarias e condimentos durante o processo de produção.

A diversificação dos produtos à base de pescado também contribui para a valorização do setor aquícola e pode atender à demanda crescente por alimentos mais saudáveis e sustentáveis (GONÇALVES & GOMES, 2018). O processo de produção de linguiças de tilápia envolve várias etapas, desde a seleção e preparação da matéria-prima até a mistura com outros ingredientes e o embutimento. A tecnologia de processamento deve ser ajustada para garantir a segurança microbiológica e a qualidade sensorial do produto final. Estudos recentes têm explorado diferentes formulações e métodos de processamento para otimizar a aceitação do consumidor e a viabilidade comercial das linguiças de tilápia (BRASIL, 2000).

Metodologia

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Elaborar linguiça a partir do filé de tilápia do nilo comprado em supermercado.

2.2 Objetivos específicos

Analisar a qualidade da tilápia do nilo através das características organolépticas, como textura e odor.

Realizar a salga da tilápia do nilo.

Analisar a qualidade dos envoltórios naturais que serão utilizados no embutimento das linguiças.

Realizar a preparação da linguiça com o pescado e especiarias.

Realizar o embutimento das linguiças.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de execução

A elaboração da linguiça de peixe ocorreu no período de março a agosto de 2026, no Laboratório de Processamento de Carne e Pescado (LPCP) da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizada no Distrito de Jundiaí - Macaíba/RN.

3.2 Materiais utilizados

Ingredientes - Quantidades:

Filé de tilápia - 1kg; Toucinho defumado - 50g; Sal - 3g; Coentro - 2g; Pimenta do Reino - 1g; Maizena - 4g; Cominho em pó - 2g; Colorau em pó - 2g; Tempero vegetal - 2g; Alho - 2g; Manteiga - 8g; Envoltório de boi ou porco.

Equipamentos:

Embutideira, caldeirão, tábuas de corte, facas, bandejas, balanças, espremedor de limão, escumadeira, copos descartáveis e talheres.

3.3 Técnica de produção

1. Lavar o peixe em água corrente;

2. Picar o peixe e o toucinho em pequenos pedaços ou moer;

3. Adicionar os temperos a mistura e deixar curar;

4. Escorrer a água que se formou;

5. Derreter a manteiga e adicionar aos ingredientes;

6. Encher o envoltório com auxílio de uma embutideira;

7. Amarrar, formando as linguiças;

8. Colocar em água fervente por 20 minutos;

9. Colocar em água gelada por 20 minutos;

10. Conservar na geladeira;

11. Fritar em óleo quente e servir com limão.

Resultados e Discussões

Ao final do processamento, a linguiça apresentou formato e estrutura adequados (Figura 1), mantendo sua integridade após o cozimento e durante o corte (Figura 2). A consistência observada permitiu o seccionamento com faca comum, apresentando características visuais semelhantes às encontradas em linguiças convencionais.

O preparo em frigideira (Figura 3) possibilitou observar alterações no produto após a cocção, principalmente quanto à presença de óleo e ao aroma. Foi identificado um odor característico de linguiça, associado à combinação dos temperos utilizados na formulação, contribuindo para características sensoriais semelhantes às de produtos tradicionalmente comercializados.

A etapa de embutimento também apresentou resultado satisfatório. O envoltório natural permaneceu íntegro durante o preenchimento, possibilitando a formação das linguiças sem perdas decorrentes de rompimentos. Esse comportamento demonstra que o envoltório utilizado foi compatível com o procedimento adotado.

Na preparação da massa, a redução do filé em pedaços menores antes da moagem facilitou o processamento e favoreceu a distribuição dos ingredientes (Figura 4). A formulação empregada, composta pelo pescado, toucinho, manteiga e diferentes condimentos, apresentou características adequadas para a obtenção do produto (Figura 5).

Embora não tenha sido realizada análise sensorial, as observações obtidas durante o processamento indicam que a elaboração da linguiça a partir da tilápia-do-Nilo apresentou resultados positivos quanto à formação, estabilidade e características aparentes do produto. Dessa forma, o processamento representa uma possibilidade de diversificação do uso da tilápia e de agregação de valor à matéria-prima aquícola.

Conclusão

A elaboração da linguiça de tilápia-do-Nilo demonstrou o potencial do processamento de pescado como alternativa para a agregação de valor e diversificação dos produtos oriundos da aquicultura. A utilização do filé de tilápia como matéria-prima possibilitou a obtenção de um produto processado e de consumo prático, aproveitando características favoráveis da espécie, como textura firme e sabor suave.

Durante o desenvolvimento do trabalho, foram realizadas as principais etapas necessárias para a produção da linguiça, desde a preparação e higienização do pescado até a adição dos ingredientes e temperos, cura, embutimento, tratamento térmico e conservação. A utilização de diferentes condimentos permitiu a elaboração de um produto com características próprias, enquanto o emprego de envoltório natural possibilitou a formação e apresentação tradicional da linguiça.

Dessa forma, o trabalho atingiu seu objetivo de elaborar uma linguiça utilizando filé de tilápia-do-Nilo, demonstrando uma possibilidade de transformação da matéria-prima em um produto de maior valor agregado. A experiência também possibilitou o desenvolvimento de conhecimentos relacionados ao processamento e à manipulação de pescado, contribuindo para a formação técnica e científica na área de aquicultura e tecnologia do pescado.

A produção de linguiça de pescado apresenta, portanto, potencial como alternativa para ampliar as formas de comercialização e consumo da tilápia, contribuindo para a valorização da produção aquícola e para a diversificação de produtos alimentícios. Estudos posteriores podem aprofundar a avaliação do rendimento, composição nutricional, características microbiológicas, qualidade sensorial e aceitação do produto, possibilitando uma análise mais ampla de sua viabilidade para produção e comercialização.

Referências

ARRUDA, L. F.; NUNES, M. L.; OETTERER, M. Tecnologias de conservação de pescado. Revista Brasileira de Agroindústria, v. 2, n. 1, p. 45-53, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça. Instrução Normativa n. 4, de 31 de março de 2000.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Rome: FAO, 2020. Disponível em: http://www.fao.org/3/ca9229en/CA9229EN.pdf.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. Rome: FAO, 2024. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en.

FURTADO, J. R. Consumo de pescado e seus benefícios para a saúde humana. Revista Brasileira de Nutrição Clínica, v. 37, n. 2, p. 112-120, 2021.

GONÇALVES, A. A.; GOMES, A. R. Pescados: tecnologia de processamento. São Paulo: Livraria Varela, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf.

MARTINS, F. P.; COSTA, J. R. Processamento de pescados: inovação e sustentabilidade. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v. 18, n. 2, p. 34-50, 2022.

PANORAMA DA AQUICULTURA. Crescimento da aquicultura no Brasil em números. Revista Panorama da Aquicultura, 2020. Disponível em:

https://panoramadaaquicultura.com.br/ibge-o-desempenho-da-aquicultura-brasileira-em-2019

RAIMUNDO, J. M.; SANTOS, P. R.; ALMEIDA, V. C. Técnicas de conservação de pescado: revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Tecnologia Alimentar, v. 8, n. 1, p. 77-85, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PESCADOS (ABIPESCA). Relatório Anual 2018. Disponível em: http://www.abipesca.org.br/relatorio2018.

RIISPOA. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017.

PANORAMA DA AQUICULTURA, CRESCIMENTO DA AQUICULTURA NO BRASIL EM NÚMEROS. REVISTA.

https://panoramadaaquicultura.com.br/ibge-o-desempenho-da-aquicultura-brasileira-em-2019

SANTOS, L. R.; ALMEIDA, P. F. Higiene e segurança no processamento de pescado. Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 14, n. 3, p. 205-214, 2019.

SILVA, J. F. et al. Higiene como medida preventiva: um estudo interdisciplinar. Ciência e Sociedade, v. 2, p. 67-85, 2004.

Anexos

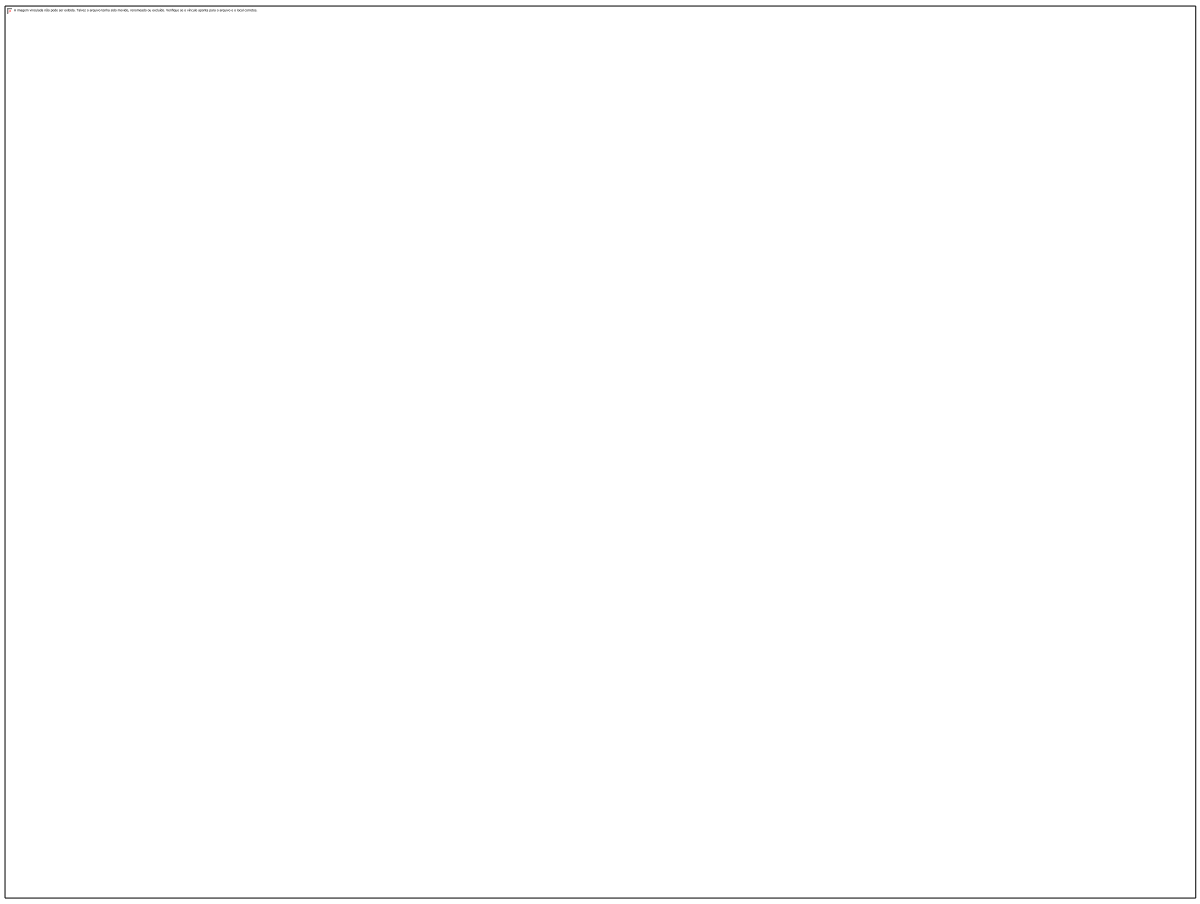


Figura 1 - Linguiças inteiras

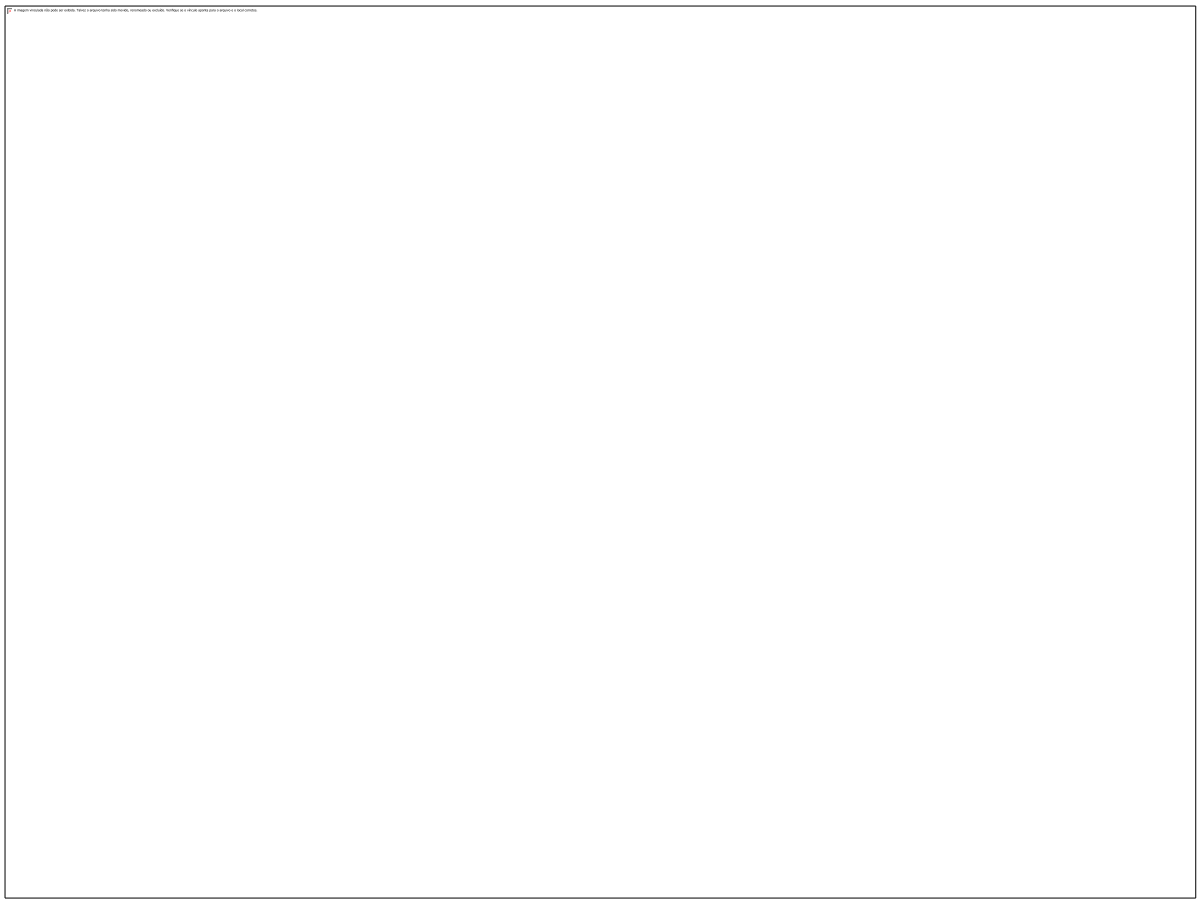


Figura 2 - Linguiças cortadas



Figura 3 - Linguiças fritando



Figura 4 - Ingredientes dispostos



Figura 5 - Ingredientes misturados

CÓDIGO: SB0829

AUTOR: GLEICYARA JAINARA DA COSTA FERREIRA

COAUTOR: EMMANUELLA DE OLIVEIRA MOURA ARAÚJO

COAUTOR: DANIELLE CAVALCANTI SALES

COAUTOR: LUIS MEDEIROS DE LUCENA

ORIENTADOR: ADRIANO HENRIQUE DO NASCIMENTO RANGEL

TÍTULO: Estudos de inovação em queijos: Perfil microbiológico e viabilidade de Bactérias lácticas

Resumo

A qualidade microbiológica dos queijos é um importante indicador de segurança alimentar. Falhas nas condições de higiene durante a produção, manipulação e armazenamento podem favorecer a disseminação de microrganismos patogênicos como Salmonella spp. e Listeria monocytogenes, comprometendo a sua segurança. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica de queijos produzidos no Estado do Rio Grande do Norte, com ênfase na presença de coliformes, Salmonella spp. e Listeria monocytogenes. Foram avaliadas 27 amostras de diferentes tipos de queijos produzidos por indústrias do estado, a partir de análises realizadas no Laboratório de Qualidade do Leite (LABOLEITE) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no período de janeiro de 2025 a agosto de 2026. Foram realizadas análises para quantificação de coliformes a 30 °C e 45 °C e detecção de Salmonella spp. e Listeria monocytogenes. Os resultados demonstraram que 18,52% das amostras apresentaram não conformidade relacionada aos coliformes. As maiores ocorrências foram observadas nos queijos de coalho, tipo Minas e ricota. Não foi detectada a presença de Salmonella spp. e Listeria monocytogenes nas amostras avaliadas. Os resultados evidenciam a necessidade de fortalecer as boas práticas de fabricação, a higienização de equipamentos e o monitoramento contínuo dos processos produtivos, visando garantir a conformidade com a legislação, a segurança dos alimentos e a proteção da saúde dos consumidores.

Palavras-chave: Queijos. Qualidade microbiológica. Segurança alimentar. Coliformes.

TITLE: Assessment of Microbiological Quality and Food Safety of Cheeses Produced in the State of Rio Grande do Norte

Abstract

The microbiological quality of cheese is a key indicator of food safety, as lapses in hygiene during production, handling, and storage can facilitate microbial contamination. This study aimed to evaluate the microbiological quality of cheeses produced in the state of Rio Grande do Norte, focusing on the presence of coliforms, *Salmonella* spp., and *Listeria monocytogenes*. Twenty-seven samples of various cheese types produced by local manufacturers were analyzed at the Milk Quality Laboratory (LABOLEITE) of the Federal University of Rio Grande do Norte between January 2025 and August 2026. Analyses included the quantification of coliforms at 30°C and 45°C and the detection of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes*. The results showed that 18.52% of the samples were non-compliant regarding coliform levels. The highest rates of non-compliance were observed in *coalho*, Minas-style, and ricotta cheeses. Neither *Salmonella* spp. nor *Listeria monocytogenes* was detected in the samples analyzed. These findings highlight the need to strengthen Good Manufacturing Practices (GMP), equipment sanitation, and continuous monitoring of production processes to ensure regulatory compliance, food safety, and the protection of consumer health.

Keywords: Cheese. Microbiological quality. Food safety. Coliforms.

Introdução

O leite e seus derivados têm grande importância na dieta dos brasileiros, sendo fontes relevantes de nutrientes, mas também altamente suscetíveis à contaminação microbiológica. Dados do Centro de Inteligência do Leite da Embrapa indicam que o consumo per capita desses produtos no Brasil vem aumentando ao longo dos anos (EMBRAPA, 2024).

No estado do Rio Grande do Norte, a produção e comercialização de derivados lácteos, especialmente por pequenas e médias empresas, desempenham papel importante para a economia local e na alimentação da população. Contudo, a ineficiência do controle higiênico-sanitário nos processos de produção e armazenamento desses alimentos favorece a disseminação de microrganismos patogênicos como Salmonella spp. e Listeriamonocytogenes, comprometendo a sua segurança (Barancelli et al., 2011).

Os três principais microrganismos patogênicos associados aos surtos de Doenças Transmitidas por Alimentosno Brasil, são Escherichia Coli, Salmonella e Staphylococcus (Brasil, 2023). Além disso, a contaminação por Listeria também pode provocar sérios danos à saúde do consumidor.

Altas cargas microbianas em alimentos prejudicam a qualidade e tempo de prateleira dos produtos, como também colocam a saúde do consumidor em risco, seja pela ação direta dos microrganismos ou pela ação enterotoxinas produzidas por alguns deles. Pela legislação brasileira (Instrução Normativa MAPA e RDC Anvisa nº 724/2022 / IN nº 161/2022), a presença dos patógenos Salmonella spp. e Listeria monocytogenes em produtos prontos para consumo torna o alimento inadequado para o consumo.

Desta forma, é imprescindível que os estabelecimentos executem seus procedimentos de higiene e segurança dos alimentos, como também os órgãos fiscalizatórios adotem medidas rigorosas para garantir um produto inócuo para os consumidores.

O Laboratório de Qualidade do Leite da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (LABOLEITE/UFRN) é o único laboratório dedicado à análises de leite e derivados no estado. Ele atende a demandas de análises de pesquisas e do setor produtivo, contribuindo para o monitoramento e a conformidade sanitária de produtos lácteos industriais e artesanais potiguares.

O objetivo deste trabalho foi pesquisar a presença de Coliformes, Salmonella e Listeria monocytogenes em queijos comerciais do Rio Grande do Norte, no rol de amostras analisadas pelo Laboratório de Qualidade do Leite da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Metodologia

O estudo foi conduzido no Laboratório de Qualidade do Leite (LABOLEITE) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a partir do banco de dados das análises realizadas no período de janeiro de 2025 a agosto de 2026. O laboratório executou as análises em produtos na sua embalagem comercial, em atendimento à solicitação de indústrias com registro sanitário estadual, com vistas a atender exigências fiscalizatórias ou apenas embasar o controle de qualidade do estabelecimento.

As análises microbiológicas foram desenvolvidas para quantificação de Coliformes Termotolerantes a 45°C (UFC/g) e Coliformes a 30° (UFC/g); e detecção de Listeriamonocytogenes em 25 g de amostra (Presença/Ausência) e Salmonella spp. em 25 g de amostra (Presença/Ausência), de acordo com Manual de Métodos Oficiais para análise de Alimentos de Origem Animal (BRASIL, 2022). As amostras de queijos foram processadas, diluídas e inoculadas em placas Compact Dry® (Nissui Pharmaceutical Co., Ltd., Tokyo, Japan) e incubadas em estufa em temperatura adequada, conforme recomendação do fabricante.

Os dados foram submetidos à análise descritiva, permitindo uma avaliação da contaminação microbiológica com base nos parâmetros considerados na legislação brasileira – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos do Brasil (PORTARIA MAPA Nº 146, DE 7 DE MARÇO DE 1996) (BRASIL, 1996).

Resultados e Discussões

Foi avaliado um total de 27 amostras de queijos de leite pasteurizado produzidos por indústrias da região do Seridó. Os queijos submetidos a análises microbiológicas no período considerado no estudo foram: Queijo de Coalho (n=16) Queijo de Manteiga (n=2), Queijo Tipo Mussarela (n=2), Queijo Tipo Minas (n=3), Queijo Tipo Provolone (n=1) e Ricota (n=3). Os resultados das contagens de coliformes (UFC/g) estão apresentados na Tabela 1.

Os queijos avaliados apresentaram contaminação por coliformes, com aproximadamente 18,52% das amostras reprovadas nesses requisitos. Não foi detectada presença de Salmonella sp. e Listeria monocytogenes nos queijos avaliados.

Observou-se uma maior frequência de não conformidade em Queijo de Coalho (2/3), Queijo Tipo Minas (2/3) e Ricota (1/3), enquanto o Queijo de Manteiga, Queijo Tipo Mussarela e Queijo Tipo Provolone apresentaram conformidade em todas as amostras avaliadas (Tabela 1). Esse percentual de reprovação demonstra a baixa qualidade higiênica de parte queijos, indicando deficiências de higiene na obtenção, armazenamento e manipulação da matéria-prima (leite cru), dos processos de fabricação ou da qualidade da água (Martin et al., 2016).

A principal representante do grupo dos coliformes é a bactéria Escherichia coli. A presença de E. coli em queijos compromete sua qualidade higiênica e segurança ao consumo, pois algumas de suas linhagens são patogênicas ao homem, podendo causar infecções e toxinfecções alimentares (Alshareef et al, 2023). Além disso, algumas cepas de coliformes conseguem se multiplicar em temperatura de refrigeração (a 7°C ou menos), produzindo enzimas - principalmente proteases e lipases termoestáveis que contribuem para a deterioração do queijo tardiamente (De Oliveira et al., 2015). A presença de coliformes indicam contaminação de origem fecal e, portanto, a garantia de boas condições de higiene no processamento e na água utilizada é um importante fator preventivo para a qualidade microbiológica de queijos no processamento e pós-processamento.

A ausência de Salmonella spp. e Listeria monocytogenes nos queijos avaliados é um achado importante, pois, pela legislação brasileira (Instrução Normativa MAPA e RDC Anvisa nº 724/2022 / IN nº 161/2022), a presença desses patógenos em amostras prontas para consumo torna o alimento inadequado para o homem devido ao alto risco de infecções graves. A L. monocytogenes tem potencial para formar biofilmes nas superfícies e persistir contaminando toda a linha de produtos de uma indústria – sendo os tanques de leite em aço inoxidável e os equipamentos da planta industrial sua fonte principal. Já a Salmonella é disseminada pelo uso de leite contaminado ou pela contaminação cruzada por humanos (Soria-Herrera et al, 2021).

Falhas de qualidade trazem prejuízos para toda a cadeia produtiva, desde os produtores até os consumidores, pois influenciam as características sensoriais, a vida de prateleira dos queijos e impossibilitam a comercialização desses produtos em mercados exigentes (Felix et al., 2025). Diante disso, se faz necessário o reforço nas Boas Práticas de

Fabricação e adequado resfriamento da matéria-prima e do produto acabado nesses estabelecimentos, para garantir a segurança para o consumo humano.

Conclusão

A falta de conformidade com a legislação sanitária foi observada no Queijo de Coalho, Queijo Tipo Minas e Ricota, a partir da contaminação por Coliformes. Esses resultados reforçam a necessidade da adoção de boas práticas de fabricação, higienização adequada de equipamentos e monitoramento contínuo, visando garantir a conformidade legal, segurança alimentar e a proteção da saúde pública.

Referências

ALSHAREEF H. A. et al. Microbial contaminants and risk factors involved in the contamination of different types of cheese samples. Agricultural and Biological Research. v .39, 1, 2023.

BARANCELLI, Giovana Verginia; SILVA-CRUZ, Juliana Victorino da; PORTO, Ernani; OLIVEIRA, Carlos Augusto Fernandes de. Listeria monocytogenes: ocorrência em produtos lácteos e suas implicações em saúde pública. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 78, n. 1, p. 155–168, jan.–mar. 2011. DOI:10.1590/1808-1657v78p1552011. Acesso em: 29 ago. 2025.

BRASIL (1996). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº146 de 07 de março de 1996. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1996. Diário Oficial da União. Brasília, 11 de março de 1996.

BRASIL (2022a). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 161, de 1 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 6 julho 2022.

BRASIL (2022b). Manual de Métodos Oficiais para análise de Alimentos de Origem Animal. Brasília, 2022.

De Oliveira, L. G.B.D. et al. Psychrotrophic bacteria in milk: How much do we really know? Brazilian Journal of Microbiology, v. 46, p. 313-321, 2015. DOI: 10.1590/S1517-838246220130963

EMBRAPA. EMBRAPA GADO DE LEITE. CILEITE – Centro de Inteligência do Leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000-2024. Disponível em: [https://www.cileite.com.br/leite_numeros_consumo]. Acesso em: 29 ago. 2025.

FELIX, M. T. A. et al. Contaminação por coliformes e Escherichia coli associada às características físico-químicas de queijo coalho artesanal e industrial. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 32, p. e025013, 2025. DOI: 10.20396/san.v32i00.8678428.

MARTIN N. H. et al. The evolving role of coliforms as indicators of unhygienic processing conditions in dairy foods. Frontiers in microbiology, v. 7, 1549, 2016. DOI: 10.1590/1808-1657v77p4352010.

SORIA-HERRERA et al. Occurrence of Nontuberculous Mycobacteria, Salmonella, Listeria monocytogenes, and Staphylococcus aureus in Artisanal Unpasteurized Cheeses in the State of Michoacan, Mexico. Journal of Food Protection, v. 84, N. 5, 2021. DOI: 10.4315/JFP-20-286.

Anexos



aGrupo de microrganismo: Tipo de microrganismo pesquisado nos queijos. Coliformes a 30°C e 45°C, Salmonella sp. e Listeria Monocytogenes (ausentes nas amostras).
bFrequência, n (%): Número e proporção de amostras submetidas à análise do respectivo grupo d

CÓDIGO: SB0834

AUTOR: KEMILLY LAYANE DOS SANTOS CASSIANO

ORIENTADOR: ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA

TÍTULO: Interação entre água salina e o biocarvão nas características morfológicas do sorgo

Resumo

A utilização de água salina na irrigação pode provocar o acúmulo de sais no solo e prejudicar o desenvolvimento das plantas. Nesse contexto, o biocarvão pode ser utilizado como alternativa de manejo para minimizar os efeitos da salinidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do biocarvão sobre características morfológicas do sorgo cv. BRS Ponta Negra irrigado com água salina. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), em Macaíba-RN. Foram avaliadas quatro doses de biocarvão (0, 10, 20 e 30 t ha^{-1}) e quatro níveis de salinidade da água (0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m^{-1}), em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial 4 × 4. Avaliaram-se características morfológicas, com destaque para a massa seca das folhas e o diâmetro do colmo. O aumento das doses de biocarvão promoveu crescimento linear da massa seca foliar, com melhor resultado em 30 t ha^{-1} (R^2 = 0,97), além de aumentar o diâmetro do colmo, também com melhor resultado em 30 t ha^{-1} (R^2 = 0,91). A salinidade da água não apresentou efeito significativo nas variáveis avaliadas. Concluiu-se que o biocarvão favoreceu o crescimento do sorgo nas condições estudadas.

Palavras-chave: Sorgo. Biocarvão. Salinidade. Irrigação. Características morfológicas.

TITLE: INTERACTION BETWEEN SALINE WATER AND BIOCHAR IN THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SORGHUM

Abstract

The use of saline water for irrigation can cause salt accumulation in the soil and impair plant development. In this context, biochar can be used as a management alternative to minimize the effects of salinity. This study aimed to evaluate the effect of biochar on the morphological characteristics of sorghum cv. BRS Ponta Negra irrigated with saline water. The experiment was conducted in a greenhouse at the Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), in Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil. Four biochar rates (0, 10, 20 and 30 t ha^{-1}) and four irrigation water salinity levels (0.2, 2.0, 4.0 and 6.0 dS m^{-1}) were evaluated in a completely randomized design, with five replications, in a 4 × 4 factorial

scheme. Morphological characteristics were evaluated, especially leaf dry mass and stem diameter. Increasing biochar rates promoted a linear increase in leaf dry mass, with the best result at 30 t ha^{-1} (R^2 = 0.97), as well as an increase in stem diameter, also with the best result at 30 t ha^{-1} (R^2 = 0.91). Saline water did not significantly affect the evaluated variables. It was concluded that biochar application favored sorghum growth under the conditions studied.

Keywords: Sorghum. Biochar. Salinity. Irrigation. Morphological characteristics

Introdução

INTRODUÇÃO

O efeito da salinização sobre as plantas pode ser causado pela dificuldade de absorção de água e pela toxicidade de íons específicos, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento vegetal (RIVERO et al., 2014). As práticas de manejo com águas salinas são variadas, porém podem ser onerosas para o produtor rural, que tende a utilizar água de boa qualidade para manter a rentabilidade da exploração agrícola. Com o passar dos anos, alternativas de menor custo vêm sendo testadas para minimizar os efeitos dos sais sobre as culturas, como a utilização de adubos orgânicos (FALLAHI et al., 2015; YARAMI; SEPASKHAH, 2015). A agricultura intensiva, associada a práticas inadequadas de manejo da água, pode causar salinização das áreas de cultivo, por ação natural ou antrópica. Nesse contexto, torna-se importante buscar alternativas que contribuam para o desenvolvimento das culturas sob condições de salinidade. Brito et al. (2014), ao avaliarem o desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino em casa de vegetação, verificaram efeito significativo sobre o diâmetro do colmo em função das doses e dos dias após o plantio. A adição de esterco promoveu incremento da altura e do diâmetro do colmo. A aplicação de materiais orgânicos para mitigar os efeitos da salinidade pode aumentar a disponibilidade de nutrientes e estimular o desenvolvimento vegetal (OUNI et al., 2014; RADY, 2012). Entretanto, esses materiais podem alterar as características químicas do solo, sendo necessário avaliar seu comportamento sob irrigação salina. A região Nordeste apresenta condições climáticas que tornam a utilização de água de qualidade inferior uma possibilidade para a produção agrícola, principalmente onde a disponibilidade hídrica é limitada. Assim, estudos que busquem alternativas para reduzir os efeitos da salinidade são importantes para uma agricultura adaptada às condições do semiárido. Carvalho et al. (2010), ao analisarem a resposta do sorgo a diferentes doses de esterco bovino, verificaram crescimento linear da altura, do número de folhas e da massa verde da parte aérea com o aumento da matéria orgânica, além de comportamento semelhante para número de perfilhos, massa verde e seca da raiz e volume radicular. A cultivar BRS Ponta Negra foi desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo a partir da seleção de gerações segregantes de cruzamento, visando tolerância à toxicidade de alumínio e à seca, características que justificam sua utilização em ensaios na região Nordeste. No Rio Grande do Norte, apresentou bom desempenho em relação a outras cultivares, destacando-se pelo menor porte, maior precocidade e boa proporção de panículas na massa total (SANTOS et al., 2007). Em outro município potiguar, foram obtidos rendimentos de massa verde e seca de 55,26 e 37,10 t ha^{-1}, respectivamente (SANTOS et al., 2007). Desse modo, a utilização de água salina pode ser uma alternativa importante para agricultores, especialmente no semiárido. Nesse contexto, avaliar a

viabilidade do biocarvão como forma de minimizar os efeitos da salinidade sobre o sorgo cv. BRS Ponta Negra é relevante para o desenvolvimento de alternativas de manejo da cultura e para o enfrentamento do processo de salinização do solo no Estado.

Metodologia

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Escola Agrícola de Jundiaí – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no município de Macaíba-RN. Foi utilizado o sorgo cv. BRS Ponta Negra, desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). A cultivar é classificada como forrageira de pequeno porte, apresentando ciclo médio de 90 dias entre o plantio e o ponto de colheita, dupla aptidão, produtividade média de grãos entre 3 e 5 t ha^{-1} em condições de sequeiro e de 6 a 8 t ha^{-1} em condições irrigadas. Apresenta ainda rendimento de massa verde de 40 a 60 t ha^{-1} por corte, massa seca de 14 a 15 t ha^{-1} por corte e florescimento entre 60 e 75 dias (SANTOS et al., 2007). Foram avaliadas quatro doses de biocarvão: 0, 10, 20 e 30 t ha^{-1}, combinadas com quatro níveis de salinidade da água de irrigação: 0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m^{-1}. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial 4 × 4, totalizando 16 tratamentos e 80 unidades experimentais. Para o preparo das soluções salinas, foram utilizados os sais cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio di-hidratado ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) e cloreto de magnésio hexa-hidratado ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$), dissolvidos em água de açude na proporção de 7:2:1. As concentrações foram estabelecidas considerando a relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração, conforme a equação mmolc L^{-1} = CE × 10, seguindo a metodologia proposta por Rhoades et al. (2000). Para a instalação do experimento, aproximadamente 25 kg de solo arenoso foram colocados em vasos plásticos perfurados na parte inferior. Antes da adição do solo, foi colocada uma camada de brita com aproximadamente 2 cm de espessura, com a finalidade de facilitar a drenagem da água. Em cada vaso foram semeadas dez sementes de sorgo cv. BRS Ponta Negra. A adubação química foi realizada utilizando ureia (0,94 g $vaso^{-1}$), cloreto de potássio (0,49 g $vaso^{-1}$) e superfosfato simples (1,96 g $vaso^{-1}$), de acordo com as recomendações para a cultura do sorgo (LIMA et al., 2010). Durante o período experimental, foi realizado monitoramento diário das plantas, buscando identificar e evitar possíveis ataques de pragas e ocorrência de doenças, além de acompanhar o desenvolvimento das plantas. Foram realizadas avaliações periódicas das características morfológicas das plantas. A altura foi determinada utilizando-se uma trena, considerando a distância entre a superfície do solo e a inserção da folha mais nova. O diâmetro do colmo + bainhas foi medido com paquímetro digital da marca Insize, a 10 cm da superfície do solo. As avaliações foram realizadas em intervalos de dez dias após a semeadura, permitindo acompanhar o crescimento das plantas ao longo do experimento. Aos 60 dias após a semeadura, foi realizada a coleta das plantas. Nesse momento, foi estimada a área foliar e determinado o peso fresco dos limbos foliares, dos colmos + bainhas e do sistema radicular. Após a pesagem, cada parte da planta foi acondicionada separadamente em sacos de papel e levada à estufa com circulação forçada de ar, mantida a 65 ºC durante sete dias. Após a secagem, o material foi pesado para obtenção da matéria seca dos diferentes componentes da planta. Após a coleta das

plantas, foram retiradas amostras de solo de cada vaso, na profundidade de 20 cm. As cinco repetições de cada tratamento foram homogeneizadas, formando uma amostra composta representativa de cada tratamento. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e encaminhadas para análise de íons, condutividade elétrica do extrato de saturação, pH e porcentagem de sódio trocável no solo. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), seguindo a metodologia proposta por Silva (1999). Os resultados obtidos para as variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância. Quando constatadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se $p < 0,05$, para avaliação das doses de biocarvão, utilizando-se o programa estatístico Sisvar. Também foi realizada análise de regressão para avaliar o efeito das doses de biocarvão e das interações entre os fatores, quando significativas. Além das atividades diretamente relacionadas à metodologia científica, foram realizadas discussões junto ao bolsista durante o desenvolvimento do projeto, com o objetivo de acompanhar as dificuldades encontradas, os aprendizados adquiridos e as conquistas alcançadas ao longo da pesquisa.

Resultados e Discussões

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Massa seca das folhas A análise da massa seca das folhas de sorgo irrigado com água salina demonstrou variação no rendimento em função do aumento das doses de biocarvão. Conforme apresentado na Figura 1, verificou-se crescimento linear da massa seca das folhas à medida que as doses de biocarvão foram aumentadas. O menor valor foi observado no tratamento sem aplicação de biocarvão, enquanto o melhor resultado ocorreu na dose de 30 t ha^{-1}. Esse comportamento indica que, nas condições avaliadas, o aumento da aplicação de biocarvão favoreceu o acúmulo de massa seca nas folhas das plantas de sorgo. O comportamento observado apresentou $R^2 = 0,97$, demonstrando forte ajuste do modelo aos dados obtidos. A equação de regressão foi $y = 1,13 + 0,08x$ ($R^2 = 0,97$), indicando incremento da massa seca foliar com o aumento das doses de biocarvão. Figura 1 – Massa seca das folhas de sorgo irrigado com água salina em função das doses de biocarvão. Os resultados indicaram resposta positiva do sorgo à aplicação crescente de biocarvão para a variável massa seca das folhas. O aumento observado pode estar relacionado à melhoria das condições do solo proporcionada pela presença do biocarvão, que pode contribuir para a retenção de água e nutrientes e, consequentemente, favorecer o desenvolvimento da parte aérea das plantas. A matéria orgânica e os materiais carbonizados podem contribuir para alterações favoráveis nas propriedades físicas e químicas do solo, proporcionando melhores condições para o crescimento vegetal. Dessa forma, a resposta observada neste experimento pode estar associada à influência do biocarvão sobre o ambiente radicular e à disponibilidade de recursos necessários ao desenvolvimento das plantas. Além disso, o comportamento linear observado demonstra que, dentro das doses avaliadas, não foi identificado um ponto de redução da massa seca foliar com o aumento da aplicação do biocarvão. Assim, a maior dose testada, de 30 t ha^{-1}, apresentou o maior rendimento de massa seca das folhas. Diâmetro do colmo Para o diâmetro do colmo, também foi observado aumento à medida que as doses de biocarvão foram elevadas. Os menores valores foram observados nas plantas submetidas à ausência de biocarvão, enquanto os maiores

valores ocorreram no tratamento correspondente à dose de 30 t ha^{-1}. O comportamento da variável apresentou ajuste linear, com a equação y = 5,65 + 0,13x e R^2 = 0,91. O elevado valor do coeficiente de determinação demonstra forte ajuste do modelo aos dados observados, indicando relação positiva entre o aumento das doses de biocarvão e o diâmetro do colmo. Figura 2 – Diâmetro do colmo de sorgo irrigado com água salina em função das doses de biocarvão. O aumento do diâmetro do colmo acompanhou o comportamento observado para a massa seca das folhas, evidenciando que o incremento das doses de biocarvão favoreceu características relacionadas ao desenvolvimento morfológico das plantas. O colmo apresenta importante função estrutural e está diretamente relacionado ao crescimento e à sustentação da parte aérea do sorgo. A resposta positiva pode estar relacionada à melhoria das condições de crescimento proporcionada pela aplicação do biocarvão. A presença desse material no solo pode favorecer a retenção de água e nutrientes, contribuindo para um ambiente mais adequado ao desenvolvimento das raízes e, consequentemente, para o crescimento da parte aérea. Os resultados obtidos também estão de acordo com a tendência observada em estudos com a utilização de materiais orgânicos no cultivo de sorgo. Brito et al. (2014), ao avaliarem o desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino, observaram incremento no diâmetro do colmo com o aumento das doses aplicadas. Carvalho et al. (2010), por sua vez, verificaram que características vegetativas do sorgo apresentaram resposta positiva ao aumento da matéria orgânica adicionada ao solo. Embora o presente estudo tenha utilizado biocarvão, e não esterco bovino, os resultados demonstram que a adição de materiais de origem orgânica pode contribuir para o desenvolvimento das culturas. Nesse sentido, o comportamento observado para o diâmetro do colmo reforça o potencial do biocarvão como alternativa de manejo em condições de cultivo com água salina. Efeito da salinidade sobre as características avaliadas Apesar de o experimento ter sido conduzido com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, os resultados obtidos não demonstraram efeito significativo da salinidade sobre as variáveis avaliadas. Dessa forma, nas condições experimentais utilizadas, os diferentes níveis de condutividade elétrica da água não provocaram diferenças estatísticas significativas na massa seca das folhas e no diâmetro do colmo. Esse resultado pode estar relacionado às características da cultivar BRS Ponta Negra, que apresenta adaptação às condições do Nordeste e tolerância à seca, além do manejo adotado durante o experimento. A cultivar foi desenvolvida visando características que favorecem seu desempenho em condições ambientais adversas, o que pode ter contribuído para a manutenção do crescimento das plantas mesmo sob diferentes níveis de salinidade. Outro fator que pode ter contribuído para os resultados é a presença do biocarvão no solo. A aplicação desse material pode modificar características físicas e químicas do solo e favorecer a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Entretanto, são necessários estudos adicionais para compreender de forma mais detalhada os mecanismos responsáveis pela resposta do sorgo à associação entre biocarvão e água salina. Considerações gerais dos resultados De maneira geral, os resultados demonstraram que o aumento das doses de biocarvão promoveu respostas positivas nas características morfológicas avaliadas. Tanto a massa seca das folhas quanto o diâmetro do colmo apresentaram aumento linear com o incremento das doses, com os melhores resultados obtidos na dose de 30 t ha^{-1}. A massa seca das folhas apresentou elevado ajuste ao modelo de regressão, com R^2 = 0,97, enquanto o diâmetro do colmo apresentou R^2 = 0,91. Esses valores indicam que grande parte da variação observada nas características avaliadas pode ser explicada pelo aumento das doses de biocarvão. A ausência de efeito significativo da salinidade sobre as variáveis analisadas demonstra que, nas condições deste experimento, o sorgo cv.

BRS Ponta Negra apresentou capacidade de manter seu desenvolvimento mesmo quando irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. Ao mesmo tempo, a resposta positiva às doses de biocarvão evidencia o potencial desse material como alternativa de manejo para o cultivo do sorgo. Portanto, considerando as condições em que o experimento foi realizado, a aplicação de biocarvão mostrou-se favorável ao desenvolvimento do sorgo cv. BRS Ponta Negra, especialmente para a produção de massa seca das folhas e o crescimento do diâmetro do colmo. A dose de 30 t ha^{-1} apresentou os melhores resultados para ambas as características, indicando que doses mais elevadas dentro da faixa estudada podem favorecer o desenvolvimento da cultura.

Conclusão

CONCLUSÕES

A aplicação de doses crescentes de biocarvão promoveu aumento no rendimento de massa seca das folhas e no diâmetro do colmo do sorgo cv. BRS Ponta Negra irrigado com água salina. A dose de 30 t ha^{-1} de biocarvão apresentou os melhores resultados para as variáveis avaliadas, com $R^2 = 0,97$ para a massa seca das folhas e $R^2 = 0,91$ para o diâmetro do colmo. A água salina não apresentou efeito significativo nas variáveis analisadas. Dessa forma, nas condições avaliadas, o biocarvão demonstrou potencial para favorecer características morfológicas do sorgo, especialmente a produção de massa seca foliar e o desenvolvimento do diâmetro do colmo.

Referências

REFERÊNCIAS

BRITO, C. F. B. et al. Desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino. Revista Verde, Pombal, v. 9, n. 3, p. 244-250, jul./set. 2014. CARVALHO, B. G. et al. O efeito do esterco bovino no desenvolvimento inicial das plantas de sorgo. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-ROM. 2010. CARVALHO, J. F. et al. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, n. 4, p. 368-374, 2012. FALLAHI, H. R. et al. The study of nutritional management of mother plant and seed priming by biofertilizers on improve salinity tolerance of wheat (Triticum aestivum L.) cv. Sayonz at germination period. Journal of Agroecology, v. 6, n. 4, p. 927, 2015. LIMA, J. M. P. et al. Sorgo: plante certo para colher muito. Natal-RN: EMPARN, v. 16, 24 p. 2010. MENDES, A. M. S. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes em plantas de Shorgum bicolor (L.) Moench sob irrigação com águas de diferentes concentrações salinas. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Rio de Janeiro. SBCS: Embrapa Solos: Embrapa Agrobiologia, 2008. Anais... OUNI, Y. et al. The role of humic substances in mitigating the harmful effect of soil salinity and improve plant productivity. International Journal of Plant Production, v. 8, n. 3, p. 353-374, 2014. RADY, A. A. A novel organo-mineral fertilizer can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil. South African Journal of Botany,

v. 81, p. 8-14, 2012. RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. The use saline waters for crop production. Roma: FAO, 1992. 133 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48). SANTOS, F. G. et al. BRS Ponta Negra: variedade de sorgo forrageiro. Comunicado Técnico, EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, setembro, 2007. 6 p. SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p. SOUSA, R. A. Desenvolvimento do sorgo cv. BRS Ponta Negra irrigado com água salobra e submetido a diferentes doses de esterco bovino e biofertilizantes. Fortaleza-CE: PPGEA-DENA-CCA-UFC, 2015. Tese (Doutorado) – 171 f. YARAMI, N.; SEPASKHAH, A. R. Physiological growth and gas exchange response of saffron (Crocus sativus L.) to irrigation water salinity, manure application and planting method. Agricultural Water Management, n. 154, p. 43-51, 2015.

Anexos



Figura 1 – Massa seca das folhas de sorgo irrigado com água salina em função das doses de biocarvão.



Figura 2 – Diâmetro do colmo de sorgo irrigado com água salina em função das doses de biocarvão.

CÓDIGO: SB0843

AUTOR: SAMUEL DE MORAIS MATIAS

ORIENTADOR: FABIO MAGNO DA SILVA SANTANA

TÍTULO: ELABORAÇÃO DE LINGUIÇA DE Oreochromis niloticus (TILÁPIA DO NILO)

Resumo

A Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) é um peixe de água doce de grande importância para a aquicultura e para a segurança alimentar, destacando-se pela adaptabilidade e bom rendimento de carne. O presente trabalho teve como objetivo principal elaborar linguiça artesanal a partir de filés congelados de tilápia do Nilo adquiridos em estabelecimento comercial, visando agregar valor à matéria-prima. O fluxograma produtivo incluiu o corte dos filés em tiras e cubos, a pesagem e fracionamento de condimentos e especiarias naturais, a moagem e o embutimento manual em envoltório natural suíno com o auxílio de uma embutideira manual, seguido por tratamento térmico em água aquecida e choque térmico em banho de gelo. Embora análises microbiológicas e sensoriais formais tenham sido inviabilizadas por limitações laboratoriais, a avaliação visual e prática do produto demonstrou que a formulação apresentou excelente aceitação visual, textura firme ao corte, aroma característico de embutidos comerciais e um apelo de saudabilidade (clean label) por dispensar o uso de conservantes sintéticos como nitritos e nitratos. Conclui-se que a elaboração de linguiça de tilápia é viável, apresenta um processo prático e constitui uma alternativa promissora e nutritiva para a diversificação de derivados de pescado.

Palavras-chave: Aquicultura. Beneficiamento do Pescado. Embutido. Tilápia do Nilo. Cle

TITLE: Production of *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia) sausage

Abstract

Nile tilapia (Oreochromis niloticus) is a freshwater fish of great importance to aquaculture and food security, notable for its adaptability and high meat yield. The primary objective of this study was to produce artisanal sausage from commercially purchased frozen Nile tilapia fillets, aiming to add value to the raw material. The production process involved cutting the fillets into strips and cubes; weighing and portioning natural seasonings and spices; grinding; and manually stuffing the mixture into natural pork casings using a manual stuffer. This was followed by heat treatment in hot water and rapid cooling in an ice bath. Although formal microbiological and sensory

analyses were precluded by laboratory limitations, visual and practical assessment of the product demonstrated excellent visual appeal, a firm texture when sliced, and an aroma characteristic of commercial sausages. Additionally, the product offered a "clean label" health appeal by eliminating the use of synthetic preservatives such as nitrites and nitrates. It is concluded that producing tilapia sausage is feasible, involves a practical process, and represents a promising, nutritious alternative for diversifying fish-based products.

Keywords: Aquaculture.Fish Processing.Cured Meat Product.Nile Tilapia.CleanLabel

Introdução

A aquicultura, prática de cultivo de organismos aquáticos como peixes, crustáceos, moluscos e algas, vem ganhando destaque mundialmente como uma alternativa sustentável à pesca tradicional (FAO, 2020). A produção mundial de aquicultura tem apresentado um crescimento significativo nas últimas décadas, impulsionada pelo aumento da demanda por produtos aquáticos e pela necessidade de métodos sustentáveis de produção de alimentos. Segundo a FAO (2020), a produção global de aquicultura atingiu 114,5 milhões de toneladas em 2018, contribuindo com cerca de 50% da oferta mundial de peixes destinados ao consumo humano, sendo a China o maior produtor, responsável por aproximadamente 60% da população mundial. O consumo aparente mundial de alimentos (estimativa da quantidade total de um produto disponível para consumo em um período) de origem aquática alcançou 162,5 milhões de toneladas em 2021. Esta cifra aumentou a um ritmo quase duas vezes superior ao da população mundial desde 1961, com um consumo mundial anual per capita que passou de 9,1 kg em 1961 para 20,7 kg em 2022 (FAO, 2024) No Brasil, o setor apresenta um crescimento significativo, impulsionado pelas condições climáticas favoráveis e a vasta disponibilidade de recursos hídricos, posicionando o país entre os principais produtores globais de pescado (IBGE, 2021). Ao todo, em 2019, a aquicultura brasileira produziu 599 mil toneladas de pescado, avaliadas em R$ 4,7 bilhões, um aumento de 2,6% em volume e 5% em valor, se comparado ao ano de 2018 (Panorama da aquicultura, 2020) O processamento de pescado é uma atividade econômica relevante que agrega valor aos produtos pesqueiros, diversificando as opções de consumo e prolongando a vida útil dos produtos (SANTOS, 2019). De acordo com o RIISPOA 2017, o termo "pescado" abrange uma variedade de animais aquáticos que são capturados e destinados ao consumo humano, como peixes, crustáceos (como camarões e caranguejos), moluscos (como mariscos e ostras) e até mesmo anfíbios e répteis aquáticos comestíveis. Diversas pesquisas têm mostrado benefícios do consumo de pescado tais como redução do risco de doenças cardíacas, artrite, psoríase e trombose, além de possuir ação anti-inflamatória graças à presença de ácidos graxos poli-insaturados em sua formulação. A carne de pescado possui riqueza em proteínas de alto valor biológico e possui reduzido teor de gordura (FURTADO, 2021). Como o pescado é um alimento muito perecível, ao decorrer dos anos foram desenvolvidas técnicas para aumentar a vida útil e agregar valor à matéria prima. Os métodos mais utilizados são a salga, secagem e defumação. A salga é uma das técnicas mais antigas e conhecidas de conservação do pescado e utiliza sal comum. Essa técnica consiste em retirar a água dos alimentos, diminuindo a atividade de água e inibindo o crescimento bacteriano e, consequentemente, a decomposição (RAIMUNDO et al., 2018).Os embutidos chegaram ao Brasil através de

imigrantes alemães e italianos, que trouxeram entre os seus vários costumes, as receitas deste saboroso produto, que se tornou uma excelente escolha que agrega valor a diversos produtos cárneos (SILVA, 2004). A produção de linguiças a partir da carne da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) tem ganhado destaque como uma alternativa sustentável e inovadora na indústria de alimentos. A tilápia do Nilo é uma das espécies de peixe mais cultivadas no mundo, devido ao seu rápido crescimento, alta adaptabilidade a diferentes condições ambientais e bom rendimento de carne. Essas características tornam a tilápia uma excelente matéria-prima para produtos processados, como as linguiças, que tradicionalmente são feitas com carne suína ou bovina (FAO, 2024).

Metodologia

O preparo da linguiça foi realizado no Laboratório do Pescado da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizada no município de Macaíba/RN. Para a fabricação do embutido, utilizou-se filé de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) congelado, adquirido em estabelecimento comercial local. Os filés foram cortados em tiras finas e, posteriormente, em cubos menores para facilitar o processamento. Após essa etapa, os condimentos e especiarias foram devidamente pesados e fracionados em copos descartáveis para melhor visualização e organização da formulação(figura 1). figura-1 Temperos Fracionados e Filé cortado Para o embutimento, utilizou-se envoltório natural suíno, adquirido de empresa especializada, prezando pela qualidade e proteção microbiológica do produto. A moagem da massa e o embutimento foram realizados com o auxílio de uma embutideira manual do modelo Turning Food Centre da marca POLISHOP (figura 2), em substituição ao equipamento elétrico devido a falhas técnicas de funcionamento deste último.Após o embutimento e amarrilho, as linguiças foram submetidas ao processo de tratamento térmico por imersão em água aquecida para a coagulação das proteínas e estruturação da massa (figura 3). Imediatamente após a cocção, o produto foi submetido ao choque térmico por imersão em banho de água com gelo, visando cessar o cozimento, promover a contração do envoltório suíno, evitar a desidratação excessiva e garantir a estabilidade e firmeza do embutido final. Durante todas as etapas de fabricação, o processo foi acompanhado e registrado por meio de fotografias digitais para documentação e análise do fluxo produtivo.

Resultados e Discussões

O processamento da linguiça de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) ocorreu de forma satisfatória. O pré-corte dos filés em tiras e cubos otimizou a etapa de moagem na embutideira manual, o que favoreceu a incorporação uniforme dos condimentos e especiarias à massa cárnea (figura 4). A utilização do envoltório natural suíno apresentou um resultado bastante positivo, conferindo a resistência e a elasticidade necessárias durante o preenchimento manual, suportando a pressão exercida sem a ocorrência de rompimentos ou deformações no invólucro (Figura 5).Apesar de não ser realizada a análise sensorial, foi feito o preparo da linguiça após a cocção com uma frigideira untada com óleo (figura 6), após o preparo foi perceptível o cheiro característico da linguiça comprada no mercado, proveniente da adição das especiarias

colocadas durante o preparo da massa cárnea. Além disso foi feito teste de corte com faca convencional de cozinha para analisar a textura da linguiça após a fritura, podendo destacar um ponto de corte semelhante ao corte observado por uma linguiça convencional de carne bovina e suína com a diferença notável de oleosidade proveniente da quantidade de óleo utilizada na massa cárnea, do tipo de carne e do corte da carne.(figura 7) Esses resultados comprovam que a proporção utilizada durante o preparo é ideal para o apelo visual por se assemelhar positivamente às características de uma linguiça popular de mercado atraindo consumidores apenas pelo conhecimento prévio de como uma linguiça deve se parecer pelo visual e pelo cheiro.

Conclusão

A elaboração da linguiça de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) demonstra a viabilidade do aproveitamento do pescado para a obtenção de produtos cárneos transformados de alto valor agregado. Além da simplicidade e praticidade do fluxo produtivo em escala de laboratório, a utilização do filé de tilápia oferece uma alternativa promissora para o setor aquícola, permitindo a diversificação do portfólio de derivados de peixe. Sob a perspectiva nutricional e de saúde pública, a formulação desenvolvida destaca-se por não utilizar conservantes ou aditivos químicos sintéticos — como nitritos e nitratos de sódio, comumente empregados em escala industrial para a fixação de cor e conservação de embutidos bovinos e suínos. A ausência desses compostos, aliada ao perfil lipídico favorável e à alta digestibilidade da carne de peixe, confere ao produto um apelo de saudabilidade (clean label), atendendo à crescente demanda de consumidores por alimentos mais naturais e funcionais. Adicionalmente, as características sensoriais e de textura obtidas após o tratamento e choque térmico conferem versatilidade ao embutido. O produto apresenta potencial para aplicação em diferentes preparações culinárias e panificações (como o incremento de pães recheados e aperitivos), consolidando-se como uma opção saborosa, nutritiva e comercialmente viável para o mercado de derivados do pescado.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça. Instrução Normativa n. 4, de 31 de março de 2000. COELHO, A. A.; SILVA, C. R.; NASCIMENTO, J. F. Fabrication of sausage from unconventional raw materials: A sustainable alternative. Revista de Tecnologia de Alimentos, v. 25, n. 3, p. 153-160, 2010. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Rome: FAO, 2020. Disponível em: http://www.fao.org/3/ca9229en/CA9229EN.pdf. Acesso em: 09 jul. 2024. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. Rome: FAO, 2024. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en. Acesso em: 07 jul. 2024. FURTADO, J. R. Consumo de pescado e seus benefícios para a saúde humana. Revista Brasileira de Nutrição Clínica, v. 37, n. 2, p. 112-120, 2021. GONÇALVES, A. A.; GOMES, A. R. Pescados: tecnologia de processamento. São Paulo: Livraria Varela, 2018. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativ

o.pdf. Acesso em: 09 jul. 2024. PANORAMA DA AQUICULTURA. Crescimento da aquicultura no Brasil em números. Revista Panorama da Aquicultura, 2020. Disponível em: https://panoramadaaquicultura.com.br/ibge-o-desempenho-da-aquicultura-brasileira-em-2019. Acesso em:28 jul. 2024. RAIMUNDO, J. M.; SANTOS, P. R.; ALMEIDA, V. C. Técnicas de conservação de pescado: revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Tecnologia Alimentar, v. 8, n. 1, p. 77-85, 2018. RIISPOA. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017. PANORAMA DA AQUICULTURA, CRESCIMENTO DA AQUICULTURA NO BRASIL EM NÚMEROS. REVISTA. https://panoramadaaquicultura.com.br/ibge-o-desempenho-da-aquicultura-brasileira-em-2019 FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Rome: FAO, 2020. Disponível em: http://www.fao.org/3/ca9229en/CA9229EN.pdf.

CÓDIGO: SB0880

AUTOR: VINICIUS DO NASCIMENTO MACEDO

COAUTOR: RODRIGO DA SILVA SANTOS

COAUTOR: NEYTON DE OLIVEIRA MIRANDA

COAUTOR: JULIANA CAROLINE SANTOS SANTANA

ORIENTADOR: JOAO VIRGINIO EMERENCIANO NETO

TÍTULO: Crescimento e produção de biomassa aérea e radicular de Urochola híbrida cv. Sabiá sob diferentes compostos

Resumo

Objetivou-se avaliar o crescimento e a produção de biomassa aérea e radicular de Urochloa híbrida cv. Sabiá submetida a diferentes substratos. Adotou-se delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. As plantas foram cultivadas em vasos sob condições de pleno sol e avaliadas aos 78 dias após a semeadura. Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos para nenhuma das características avaliadas. As alturas médias do dossel e do perfilho estendido foram de 17,9 e 30,0 cm, respectivamente. A média para massa seca da parte aérea foi de 5,42 g MS/vaso, enquanto a média para massa seca das raízes foi de 7,26 g MS/vaso. A relação parte aérea/raiz média foi de 0,75. Conclui-se que as diferentes combinações de compostos não alteraram o crescimento e a produção de biomassa do capim-sabiá durante o período de estabelecimento.

Palavras-chave: Brachiaria; biochar; composto orgânico; extrato pirolenhoso; forragem.

TITLE: Growth and production of aerial and root biomass of hybrid Urochloa cv. Sabiá under different compounds

Abstract

The objective was to evaluate the growth and production of aboveground and root biomass of Urochloa hybrid cv. Sabiá subjected to different substrates. A completely randomized design was adopted, with five treatments and four replications. The plants were grown in pots under full-sun conditions and evaluated at 78 days after sowing. No significant differences (P > 0.05) were observed among treatments for any of the evaluated characteristics. The mean canopy height and extended tiller height were 17.9 and 30.0 cm, respectively. The mean aboveground dry matter mass was 5.42 g DM/pot, while the mean root dry matter mass was 7.26 g DM/pot. The mean aboveground-to-root biomass ratio was 0.75. It was concluded that the different combinations of compounds did not affect the growth or biomass production of Sabiá grass during the establishment period.

Keywords: Brachiaria; biochar; organic compost; pyroligneous extract; forage.

Introdução

No Brasil, a produção pecuária está fortemente baseada no uso de pastagens como fonte de alimento para os ruminantes. Entretanto, a adoção de práticas inadequadas de manejo pode comprometer a produtividade e a sustentabilidade desses sistemas, favorecendo o processo de degradação das áreas de pastagem. Segundo Macedo et al. (2014), aproximadamente 81,9 milhões de hectares de pastagens cultivadas no país apresentavam algum nível de degradação, sendo uma parcela expressiva classificada em estágios avançados.

A manutenção da fertilidade do solo constitui um dos fatores fundamentais para o estabelecimento adequado das plantas forrageiras, uma vez que a disponibilidade de nutrientes influencia o crescimento inicial e o desenvolvimento do pasto (Rocha et al., 2025). Nesse contexto, o uso de fontes alternativas de nutrientes e condicionadores do solo tem despertado interesse como estratégia para melhorar as condições de cultivo e promover o aproveitamento de resíduos orgânicos. Entre essas alternativas, destaca-se o biochar, material obtido pela pirólise de biomassa, que apresenta potencial para melhorar atributos do solo e favorecer a disponibilidade de nutrientes às plantas (Andrade e Puga, 2023). Além disso, a utilização conjunta de biochar e composto orgânico pode contribuir para a reciclagem de nutrientes e para a obtenção de materiais com potencial de uso como condicionadores do solo (Vian et al., 2017).

Dentre as forrageiras tropicais utilizadas em sistemas de produção pecuária, destaca-se a Urochloa híbrida cv. Sabiá, que apresenta elevado acúmulo de forragem e intenso perfilhamento, além de desempenho superior durante a estação seca. Em avaliações oficiais conduzidas no Brasil, o cultivar apresentou produção 47% superior à do capim-Marandu durante a época seca, concentrando 34% da produção anual nesse período (Barenbrug, 2026).

Apesar do potencial desses compostos como alternativas para o manejo da fertilidade do solo, ainda são escassas as informações sobre sua utilização durante o estabelecimento de forrageiras tropicais, especialmente do capim-sabiá. Diante disso, objetivou-se avaliar o crescimento e a produção de biomassa aérea e radicular de Urochloa híbrida cv. Sabiá submetida a diferentes substratos na semeadura.

Metodologia

O experimento foi conduzido na área experimental do Grupo de Estudos em Forragicultura e Produção de Ruminantes (GEFORP), localizada na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no município de Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil (5°51'30" S e 35°21'14" O). De acordo com a classificação de Thornthwaite (1948), o clima da região é do tipo subsumido seco, apresentando período de excedente hídrico entre os meses de maio e agosto.

Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam às diferentes combinações de compostos incorporados ao solo no momento da semeadura.

A espécie Urochloa (sin. Brachiaria) híbrida cv. Sabiá (Urochloa brizantha × Urochloa ruziziensis cv. Sabiá) foi cultivada em vasos cônicos com 19 cm de diâmetro na superfície, providos de orifícios na parte inferior para permitir a drenagem da água excedente. Os vasos foram mantidos em ambiente externo, sob condições de pleno sol. Foram distribuídas seis sementes por vaso, considerando-se cada vaso como uma unidade experimental.

A irrigação foi realizada manualmente em intervalos de dois dias, exceto durante a ocorrência de chuvas, de modo a manter o solo em aproximadamente 70% da capacidade de campo, correspondendo à aplicação de 470 mL de água por vaso. Aos 35 dias após a semeadura, foi realizada a adubação nitrogenada, utilizando-se 0,40 g de ureia por vaso, quantidade equivalente a 50 kg de N ha^{-1}.

As avaliações foram realizadas aos 78 dias após a semeadura. Inicialmente, foi mensurada a altura do dossel, considerando-se a distância entre o nível do solo e a curvatura média das folhas. Também foi determinada a altura do perfilho estendido, mensurada a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta do perfilho. Posteriormente, toda a parte aérea das plantas foi cortada rente ao solo e pesada para determinação da massa fresca da parte aérea. Em seguida, as raízes foram retiradas dos vasos e lavadas em peneira, para remoção completa do solo. Após a lavagem, as raízes foram pesadas para obtenção da massa fresca.

As amostras referentes à parte aérea e ao sistema radicular foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada, a 55 °C por 72 horas. Após esse período, o material foi novamente pesado para determinação das massas secas da parte aérea e das raízes. A partir disso, foi determinada a relação massa da parte aérea /massa da raiz.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a nível de 5% de significância, através do programa estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussões

Não foram observadas diferenças significativas (P > 0,05) entre os substratos para nenhuma das características avaliadas no capim-Sabiá (Tabela 1). As alturas médias do dossel e do perfilho estendido foram de 17,9 e 30,0 cm, respectivamente.

A massa da parte aérea apresentou média de 5,42 g de MS/vaso, enquanto a massa de raízes foi de 7,26 g de MS/vaso. A maior produção de biomassa radicular em relação à parte aérea resultou em relação parte aérea/raiz inferior a 1,0, com média de 0,75. Esses resultados sugerem maior alocação de biomassa para o sistema radicular e maior investimento da planta no desenvolvimento das raízes. O bom desenvolvimento radicular constitui uma característica favorável, especialmente em condições de baixa disponibilidade hídrica, por possibilitar maior exploração do volume de solo e acesso à água. Tal característica pode contribuir para a manutenção do crescimento da forrageira durante a estação seca, período em que a cv. Sabiá apresenta expressiva participação na produção anual de forragem (Barenbrug, 2026).

Conclusão

Os diferentes substratos não alteraram o crescimento e a produção de biomassa do capim-sabiá durante o período de estabelecimento. A maior massa radicular em relação à parte aérea sugere maior investimento da forrageira no desenvolvimento do sistema radicular.

Referências

Andrade, C. A.; Puga, A. P. Biocarvão: uso agrícola e ambiental. In: Bettiol, W.; Silva, C. A.; Cerri, C. E. P.; Martin Neto, L.; Andrade, C. A. (ed.). Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical. Brasília: Embrapa, 2023. p. 435-473.

Barenbrug. Brachiaria híbrida cv. Sabiá. Disponível em: <https://barenbrug.com.br/cultivares-barenbrug/brachiaria-sabia>. Acesso em: 29 ago. 2026.

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

Macedo, M. C. M.; Zimmer, A. H.; Kichel, A. N. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: 1º Encontro de adubação de pastagens da Scot Consultoria - TEC - FÉRTIL, 2013, Ribeirão Preto-SP. Anais... Bebedouro, SP: Scot Consultoria, 2014. p.158-181.

Thornthwaite, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

Rocha, W. S. D.; Martins, C. E.; Souza Sobrinho, F.; Brighenti, A. M. Manejo de solo e recomendação de correção e adubação na pecuária leiteira. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2025. 38 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 294).

Vian, T. A.; Rezende, F. A.; Souza, I. P.; Souza, L. D.; Maia, C. M. B. F. Avaliação de parâmetros físico-químicos de compostos orgânicos associados com diferentes tipos de biocarvão: viabilidade da reciclagem na agricultura. In: ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AGROSSUSTENTÁVEIS; JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 6., 2017, Sinop. Resumos... Sinop: Embrapa Agrossilpastoril, 2017. p. 219-222.

Anexos



Características estruturais e produtivas da parte aérea e da raiz de Urochloa hibrida cv. Sabiá em vasos sob diferentes substratos na semeadura.

CÓDIGO: SB0895

AUTOR: LAURA MONICKI SEVERO DE OLIVEIRA

COAUTOR: LUIS MEDEIROS DE LUCENA

COAUTOR: STHEFANNI RAYSA DE MACEDO AQUINO

COAUTOR: EMMANUELLA DE OLIVEIRA MOURA ARAÚJO

COAUTOR: DANIELLE CAVALCANTI SALES

ORIENTADOR: ADRIANO HENRIQUE DO NASCIMENTO RANGEL

TÍTULO: MONITORAMENTO BIOMÉTRICO DE MASTITE: A LACTOSE COMO INDICADOR DE PRECISÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PATÓGENOS E INTEGRIDADE ALVEOLAR

Resumo

A mastite subclínica é um importante desafio para a bovinocultura leiteira, por afetar a saúde da glândula mamária e a qualidade do leite sem sinais clínicos evidentes. A contagem de células somáticas (CCS) é um importante indicador da saúde mamária, enquanto a lactose pode indicar a integridade alveolar. O estudo objetivou desenvolver um modelo preditivo para identificar a prevalência e a sazonalidade de patógenos associados à mastite subclínica e avaliar a lactose como potencial biomarcador da integridade mamária. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em Macaíba/RN, com acompanhamento de propriedades leiteiras e análises no Laboratório de Qualidade do Leite (LABOLEITE/UFRN). Foram avaliados gordura, proteína, lactose, CCS, contagem padrão em placas (CPP) e testes OnFarm para identificação de patógenos. Foram realizadas quatro coletas, totalizando 112 registros de quartos mamários. A lactose apresentou média de 4,52% e a CCS, 683,87 mil células/mL, com correlação negativa entre os parâmetros. A CCS aumentou de 500 mil para 1.040,78 mil células/mL, enquanto a lactose apresentou médias de 4,47%, 4,57%, 4,50% e 4,57%. Foram identificados Dysgalactiae, Escherichia coli, Streptococcus uberis, microrganismos não-Aureus e amostras sem crescimento bacteriano. Os resultados preliminares indicam potencial relação entre lactose e CCS. A continuidade permitirá avaliar a sazonalidade e ampliar o banco de dados.

Palavras-chave: Mastite subclínica. Lactose. Contagem de células somáticas.. Qualidade

TITLE: BIOMETRIC MONITORING OF MASTITIS: LACTOSE AS A PRECISION INDICATOR FOR PATHOGEN IDENTIFICATION AND ALVEOLAR INTEGRITY

Abstract

Subclinical mastitis is an important challenge in dairy cattle production, affecting mammary gland health and milk quality without evident clinical signs. Somatic cell count (SCC) is an important indicator of mammary health, while lactose may indicate alveolar integrity. This study aimed to develop a predictive model to identify the prevalence and seasonality of pathogens associated with subclinical mastitis and to evaluate lactose as a potential biomarker of mammary integrity. The study was conducted at the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), Macaíba, Brazil, with dairy farm monitoring and analyses at the Milk Quality Laboratory (LABOLEITE/UFRN). Fat, protein, lactose, SCC, standard plate count (SPC), and OnFarm pathogen tests were evaluated. Four samplings were conducted, totaling 112 mammary quarter records. Mean lactose was 4.52% and SCC was 683.87 thousand cells/mL, with a negative correlation between the parameters. SCC increased from 500 thousand to 1,040.78 thousand cells/mL, while lactose means were 4.47%, 4.57%, 4.50%, and 4.57%. Dysgalactiae, Escherichia coli, Streptococcus uberis, non-Aureus microorganisms, and samples without bacterial growth were identified. Preliminary results indicate a potential relationship between lactose and SCC. Continued monitoring will allow assessment of seasonality and database expansion.

Keywords: Subclinical mastitis. Lactose. Somatic cell count. Milk quality.

Introdução

A mastite é uma das principais enfermidades dos rebanhos leiteiros, causando perdas produtivas e econômicas e comprometendo a qualidade do leite. Em sua forma subclínica, não apresenta alterações clínicas evidentes, tornando a contagem de células somáticas (CCS) um importante indicador para seu monitoramento. A utilização de diferentes métodos diagnósticos pode contribuir para uma identificação mais eficiente da enfermidade (OLIVEIRA et al., 2025).

A lactose exerce importante função na composição e no volume do leite e apresenta potencial como indicador complementar da saúde da glândula mamária. Televičius et al. (2021) verificaram que menores concentrações de lactose estavam associadas a maior risco de mastite e ao aumento da CCS, indicando que sua redução pode auxiliar na identificação de alterações relacionadas à saúde mamária.

A identificação dos agentes etiológicos, associada à avaliação da lactose, CCS e demais parâmetros de qualidade, pode contribuir para uma caracterização mais precisa da mastite subclínica e para o desenvolvimento de modelos de inferência preditiva.

A legislação brasileira estabelece requisitos de qualidade para o leite cru refrigerado, reforçando a importância do monitoramento de parâmetros relacionados à qualidade da matéria-prima (BRASIL, 2018). Dessa forma, a avaliação conjunta de lactose, CCS, contagem padrão em placas (CPP) e agentes identificados por testes OnFarm pode contribuir para a caracterização da mastite subclínica e para o desenvolvimento de um modelo de inferência preditiva.

O objetivo foi desenvolver um modelo de inferência preditiva para identificação da prevalência e sazonalidade de patógenos associados à mastite subclínica em bovinos leiteiros, avaliando a concentração de lactose como potencial biomarcador da integridade alveolar da glândula mamária e como ferramenta complementar para o aprimoramento da acurácia diagnóstica. Este se trata de um estudo inicial e trás resultados preliminares.

Metodologia

O estudo foi realizado no Laboratório de Qualidade do Leite (LABOLEITE), localizado na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, em Macaíba/RN, a partir do acompanhamento periódico de propriedades leiteiras. As amostras de leite cru foram encaminhadas ao laboratório para análise dos teores de gordura, proteína e lactose pelo método de espectroscopia por infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) no equipamento Dairy Spec® (Bentley Instruments inc., Chasca MN, EUA); A CCS e CBT foram , bem como da contagem de células somáticas (CCS) e da contagem padrão em placas (CPP), por citometria de fluxo no equipamento IBCm Bentley® (Bentley Instruments inc., Chasca MN, EUA), considerando individualmente os quartos mamários.

Paralelamente, foram realizados testes do tipo OnFarm para identificação dos agentes associados à mastite. Até o momento, foram realizadas quatro coletas, de junho a julho de 2026.

Os dados foram organizados para avaliar as relações entre lactose, CCS, CPP e os patógenos identificados, bem como possíveis padrões relacionados ao período de coleta. Na análise preliminar, foram consideradas as médias de lactose e CCS

Resultados e Discussões

Foram obtidos 112 registros de quartos mamários com informações de lactose e CCS. A concentração média de lactose foi de 4,52%, enquanto a CCS média foi de 683,87 mil células/mL.

A lactose apresentou pouca variação entre as coletas, com médias de 4,47%, 4,57%, 4,50% e 4,57%, respectivamente. Em contrapartida, a CCS aumentou de 500 mil células/mL na primeira coleta para 1.040,18 mil células/mL na quarta.

Tabela 1. Médias de lactose e CCS nas quatro coletas realizadas.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

O conjunto dos dados, indica tendência de redução da concentração de lactose à medida que a CCS aumenta. Essa relação corroboraachados der Televičius et al. (2021), que verificaram associação entre menores concentrações de lactose e maiores valores de CCS, indicando o potencial da lactose como indicador complementar da saúde da glândula mamária. Entre os registros avaliados, 19 quartos mamários apresentaram CCS superior a 1.000 mil células/mL, com concentração média de lactose de 4,24%, inferior à média geral.

A relação observada entre os parâmetros reforça o potencial da lactose como indicador complementar da saúde mamária. Entretanto, por se tratar de resultados preliminares, a ampliação do número de observações é necessária para confirmar essa associação e considerar a variabilidade entre animais e agentes etiológicos.

Nos testes OnFarm, foram identificados Dysgalactiae, Escherichia coli, Streptococcus uberis, microrganismos classificados como não-Aureus e amostras sem crescimento bacteriano. A diversidade de agentes reforça a importância da identificação etiológica associada aos indicadores de saúde mamária, conforme a necessidade de utilização de diferentes métodos diagnósticos (OLIVEIRA et al., 2025).

O acompanhamento desses parâmetros também contribui para o controle da qualidade do leite, considerando os requisitos estabelecidos pela legislação brasileira para o leite cru refrigerado (BRASIL, 2018). A continuidade das coletas permitirá ampliar o banco de dados e avaliar possíveis relações entre os agentes identificados, a lactose, a CCS e o período de acompanhamento.

Conclusão

Os resultados preliminares indicam uma relação inversa entre lactose e CCS, além da ocorrência de diferentes agentes associados à mastite nas propriedades avaliadas. A lactose apresenta potencial como indicador complementar da integridade da glândula mamária, especialmente quando associada à CCS e à identificação dos agentes etiológicos.

A continuidade do estudo permitirá ampliar o número de observações, avaliar a influência da sazonalidade e aprimorar o modelo de inferência preditiva proposto.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Aprova os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 nov. 2018.

TELEVIČIUS, M.; JUOZAITIENĖ, V.; MALAŠAUSKIENĖ, D.; ANTANAITIS, R.; RUTKAUSKAS, A.; URBUTIS, M.; BAUMGARTNER, W. Inline milk lactose concentration as biomarker of the health status and reproductive success in dairy cows. Agriculture, v. 11, n. 1, p. 38, 2021. DOI: 10.3390/agriculture11010038.

OLIVEIRA, C. B. de; NACAYAMA, F. M. M.; CARVALHO, F. J.; FREITAS, B. B. B.; MEDEIROS, G. C. Detecção da mastite subclínica: utilização de dois métodos de diagnóstico. Revista Inova Ciência & Tecnologia, v. 11, n. 1, 2025.

Anexos



Figura 1. Médias de lactose e CCS nas quatro coletas realizadas.

CÓDIGO: SB0957

AUTOR: DAYANE RIBEIRO DE FREITAS

ORIENTADOR: CARLO ALDROVANDI TORREAO MARQUES

TÍTULO: Utilização de Melão de são Caetano no controle de parasitose em ovinos deslanados criados em regime de pasto.

Resumo

O presente estudo buscou analisar a utilização do melão-de-são-caetano (Momordica charantia) como alternativa complementar para o controle de parasitas gastrintestinais em matrizes ovinas mestiças de Santa Inês. Participaram do experimento vinte e seis fêmeas adultas, clinicamente saudáveis, mantidas em sistema semi-intensivo a pasto. Cada animal recebeu, por via oral, 5 g de farinha da planta diluída em água potável, durante cinco dias consecutivos. Para verificar a resposta ao tratamento, foram acompanhados a contagem de ovos por grama de fezes (OPG), utilizada como indicador da carga parasitária, e o hematócrito, relacionado às condições hematológicas dos animais. O OPG foi determinado pela técnica modificada de Gordon e Whitlock, enquanto o hematócrito foi obtido por centrifugação. Os resultados apontaram diminuição parcial da eliminação de ovos nos animais positivos, manutenção dos animais inicialmente negativos e melhora ou estabilidade de alguns indicadores hematológicos e de condição corporal. Dessa maneira, a Momordica charantia apresentou potencial para ser empregada como recurso complementar no manejo integrado das verminoses de ovinos, principalmente em sistemas de pequenos produtores, sem ser considerada substituta exclusiva dos anti-helmínticos convencionais.

Palavras-chave: Momordica charantia;Melão-de-São-Caetano;verminose;fitoterápicos;OPG.

TITLE: Use of Momordica charantia (bitter melon) for the control of helminth infections in crossbred Santa Inês ewes.

Abstract

This study aimed to analyze the use of *Momordica charantia* (bitter melon) as a complementary alternative for controlling gastrointestinal parasites in crossbred Santa Inês ewes. Twenty-six clinically healthy adult females, kept in a semi-intensive pasture-based system, participated in the experiment. Each animal received an oral dose of 5 g of the plant powder diluted in potable water for five consecutive days. To assess the treatment response, the study monitored the fecal egg count (FEC)—used as an

indicator of parasite load—and the hematocrit, which reflects the animals' hematological status. FEC was determined using the modified Gordon and Whitlock technique, while hematocrit was measured via centrifugation. The results showed a partial reduction in egg shedding among positive animals, the maintenance of initially negative animals, and improvement or stability in certain hematological and body condition indicators. Thus, *Momordica charantia* demonstrated potential as a complementary resource in the integrated management of sheep helminthiasis—particularly in small-scale farming systems—without serving as a complete substitute for conventional anthelmintics.

Keywords: Momordica charantia; bitter melon; helminthiasis; phytotherapy; FEC.

Introdução

A criação de ovinos possui relevância econômica e social no Brasil, com destaque para as regiões Nordeste e Sul, contribuindo para a produção de carne, leite e pele e para a geração de renda de pequenos produtores. Entretanto, os índices produtivos podem ser prejudicados por problemas sanitários, entre os quais se destacam as verminoses gastrintestinais. Entre os principais agentes envolvidos está o nematódeo Haemonchus contortus, responsável por importantes perdas em sistemas de produção localizados em regiões tropicais e subtropicais. As infecções podem comprometer o aproveitamento dos nutrientes, diminuir o ganho de peso e a produção de leite, provocar anemia e atraso no desenvolvimento e, quando intensas, levar os animais à morte. O controle desses parasitas é realizado tradicionalmente com medicamentos anti-helmínticos. Contudo, o uso frequente desses produtos favorece a seleção de populações parasitárias resistentes, reduzindo a eficiência dos tratamentos e elevando os custos do sistema produtivo. Por esse motivo, têm aumentado as pesquisas envolvendo plantas medicinais e outros recursos naturais. O melão-de-são-caetano (Momordica charantia) é uma planta da família das cucurbitáceas encontrada em diferentes regiões tropicais. A espécie apresenta compostos bioativos, como saponinas, flavonoides, alcaloides e triterpenoides, que têm sido relacionados a propriedades antioxidantes, antimicrobianas e antiparasitárias. Nesse contexto, o trabalho teve como finalidade verificar os possíveis efeitos da planta sobre a carga parasitária, parâmetros hematológicos e aspectos clínicos de matrizes ovinas, considerando seu uso como ferramenta complementar no controle das verminoses.

Metodologia

2.1 Animais e condições experimentais O experimento foi realizado com vinte e seis fêmeas ovinas adultas mestiças de Santa Inês e clinicamente saudáveis, mantidas em sistema semi-intensivo a pasto no Setor de Ensino e Pesquisa em Pequenos Ruminantes (SEPER), localizado no campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em Macaíba (RN), na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Escola Agrícola de Jundiaí. A seleção dos animais considerou características como peso corporal, idade aproximada e histórico sanitário, buscando formar um grupo experimental com características semelhantes. Foi utilizado metodologia de estatística descritiva para os dados coletados, utilizado o software ´´Excel´´. Os animais permaneceram com acesso à água e alimentação balanceada e foram acompanhados

quanto ao bem-estar e a possíveis alterações comportamentais. 2.2 Obtenção e preparo da planta O material vegetal de Momordica charantia foi obtido na própria Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, em Macaíba (RN). Inicialmente, as folhas passaram por seleção e lavagem. Depois, foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar, em temperatura aproximada de 40 a 45 °C, para secagem. Após essa etapa, o material foi triturado em moinho de facas até atingir a forma de farinha vegetal. 2.3 Protocolo de tratamento Antes do início do fornecimento da planta, os animais permaneceram em período de adaptação por sete dias. Posteriormente, cada ovino recebeu diariamente 5 g da farinha de melão-de-são-caetano, durante cinco dias seguidos, entre 09 e 13 de junho de 2026. A farinha foi misturada à água potável e administrada diretamente por via oral. Ao longo do período experimental, foram realizadas observações diárias do estado geral, comportamento alimentar, possíveis sinais clínicos adversos. 2.4 Avaliação parasitológica – OPG A carga parasitária foi acompanhada por meio da contagem de ovos por grama de fezes (OPG), realizada antes e depois do tratamento. Para isso, utilizou-se a técnica modificada de Gordon e Whitlock, conforme Ueno e Gonçalves (1998). As fezes foram coletadas diretamente do reto dos animais e analisadas pelo método de McMaster, com os resultados apresentados em ovos por grama de fezes, contendo 90,75 de eficácia (OPG^1-OPG^2/OPG^1x100). O fator de multiplicação foi definido de acordo com as quantidades de fezes e de solução empregadas no procedimento. 2.5 Avaliação hematológica As amostras sanguíneas foram obtidas por punção da veia jugular e acondicionadas em tubos contendo EDTA como anticoagulante. Entre os parâmetros hematológicos, foi considerado o hematócrito (Ht), determinado por método de centrifugação e contagem celular. As análises foram conduzidas no Laboratório de Parasitologia Animal (LAPAN) da UFRN.

Resultados e Discussões

O fornecimento da farinha de melão-de-são-caetano durante cinco dias promoveu respostas positivas nos aspectos parasitológicos, hematológicos e clínicos das matrizes avaliadas. Na análise do OPG, observou-se que a maioria dos animais apresentavam ovos no início do experimento. Após o período de tratamento, todos os animais avaliados apresentaram resultado igual a zero, indicando ausência de ovos nas amostras analisadas. Esse resultado demonstra uma resposta positiva ao tratamento, evidenciando que o uso da Momordica charantia apresentou resultados satisfatórios na redução da carga parasitária dos animais avaliados. Dessa forma, o tratamento contribuiu para a eliminação dos ovos detectados inicialmente, indicando um efeito antiparasitário e ótimos resultados nas condições do experimento. Esse resultado sugere que a suplementação com a planta não provocou prejuízo aparente à condição nutricional das matrizes. Na avaliação pelo método FAMACHA, Não foi observados quadros graves de anemia. O hematócrito não apresentou resultados significativos após o período de tratamento. A média inicial foi de 21%, enquanto a média final foi de 28%, representando um aumento médio de 7 pontos percentual. Dessa forma, os resultados indicam que o tratamento não promoveu alteração expressiva nos valores de hematócrito dos animais avaliados. Dessa forma, não foi possível evidenciar uma evolução significativa desse parâmetro sanguíneo nos animais. De maneira geral, os resultados reforçam a possibilidade de utilização do melão-de-são-caetano como recurso fitoterápico auxiliar no controle de verminoses gastrintestinais em ovinos. Entretanto, como a redução observada foi parcial, a planta não deve ser entendida como substituta

dos anti-helmínticos comerciais. Seu uso deve estar associado a outras medidas sanitárias, como manejo adequado das pastagens, utilização estratégica de medicamentos e outras alternativas de controle. A manutenção ou melhora dos valores de hematócrito e do FAMACHA, demonstra que a suplementação não comprometeu os parâmetros acompanhados durante o período experimental. Esses resultados são compatíveis com estudos que apontam o potencial de plantas bioativas no auxílio ao controle de parasitas. Apesar dos resultados considerados promissores, são necessários novos experimentos para esclarecer a ação da Momordica charantia em ovinos. Estudos futuros podem comparar diferentes doses, formas de processamento e períodos de fornecimento, e avaliar outros indicadores de saúde e desempenho.

Conclusão

A farinha de melão-de-são-caetano demonstrou potencial para atuar como ferramenta complementar no manejo das verminoses gastrintestinais de ovinos, apresentando redução da eliminação de ovos nos animais positivos e sem evidências de efeitos adversos aparentes durante o período avaliado. Contudo, os resultados indicam apenas uma ação parcial, sendo inadequado considerar a planta como única forma de tratamento. Recomenda-se a realização de pesquisas com, diferentes concentrações e períodos de administração mais extensos, a fim de estabelecer com maior segurança sua eficácia, e possíveis aplicações na produção de ruminantes.

Referências

AL-FATIMI, M.; WURSTER, M.; SCHRÖDER, G.; LINDEQUIST, U. Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activities of selected medicinal plants from Yemen. Journal of Ethnopharmacology, v. 241, p. 111871, 2019. ATHANASIADOU, S.; GITHIORI, J.; KYRIAZAKIS, I. Medicinal plants for helminth parasite control: facts and fiction. Animal, v. 1, n. 9, p. 1392-1400, 2007. COSTA, C. T. C.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, S. M.; et al. Anthelmintic activity of Azadirachta indica A. Juss. against sheep gastrointestinal nematodes. Veterinary Parasitology, v. 155, n. 1-2, p. 1-7, 2008. KAPLAN, R. M.; VIDYASHANKAR, A. N. An inconvenient truth: Global worming and anthelmintic resistance. Veterinary Parasitology, v. 186, n. 1-2, p. 70-78, 2012. MOLENTO, M. B. et al. Alternatives for the control of gastrointestinal nematodes in ruminants. Brazilian Journal of Veterinary Parasitology, v. 20, n. 4, p. 295-304, 2011. SIVAKUMAR, R.; RAJAN, M. K.; RAJAN, S. Anthelmintic activity of Momordica charantia Linn fruit extracts against Pheretima posthuma. International Journal of Drug Development and Research, v. 3, n. 4, p. 139-145, 2011. VIEIRA, L. S.; CAVALCANTE, A. C. R.; CHAGAS, A. C. S. Controle alternativo de endoparasitos de pequenos ruminantes. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 19, supl. 1, p. 62-70, 2010.

Anexos



CÓDIGO: SB0963

AUTOR: LAURA BEATRIZ LINO VIEIRA

ORIENTADOR: VIVIANY LUCIA FERNANDES DOS SANTOS

TÍTULO: Perfil, sustentabilidade e desafios de produtores de bovinos no Rio Grande do Norte

Resumo

A bovinocultura no Rio Grande do Norte é desenvolvida em sistemas produtivos heterogêneos e está sujeita a desafios econômicos, sociais, ambientais e de manejo. Objetivou-se caracterizar produtores de bovinos no estado quanto ao perfil sociodemográfico, às características dos sistemas produtivos, às práticas de sustentabilidade e aos principais desafios e demandas por políticas públicas. Foi realizado levantamento exploratório com 11 produtores, por meio de questionário estruturado, seguido de análise estatística descritiva e análise temática das questões abertas. A idade dos participantes variou de 21 a 65 anos, e os rebanhos, de 4 a 180 animais. Sistemas extensivos e semi-intensivos representaram, cada um, 36,4% dos casos, enquanto os intensivos corresponderam a 27,3%. A falta de mão de obra foi o principal desafio relatado (72,7%), seguida pelo baixo preço do leite (54,5%), doenças nos animais (45,5%) e dificuldades com alimentação (36,4%). A reutilização de dejetos como adubo foi relatada por 90,9% dos produtores, enquanto 72,7% não conheciam o ABC+RN. As principais demandas concentraram-se em incentivos governamentais e fiscais, melhoria da informação e apoio à atividade. Os resultados indicam que a sustentabilidade da bovinocultura depende da articulação entre viabilidade econômica, capacitação, assistência técnica, acesso à informação e políticas públicas adequadas às condições dos produtores.

Palavras-chave: Manejo. Produção leiteira. Pecuária.

TITLE: Profile, Sustainability and Challenges of Cattle Producers in Rio Grande do Norte.

Abstract

Cattle farming in Rio Grande do Norte is developed under heterogeneous production systems and is subject to economic, social, environmental, and management challenges. This study aimed to characterize cattle producers in the state regarding their sociodemographic profile, production system characteristics, sustainability practices, and main challenges and demands for public policies. An exploratory survey was conducted with 11 producers using a structured questionnaire, followed by descriptive statistical analysis and thematic analysis of open-ended questions. Participants ranged in age from 21 to 65 years, while herd sizes ranged from 4 to 180 animals. Extensive and semi-intensive systems each accounted for 36.4% of the cases, whereas intensive systems represented 27.3%. The lack of labor was the main challenge reported (72.7%), followed by low milk prices (54.5%), animal diseases (45.5%), and feeding difficulties (36.4%). The reuse of animal waste as fertilizer was reported by 90.9% of the producers, while 72.7% were unaware of the ABC+RN Plan. The main demands focused on government and tax incentives, improved access to information, and support for the activity. The results indicate that the sustainability of cattle farming depends on the integration of economic viability, training, technical assistance, access to information, and public policies adapted to producers' conditions.

Keywords: Management. Milk production. Livestock.

Introdução

A bovinocultura constitui importante atividade do setor agropecuário brasileiro, contribuindo para a produção de alimentos, geração de renda no meio rural. No Rio Grande do Norte, a atividade é desenvolvida em sistemas produtivos heterogêneos, que diferem quanto ao tamanho dos rebanhos, manejo, alimentação, reprodução, infraestrutura e tecnificação.

A produção bovina está diretamente relacionada à adoção de práticas adequadas de manejo, alimentação, reprodução, sanidade e controle zootécnico. Nesse contexto, o acompanhamento técnico apresenta importância para o planejamento das atividades, identificação das necessidades do rebanho e definição de estratégias para melhoria da produção. A organização das informações da propriedade também representa ferramenta relevante para a gestão rural, permitindo acompanhar dados do rebanho, da produção, do manejo e das dificuldades do sistema produtivo.

A heterogeneidade dos sistemas de produção torna a caracterização dos produtores e das propriedades uma etapa importante para o diagnóstico da atividade. O levantamento de informações sobre rebanho, alimentação, instalações, manejo, produção e disponibilidade de recursos permite identificar características e limitações específicas de cada sistema e subsidiar o planejamento das atividades produtivas (KICHEL et al., 2011). O acompanhamento dos registros também pode favorecer a tomada de decisão quando associado à orientação técnica.

As condições edafoclimáticas do Nordeste constituem fator adicional de complexidade para a bovinocultura. A irregularidade das precipitações e os períodos prolongados de estiagem podem comprometer a disponibilidade de forragem e água, aumentando os

custos relacionados à alimentação e exigindo estratégias de planejamento e adaptação. A Embrapa destaca que o desenvolvimento da atividade leiteira na região está associado à utilização de tecnologias adequadas às condições locais, ao planejamento alimentar e à avaliação dos custos de produção (EMBRAPA, 2019).

A bovinocultura no Rio Grande do Norte apresenta dificuldades relacionadas à alimentação, aos períodos de estiagem, aos custos elevados dos insumos, à comercialização do leite e à necessidade de acompanhamento técnico. Estudos realizados na região Seridó potiguar apontaram problemas relacionados aos custos de produção, ao preço dos produtos, ao controle da atividade e à sustentabilidade dos sistemas produtivos. Na cadeia do leite no Seridó do RN, foram observadas dificuldades na manutenção da rentabilidade das propriedades (COSTA et al., 2015).

Nesse cenário, a assistência técnica e a extensão rural apresentam papel relevante na orientação dos produtores e na disseminação de conhecimentos e tecnologias. O Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária (ABC+ 2020–2030) estabelece como objetivos o estímulo à adoção e manutenção de sistemas produtivos sustentáveis, o aumento da produtividade e da renda e o fortalecimento das ações de transferência e difusão de tecnologias, capacitação e assistência técnica (BRASIL, 2023). Assim, a assistência técnica pode representar importante mecanismo para aproximar o conhecimento técnico das condições enfrentadas pelos produtores.

No âmbito estadual, o Plano ABC+RN 2020–2030 foi estruturado considerando as particularidades da agropecuária potiguar. O documento reconhece a necessidade de adequação das tecnologias à realidade local e de mobilização de técnicos e produtores para sua adoção. Também destaca a importância de estratégias relacionadas à adaptação às condições climáticas e à disponibilidade de água (RIO GRANDE DO NORTE, 2024).

Nesse contexto, objetivou-se caracterizar, de forma exploratória, produtores de bovinos no Rio Grande do Norte quanto ao perfil sociodemográfico, às características dos sistemas produtivos, às práticas relacionadas à sustentabilidade e aos principais desafios e demandas identificados na atividade.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido com 11 produtores de bovinos, no Rio Grande do Norte. Foi utilizado um questionário estruturado composto por questões fechadas, semi fechadas e abertas, abrangendo características sociodemográficas, estrutura produtiva, manejo alimentar e reprodutivo, sanidade, qualidade do leite, infraestrutura, conectividade, gestão zootécnica, assistência técnica, sustentabilidade, conhecimento de políticas públicas e percepção dos produtores.

Foi realizada análise estatística descritiva, com frequências absolutas e relativas para variáveis categóricas e média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo para

variáveis quantitativas. Questões de resposta múltipla foram tratadas de forma independente, permitindo que um mesmo participante fosse contabilizado em mais de uma categoria. Para as questões abertas, realizou-se análise temática exploratória, agrupando respostas semanticamente semelhantes em categorias construídas a posteriori. Como as categorias podem se sobrepor, seus percentuais não necessariamente somam 100%.

Os produtores foram anonimizados e identificados como P1 a P11. Foi construída uma matriz analítica individual cruzando as seguintes dimensões: sistema de criação × tamanho do rebanho × alimentação × reprodução × produção × assistência técnica × tecnologia × sustentabilidade × desafios × políticas públicas.

A análise teve como finalidade identificar combinações e contrastes entre as diferentes dimensões investigadas.

Não foram aplicados testes de significância ou modelos inferenciais, considerando o tamanho reduzido da amostra e o caráter exploratório do levantamento. Do mesmo modo, os cruzamentos entre sistema de criação e indicadores de tecnologia, assistência e políticas públicas foram interpretados apenas como padrões descritivos, sem inferência causal.

A questão referente à produção diária de leite apresentou respostas heterogêneas, com diferentes formas de registro e algumas respostas incompatíveis com a unidade solicitada. Por esse motivo, não foi calculada produtividade média do leite nem produção por vaca a partir dessa questão, evitando a geração de estimativas potencialmente enviesadas.

Resultados e Discussões

O estudo foi desenvolvido com 11 produtores de bovinos, no Rio Grande do Norte. Foi utilizado um questionário estruturado composto por questões fechadas, semi fechadas e abertas, abrangendo características sociodemográficas, estrutura produtiva, manejo alimentar e reprodutivo, sanidade, qualidade do leite, infraestrutura, conectividade, gestão zootécnica, assistência técnica, sustentabilidade, conhecimento de políticas públicas e percepção dos produtores.

Foi realizada análise estatística descritiva, com frequências absolutas e relativas para variáveis categóricas e média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo para variáveis quantitativas. Questões de resposta múltipla foram tratadas de forma independente, permitindo que um mesmo participante fosse contabilizado em mais de uma categoria. Para as questões abertas, realizou-se análise temática exploratória, agrupando respostas semanticamente semelhantes em categorias construídas a posteriori. Como as categorias podem se sobrepor, seus percentuais não necessariamente somam 100%.

Os produtores foram anonimizados e identificados como P1 a P11. Foi construída uma matriz analítica individual cruzando as seguintes dimensões: sistema de criação × tamanho do rebanho × alimentação × reprodução × produção × assistência técnica × tecnologia × sustentabilidade × desafios × políticas públicas.

A análise teve como finalidade identificar combinações e contrastes entre as diferentes dimensões investigadas.

Não foram aplicados testes de significância ou modelos inferenciais, considerando o tamanho reduzido da amostra e o caráter exploratório do levantamento. Do mesmo modo, os cruzamentos entre sistema de criação e indicadores de tecnologia, assistência e políticas públicas foram interpretados apenas como padrões descritivos, sem inferência causal.

A questão referente à produção diária de leite apresentou respostas heterogêneas, com diferentes formas de registro e algumas respostas incompatíveis com a unidade solicitada. Por esse motivo, não foi calculada produtividade média do leite nem produção por vaca a partir dessa questão, evitando a geração de estimativas potencialmente enviesadas.

Resultados e discussão

A idade dos(as) produtores(as) variou entre 21 e 65 anos, com média de 46,3 anos, mediana de 45 anos e desvio-padrão de 11,0 anos. A mediana do rebanho foi de 40 animais, com grande amplitude entre propriedades (4 a 180 cabeças), evidenciando heterogeneidade estrutural entre os sistemas estudados (Tabela 1).

A maioria dos participantes era do sexo masculino (81,8%), enquanto duas participantes eram do sexo feminino. Quanto à escolaridade, seis produtores possuíam curso superior, três haviam concluído o ensino médio e dois apresentavam ensino fundamental. A experiência na atividade também foi expressiva: oito dos 11 produtores trabalhavam com bovinos havia pelo menos dez anos (Tabela 2).

Entre os 11 produtores analisados, quatro (36,4%) classificaram seus sistemas como extensivos, quatro (36,4%) como semi-intensivos e três (27,3%) como intensivos. Os rebanhos variaram de 4 a 180 animais, evidenciando importante heterogeneidade entre os casos (Tabela 1.).

Os resultados evidenciam elevada heterogeneidade entre os produtores investigados, tanto em idade quanto no tamanho dos rebanhos e no nível de intensificação dos sistemas. A amplitude de 4 a 180 animais e a distribuição entre sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos indicam que os participantes representam situações produtivas distintas, nas quais as estratégias de manejo e as necessidades de apoio tendem a variar. Essa heterogeneidade reforça a importância de diagnósticos específicos para orientar ações de assistência técnica e planejamento, em vez da adoção de soluções uniformes para diferentes realidades produtivas. Kichel et al. (2011) destacam que o diagnóstico da propriedade constitui etapa fundamental para o planejamento, pois permite reconhecer limitações e potencialidades do sistema.

A predominância masculina (81,8%) e a expressiva experiência na atividade, com 72,7% dos produtores atuando com bovinos há pelo menos dez anos, sugerem a presença de conhecimento acumulado sobre a produção. Entretanto, experiência prática não elimina a necessidade de atualização e apoio técnico, sobretudo diante de mudanças nos custos, nas exigências de mercado, nas condições climáticas e nas possibilidades tecnológicas. A escolaridade também apresentou heterogeneidade, com 54,5% dos participantes possuindo formação superior. Embora o presente estudo não permita estabelecer relações causais, a literatura indica que escolaridade, assistência técnica, crédito, equipamentos e características da propriedade estão entre os fatores associados à adoção de tecnologias no setor agropecuário (PROCÓPIO; BINOTTO; PEREIRA, 2024).

A falta de mão de obra foi o desafio mais frequente, seguida pelo preço baixo do leite e pelas doenças dos animais. As dificuldades com alimentação também foram relevantes, indicando que os principais gargalos percebidos pelos produtores combinam fatores de trabalho, rentabilidade, sanidade e alimentação (Tabela 3).

A falta de mão de obra foi o principal desafio apontado (72,7%), superando os demais problemas investigados. Esse resultado amplia a discussão sobre os gargalos da atividade, pois evidencia que a sustentabilidade do sistema não depende apenas da disponibilidade de recursos produtivos, mas também da capacidade de manter a força de trabalho necessária às rotinas da propriedade. A escassez de trabalhadores pode estimular a busca por tecnologias poupadoras de mão de obra, mas sua adoção precisa considerar custo, facilidade de uso, compatibilidade com o sistema e capacidade de acompanhamento técnico. Procópio, Binotto e Pereira (2024) ressaltam que a adoção tecnológica é um fenômeno multidimensional, condicionado também por recursos econômicos e acesso à informação e assistência técnica. Assim, a tecnologia não deve ser apresentada como solução isolada, mas como parte de uma estratégia de gestão adequada à realidade de cada produtor.

Esse resultado merece atenção porque a discussão sobre modernização tecnológica frequentemente enfatiza equipamentos, conectividade e produtividade, enquanto os produtores indicaram um problema relacionado diretamente à disponibilidade de pessoas para realização das atividades.

A dificuldade de contratação e permanência de trabalhadores pode aumentar o interesse por tecnologias capazes de reduzir tarefas repetitivas, melhorar o monitoramento e aumentar a eficiência do trabalho.

O baixo preço do leite também apareceu como desafio relevante, indicando que a adoção de tecnologias não pode ser discutida isoladamente das condições econômicas da atividade.

O baixo preço do leite, relatado por 54,5% dos participantes, reforça a dimensão econômica dos desafios identificados. Esse resultado é coerente com evidências anteriores do Rio Grande do Norte. Costa et al. (2015), ao analisarem a cadeia do leite na região do Seridó, identificaram dificuldades relacionadas ao controle de custos e à rentabilidade da atividade, mostrando que a viabilidade econômica é componente central para a permanência dos pequenos produtores na produção leiteira. No presente estudo, a dificuldade de comercialização também foi mencionada por 18,2% dos

participantes, enquanto 45,5% apontaram preço do leite, incentivos e renda como prioridades para melhorar a atividade. Em conjunto, esses achados sugerem que iniciativas de modernização produtiva precisam estar associadas a estratégias de redução de custos, organização da produção, acesso a mercados e fortalecimento da renda.

As doenças dos animais (45,5%) e as dificuldades com alimentação (36,4%) também figuraram entre os principais entraves. Esses resultados são particularmente relevantes em sistemas submetidos a condições climáticas restritivas, nos quais a disponibilidade de água e forragem pode variar ao longo do ano. A Embrapa (2019) destaca a necessidade de planejamento alimentar e de tecnologias compatíveis com as condições do Nordeste. Portanto, ações de assistência técnica devem integrar manejo alimentar, planejamento forrageiro e sanidade, evitando tratar esses componentes de forma isolada.

Tecnologias que demandam alto investimento podem ser pouco acessíveis quando os produtores enfrentam margens reduzidas e incertezas sobre o retorno econômico.

Nesse sentido, o desenvolvimento tecnológico precisa considerar não apenas a capacidade técnica das soluções, mas também sua acessibilidade, facilidade de uso e compatibilidade com sistemas produtivos heterogêneos.

A sustentabilidade foi associada principalmente à conservação dos recursos naturais, seguida pela redução de custos e aumento da lucratividade (Tabela 5). Algumas respostas relacionaram diretamente as práticas ao manejo de pastagens e ao aproveitamento de água de lavagem. Dois participantes não apresentaram resposta substantiva à questão, indicando que o conhecimento conceitual sobre sustentabilidade ainda não é uniforme entre os entrevistados.

A reutilização de dejetos como adubo foi relatada por 10 produtores, constituindo a prática relacionada à sustentabilidade mais frequente. Em contrapartida, as práticas específicas de economia ou reuso da água foram menos frequentes, e apenas três produtores declararam conhecer o Plano ABC+RN.

A percepção de sustentabilidade apresentou caráter predominantemente ambiental: 54,5% dos produtores associaram o conceito à conservação ambiental e dos recursos naturais. Também foram citadas redução de custos e lucratividade (27,3%), melhoria do pasto (18,2%) e produtividade (9,1%). Essa diversidade de respostas é relevante porque demonstra que os produtores não compreendem sustentabilidade exclusivamente como conservação ambiental, mas também a relacionam à permanência econômica da atividade. Essa perspectiva é compatível com a abordagem do ABC+, que busca articular produtividade, resiliência, adaptação climática e redução da emissão de carbono na agropecuária (BRASIL, 2023).

A reutilização de dejetos como adubo foi relatada por 90,9% dos produtores, constituindo a prática sustentável mais frequente. Esse resultado indica a existência de uma prática de aproveitamento de recursos já incorporada ao cotidiano das propriedades. Entretanto, a ocorrência de uma prática isolada não permite concluir que os sistemas sejam sustentáveis em seu conjunto. A sustentabilidade envolve dimensões

econômicas, sociais e ambientais, e sua consolidação requer combinação de práticas, planejamento e condições estruturais favoráveis. No Semiárido, limitações relacionadas à água, terra, crédito e conhecimento podem restringir avanços na adoção de práticas sustentáveis, tornando necessárias ações articuladas de desenvolvimento rural (SILVA et al., 2020).

Um dos resultados mais expressivos foi o baixo conhecimento sobre o ABC+RN: apenas três produtores declararam conhecer o plano, enquanto oito (72,7%) não o conheciam. Esse achado é importante porque revela uma possível distância entre a existência de instrumentos de política pública e o conhecimento dos potenciais beneficiários. O ABC+RN foi estruturado para considerar as particularidades da agropecuária potiguar e contempla estratégias de adaptação à mudança do clima e de baixa emissão de carbono (RIO GRANDE DO NORTE, 2024). Dessa forma, a baixa familiaridade observada entre os participantes aponta para a necessidade de fortalecer ações de divulgação, capacitação e assistência técnica que traduzam as políticas públicas em informações acessíveis e aplicáveis às propriedades.

As sugestões para políticas públicas concentraram-se em incentivos governamentais e fiscais, projetos de apoio e melhoria da divulgação das informações. Também foram mencionadas assistência técnica mais acessível, valorização do preço do leite e redução dos custos dos insumos. Dois participantes não souberam responder à questão (Tabela 6). A predominância de solicitações relacionadas a incentivos demonstra que os produtores identificam limitações econômicas como importante obstáculo à melhoria dos sistemas. Ao mesmo tempo, a demanda por informação evidencia que a existência das políticas não é suficiente: é necessário que os produtores conheçam os programas, critérios de acesso e possibilidades de apoio.

Evidências no Semiárido brasileiro mostram que a assistência técnica e extensão rural podem contribuir para resultados produtivos e de renda, especialmente quando articuladas a recursos de fomento (DELGROSSI et al., 2024). Assim, políticas públicas voltadas à bovinocultura podem produzir maior efeito quando combinam orientação continuada, capacitação, acesso a crédito ou fomento e estratégias de inserção econômica.

A melhoria do preço do leite e a criação de incentivos apareceram como principal eixo de mudança desejada. Alimentação e produção de silagem também foram mencionadas, além de infraestrutura, assistência técnica, novas tecnologias e valorização de produtos artesanais. As respostas reforçam que a percepção de melhoria da atividade está fortemente associada à viabilidade econômica (Tabela 7).

Os resultados também devem ser interpretados à luz da hipótese exploratória apresentada no estudo. O levantamento identificou demandas por assistência técnica, tecnologia e informação, além de diferentes práticas de sustentabilidade; contudo, em razão do número reduzido de participantes e do caráter exclusivamente descritivo da análise, não é possível confirmar associação entre acesso à assistência técnica e maior diversidade de práticas de manejo ou sustentabilidade. Esse limite não reduz o valor do diagnóstico, mas define seu alcance: os dados permitem identificar padrões e demandas entre os participantes, sem extrapolá-los para toda a bovinocultura potiguar.

De forma integrada, os achados indicam que os principais desafios da bovinocultura estudada são interdependentes. A escassez de mão de obra pode aumentar a demanda por tecnologias; entretanto, a adoção tecnológica depende de condições econômicas, conhecimento e assistência. Da mesma forma, a adoção de práticas sustentáveis pode contribuir para o uso mais eficiente dos recursos, mas requer informação, planejamento e condições de investimento. O fortalecimento da atividade, portanto, demanda estratégias que articulem viabilidade econômica, manejo, sanidade, alimentação, qualificação, assistência técnica e políticas públicas. Para os produtores investigados, o caminho para maior sustentabilidade não parece estar associado a uma única tecnologia ou prática, mas à combinação de soluções compatíveis com as características de cada sistema.

Conclusão

Os principais desafios relatados pelos produtores foram a falta de mão de obra, o baixo preço do leite, as doenças dos animais e as dificuldades relacionadas à alimentação.

A reutilização de dejetos como adubo foi uma prática frequente, demonstrando a presença de ações com potencial sustentável nas propriedades. Entretanto, o conhecimento sobre o ABC+RN foi limitado entre os participantes.

A sustentabilidade foi associada principalmente à conservação ambiental e dos recursos naturais, mas também à redução de custos e à lucratividade. As principais demandas por políticas públicas estiveram relacionadas a incentivos governamentais, fiscais e projetos de apoio.

Os resultados reforçam a importância de ações integradas envolvendo assistência técnica, capacitação, informação, políticas públicas e apoio econômico. A dimensão social da bovinocultura também deve ser considerada em estratégias de desenvolvimento da atividade.

Considerando o reduzido tamanho da amostra, os resultados são exploratórios e não devem ser generalizados para todo o estado. Estudos posteriores com maior número de produtores poderão aprofundar a relação entre sustentabilidade, viabilidade econômica, assistência técnica e políticas públicas.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Plano ABC+: Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária, com vistas ao Desenvolvimento Sustentável (2020–2030). Brasília, DF: MAPA, 2023.

COSTA, Valeska de Sousa; ASSUNÇÃO, Amanda Borges de Albuquerque; COSTA, Magno Marcos Bezerra da; CHACON, Márcia Josienne Monteiro. Análise de custos a partir da cadeia do valor do leite e seus derivados na região Seridó do Rio Grande do Norte. Revista Ambiente Contábil, Natal, v. 7, n. 1, p. 89-108, 2015.

DELGROSSI, Mauro Eduardo; VIEIRA, Ludgero Cardoso Galli; AVILA, Marcelo Luiz; VALENCIA PERAFÁN, María Eugenia; MIRANDA FILHO, Roberto José. O impacto da assistência técnica e extensão rural para os agricultores familiares pobres: o caso do Programa Dom Hélder Câmara II. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 62, n. 2, e271282, 2024. DOI:https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.271282pt.

EMBRAPA. Anuário Leite 2019: leite no Nordeste: potencial indica boas perspectivas. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; VERZIGNASSI, J. R.; QUEIROZ, H. P. Diagnóstico para o planejamento da propriedade. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. 42 p. (Documentos, 182).

PROCÓPIO, Diego Pierotti; BINOTTO, Erlaine; PEREIRA, Matheus Wemerson Gomes. Fatores associados à adoção de tecnologia no setor agropecuário. Revista Eletrônica de Administração, Porto Alegre, v. 30, n. 1, 2024. DOI:https://doi.org/10.1590/1413-2311.396.127244.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado da Agricultura, da Pecuária e da Pesca. Plano Estadual para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária do Rio Grande do Norte – ABC+RN 2020–2030. Natal: SAPE/RN, 2024.

SILVA, Roberto Marinho Alves da; AQUINO, Joacir Rufino de; COSTA, Fernando Bastos; NUNES, Emanoel Márcio. Características produtivas e socioambientais da agricultura familiar no Semiárido brasileiro: evidências a partir do Censo Agropecuário de 2017. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 55, p. 314-338, 2020. DOI:https://doi.org/10.5380/dma.v55i0.73745.

Anexos



TABELAS DE RESULTADOS.

CÓDIGO: SB1005

AUTOR: GISELLE CRISTINNE DA TRINDADE COÊLHO

COAUTOR: MARIA EDUARDA RODRIGUES DOS SANTOS

COAUTOR: DANIELLE CAVALCANTI SALLES

COAUTOR: EMMANUELLA DE OLIVEIRA MOURA ARAÚJO

ORIENTADOR: ADRIANO HENRIQUE DO NASCIMENTO RANGEL

TÍTULO: Prevalência do genótipo A2A2 da Beta-Caseína em rebanhos leiteiros da Serra De Santana/RN

Resumo

This study aimed to identify cows producing A2 beta-casein within the scope of the A2 Milk Project – Serra de Santana/RN, conducted by the Milk Quality Laboratory at the Federal University of Rio Grande do Norte (LABOLEITE/UFRN) since May 2025. Laboratory analysis results from 238 milk samples—collected from Holstein-predominant herds on farms in the municipality of Tenente Laurentino Cruz, RN—were evaluated. The samples underwent a rapid A2 milk test based on lateral flow immunochromatography (Scienco Biotech, Brazil). A total of 118 dairy cows tested positive for the A2 variant (49.58%). The cows were individually identified using specific ear tags, and producers received analysis reports and certificates for each animal. The high percentage of positive animals confirms the technical and commercial viability of A2 milk production in the region, underscoring the importance of continuing the project to strengthen local dairy farming. The methodology employed enables efficient herd screening and provides strategic support for production organization, genetic improvement, and value addition within the regional dairy supply chain.

Palavras-chave: Beta-caseína; Rastreabilidade; Leite A2.

TITLE: Prevalence of the Beta-Casein A2A2 genotype in dairy herds in Serra de Santana, Rio Grande do Norte (RN)

Abstract

This study aimed to identify cows producing A2 beta-casein within the scope of the A2 Milk Project – Serra de Santana/RN, conducted by the Milk Quality Laboratory at the Federal University of Rio Grande do Norte (LABOLEITE/UFRN) since May 2025.

Laboratory analysis results from 238 milk samples—collected from Holstein-predominant herds on farms in the municipality of Tenente Laurentino Cruz, RN—were evaluated. The samples underwent a rapid A2 milk test based on lateral flow immunochromatography (Scienco Biotech, Brazil). A total of 118 dairy cows tested positive for the A2 variant (49.58%). The cows were individually identified using specific ear tags, and producers received analysis reports and certificates for each animal. The high percentage of positive animals confirms the technical and commercial viability of A2 milk production in the region, underscoring the importance of continuing the project to strengthen local dairy farming. The methodology employed enables efficient herd screening and provides strategic support for production organization, genetic improvement, and value addition within the regional dairy supply chain.

Keywords: Beta-casein; Traceability; A2 Milk.

Introdução

Introdução

O leite bovino é um alimento de alto valor nutricional, sendo uma importante fonte de proteínas, gorduras, minerais e vitaminas. Dentre as proteínas lácteas, a β-caseína aparece como uma das frações maiores, ocorrendo predominantemente sob as variantes genéticas A1 e A2 (Woodward et al., 2014). A diferença entre elas está em um aminoácido na sua estrutura e isso muda a forma como o corpo humano faz a digestão. Durante a digestão da β-caseína A1, a presença de histidina na posição 67 permite a clivagem enzimática que libera o peptídeo β-casomorfina-7 (BCM-7), associado a desconfortos digestivos e indicativo de alergia à proteína do leite. Já na digestão da β-caseína A2, a prolina presente na posição 67 da cadeia impede a clivagem enzimática no mesmo ponto em que ocorre na β-caseína A1, de modo que não há liberação da beta-casomorfina-7 (BCM-7) peptídeo associado a efeitos pró-inflamatórios no trato gastrointestinal (Barbosa et al., 2019).

É importante mencionar que o leite A2 não é necessariamente um produto sem lactose. A diferença entre o leite A2 e o leite convencional está relacionada à variante da β-caseína, enquanto a intolerância à lactose está associada à dificuldade de digestão da lactose, que é o açúcar natural do leite. Portanto, o leite A2 pode ser uma alternativa para alguns consumidores que relatam desconforto relacionado ao leite convencional, mas não necessariamente como produto indicado para pessoas com intolerância à lactose (Santos; Antunes, 2019).

A identificação dos animais pode ser realizada por testes rápidos imunocromatográficos diretamente no leite, possibilitando uma triagem ágil e de baixo custo em comparação com estratégias exclusivamente baseadas em análises genéticas dos rebanhos.

O Laboratório de Qualidade do Leite da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (LABOLEITE/UFRN) desenvolve o “Projeto Leite A2 – Serra de Santana/RN”. A iniciativa busca identificar vacas produtoras de leite A2 na microrregião da Serra de Santana, localidade do Rio Grande do Norte com alta concentração de rebanhos

geneticamente melhorados para a produção e qualidade do leite, incluindo o uso de semên de touros selecionados para o alelo A2 da beta caseína. O projeto identifica as vacas que produzem leite A2 com brincos exclusivos, contendo identificação para A2, e os produtores recebem laudo e certificado emitidos pelo LABOLEITE/UFRN. A identificação dos animais A2 oferece maior transparência aos produtores, às indústrias e aos consumidores, contribuindo para a valorização dos rebanhos leiteiros da Serra de Santana. Além disso, a iniciativa pode fortalecer a diferenciação dos produtos lácteos regionais e ampliar as possibilidades de agregação de valor à cadeia produtiva do leite (Rangel et al., 2021).

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi identificar vacas leiteiras produtoras de leite A2 em rebanhos comerciais da Serra de Santana/RN.

Metodologia

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido no LABOLEITE/UFRN a partir dos resultados da análise laboratorial de 238 amostras de leite amostras de leite de rebanhos com predominância da raça Holandesa de propriedades do município de Tenente Laurentino Cruz/RN, vinculadas ao projeto Leite A2 - Serra de Santana, analisadas entre maio de 2025 a agosto de 2026.

Os procedimentos de coleta, acondicionamento e análise das amostras de leite para a identificação da presença das variantes da beta-caseína A2, foram de acordo com as recomendações da International Dairy Federation (1996) e do LABOLEITE/UFRN. As coletas foram realizadas durante a ordenha matinal. As amostras foram obtidas em frascos estéreis de 40 mL, que foram mantidos sob refrigeração (7 °C) até a análise.

A detecção da variante A2 da proteína beta-caseína foi realizada por meio de teste rápido de imunocromatografia lateral (Teste Rápido Leite A2, Scienco Biotech), seguindo estritamente as instruções do fabricante. O método baseia-se na reação antígeno-anticorpo a partir de uma gota de leite, com leitura visual direta após 20 minutos. O resultado é determinado pela quantidade de linhas: o surgimento de duas linhas indica a beta-caseína A2, enquanto uma linha indica a beta-caseína A1.

Os resultados foram compilados para obtenção da frequência de animais positivos para Leite A2.

Resultados e Discussões

Resultados e Discussão

Foram identificadas 118 vacas positivas (49,58%) para a presença da beta-caseína A2 dentre os 238 animais avaliados pelo“Projeto Leite A2 – Serra de Santana/RN” no período do estudo. A contagem foi realizada considerando cada animal uma única vez, sem repetir o teste. Cada vaca recebeu um brinco exclusivo com identificação individual para facilitar o controle dos animais vinculados ao Projeto Leite A2.

A identificação dos animais permite relacionar cada vaca ao resultado do teste realizado no leite e aos registros do projeto. Quando associada à emissão de laudo, certificado e brinco específico, essa identificação contribui para o melhor controle zootécnico dos animais positivos e sua prole, e para a organização dos dados históricos dos rebanhos produtores de leite A2 na região. A diferenciação dos animais permite organizar o rebanho, acompanhar individualmente os resultados dos testes e selecionar animais com potencial para participar de programas de melhoramento genético voltados à produção de leite com beta-caseína A2.

A identificação apresenta importância estratégica para os produtores, para as indústrias e para toda a cadeia produtiva do leite. Para os produtores, a identificação individual possibilita maior controle sobre os animais positivos, facilitando o planejamento reprodutivo e a escolha de matrizes e reprodutores.

Com o acompanhamento dos animais e a confirmação dos resultados por testes genéticos, torna-se possível aumentar gradualmente a frequência de animais A2A2 no rebanho. Esse processo pode contribuir para a formação de rebanhos especializados e para a produção de um alimento com características diferenciadas no mercado. A produção de leite A2 pode representar uma estratégia de agregação de valor para os produtores, pois permite diferenciar o produto em relação ao leite convencional. Estudo sobre a cadeia do leite A2 no Brasil apontou que essa produção pode funcionar como uma estratégia de aprimoramento da cadeia e de acesso a segmentos de alimentos com maior valor agregado. No entanto, os autores também destacam que o mercado ainda apresenta custos de implantação, necessidade de controle e retorno financeiro incerto, sendo necessária uma avaliação econômica antes da adesão dos produtores (Conceição et al., 2022).

No contexto da Serra de Santana, a continuidade na identificação das vacas positivas pode contribuir para a formação de uma base regional de animais produtores de leite A2. Essa base poderá ser utilizada para acompanhar a evolução dos rebanhos, selecionar animais para reprodução, identificar propriedades com maior potencial produtivo e estruturar uma cadeia regional de produtos lácteos diferenciados.

Conclusão

Conclusão

O “Projeto Leite A2 – Serra de Santana/RN" identificou a presença da beta-caseína A2 em 49,58% das vacas leiteiras avaliadas. O elevado percentual de animais positivos confirma a viabilidade técnica e comercial da produção de leite A2 na região, consolidando a importância da continuidade do projeto para o fortalecimento da pecuária leiteira local. A metodologia empregada viabiliza o rastreio eficiente de rebanhos e fornece suporte estratégico para a organização produtiva, o melhoramento genético e a agregação de valor à cadeia láctea regional.

Referências

Referências

WOODWARD, A. J. et al. Genetic polymorphism of bovine beta-casein and its potential impacts on dairy production and human health. Journal of Dairy Science, v. 97, n. 8, p. 4812–4823, 2014.

BARBOSA, M. G. et al. Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 26, e019004, 2019.

SANTOS, T. S.; ANTUNES, A. E. C. Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, v. 26, p. 1-11, 2019. Disponível em:Revista Unicamp.

RANGEL, A. H. N. et al. Qualidade do leite e estratégias de agregação de valor na pecuária leiteira do Rio Grande do Norte. Ciência Animal Brasileira, v. 22, p. e-65412, 2021.

CONCEIÇÃO, A. S. et al. The A2 milk as an upgrading strategy in the cattle global value chain in Brazil. 2022. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1147003. Acesso em: 26 ago. 2026.

CÓDIGO: SB1042

AUTOR: LAIZY NASCIMENTO DOS SANTOS

ORIENTADOR: TATIANE KELLY BARBOSA DE AZEVEDO CARNAVAL

TÍTULO: DURABILIDADE DA MADEIRA DE Azadirachta indica EM CAMPO DE APODRECIMENTO: PARTE 2

Resumo

A madeira apresenta ampla utilização devido às suas propriedades tecnológicas, porém sua durabilidade natural varia entre espécies e influencia seu desempenho em ambientes externos. O presente estudo teve como objetivo avaliar a durabilidade natural e tratada da madeira de Azadirachta indica em campo de apodrecimento, em um experimento com duração de cinco anos, sendo este trabalho referente à primeira avaliação. O ensaio foi realizado na Escola Agrícola de Jundiaí, UFRN, em Macaíba, RN. Foram confeccionadas 30 estacas de nim, sendo 15 tratadas com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA) e 15 não tratadas, com dimensões de 5,0 × 2,5 × 50,0 cm. As estacas foram parcialmente enterradas e avaliadas após seis meses e um ano de instalação. As estacas sem tratamento apresentaram notas entre 7 e 4, com sinais iniciais de deterioração por fungos e cupins, principalmente na região de contato com o solo. As tratadas com CCA permaneceram estáveis, com notas predominantemente iguais a 10 e sem sinais de degradação. O nim foi preliminarmente enquadrado na classe 3 de durabilidade, considerada moderada. Conclui-se que, apesar de apresentar resistência natural, a madeira de nim necessita de tratamento preservativo para aplicações externas de maior exigência, especialmente em contato com o solo.

Palavras-chave: Deterioração; Desempenho; Preservativo; CCA; Nim.

TITLE: Durability evaluation of neem wood (Azadirachta Indica) in a graveyard test

Abstract

Wood is widely used due to its technological properties; however, its natural durability varies among species and influences its performance in outdoor environments. This study aimed to evaluate the natural and treated durability of Azadirachta indica wood in a decay field test, as part of a five-year experiment, with this study corresponding to the first evaluation. The experiment was conducted at the Escola Agrícola de Jundiaí, UFRN, in Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil. Thirty neem wood stakes were prepared, 15 treated with Chromated Copper Arsenate (CCA) and 15 untreated, measuring 5.0 × 2.5 × 50.0 cm. The stakes were partially buried and evaluated after six

months and one year of exposure. Untreated stakes received scores ranging from 7 to 4, showing initial signs of deterioration caused by fungi and termites, mainly in the soil-contact region. In contrast, CCA-treated stakes remained stable, predominantly receiving scores of 10 and showing no signs of degradation. Neem wood was preliminarily classified as durability class 3, corresponding to moderate durability. It is concluded that, despite its natural resistance, neem wood requires preservative treatment for more demanding outdoor applications, particularly when in direct contact with the soil.

Keywords: Deterioration; Performance; Preservative; CCA; Neem.

Introdução

A madeira é um material utilizado pelas civilizações desde os primórdios, desempenhando papel fundamental no desenvolvimento humano (HAMEDI et al., 2025). Seu uso consolidou-se ao longo do tempo devido às propriedades mecânicas favoráveis, à facilidade de manuseio, ao desempenho como isolante térmico, à resistência química e à ampla diversidade de espécies, cada uma com características singulares (ALMEIDA et al., 2013). Entre suas propriedades, destaca-se a predisposição ao ataque de fungos xilófagos, especialmente os apodrecedores (PAES et al., 2013). Estes organismos são os principais responsáveis pela deterioração em habitats terrestres, utilizando as enzimas que segregam para metabolizar a celulose, a hemicelulose e a lignina da parede celular como fonte de energia (Aguiar, Ferraz, 2011) . No contexto de exposição ao solo, o nim está sujeito a três categorias principais de degradação: a podridão-branca, característica de folhosas, onde ocorre a decomposição tanto da holocelulose quanto da lignina; a podridão-parda, que consome preferencialmente os carboidratos, resultando em fraturas cúbicas; e a podridão-mole, que se desenvolve em condições de elevada umidade (Alonso et al., 2007). A durabilidade natural constitui um dos principais fatores que influenciam a utilização de madeiras em países tropicais, como o Brasil, conferindo maior espectro de aplicações e valor comercial (TREVISAN, 2006). Independentemente da espécie ou do tipo de lenho, o ambiente florestal apresenta condições mais favoráveis à deterioração da madeira do que ambientes externos (MELO et al., 2010). A degradação tende a ser menos severa no cerne em comparação ao alburno, variando entre espécies e indivíduos (BOTELHO; SANTANA; ALVES, 2000). Diante disso, o estudo da degradação da madeira exposta ao ar livre é essencial para compreender e orientar seu uso adequado (CORASSA, 2019). Ensaios de campo em contato com o solo permitem classificar a durabilidade das espécies e definir recomendações para aplicação em ambientes externos (TOMAZELI, 2016), sendo o acompanhamento das fases de degradação fundamental para otimizar desempenho e durabilidade natural (BATISTA, 2020; STANGERLIN, 2013). Para aumentar a resistência, o tratamento com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA) é amplamente utilizado, sendo aplicado sob pressão em autoclave e considerado eficiente e economicamente viável em comparação com outros métodos químicos, térmicos ou naturais (FERRARINI et al., 2016; KIMA; PARK, 2020). No Brasil, o CCA representa cerca de 80% do volume de madeira tratada, sem restrições quanto ao seu uso (BELIZÁRIO, 2023). Dentre as espécies estudadas, destaca-se a Azadirachta indica, popularmente conhecida como nim, da família Meliaceae, caracterizada pelo rápido crescimento e pela ampla adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. (CHOPRA; NAYAR; CHOPRA, 1956). Introduzida no Brasil na década de 1980 inicialmente para

controle agrícola, a espécie passou a ser utilizada na arborização urbana e rural (VIEIRA et al., 2024). No que se refere à qualidade da superfície usinada da madeira, é um fator crucial na indústria moveleira na Azadirachta indica apresenta secagem rápida e densidade classificada como média (SOUZA, 2024). Entretanto, informações sobre a durabilidade e resistência da madeira de nim em condições de campo aberto ainda são escassas, o que reforça a necessidade de estudos experimentais para orientar seu uso sustentável e maximizar seu potencial econômico.

Metodologia

2.1 Seleção das árvores As árvores utilizadas neste estudo provêm de um povoamento na área experimental da Escola Agrícola de Jundiaí, localizada no município de Macaíba, RN, pertencente à mesorregião Leste Potiguar e inserida no bioma Caatinga (IBGE, 2021). Foram selecionadas quinze árvores com idade de 7 anos, considerando critérios como troncos retilíneos, diâmetro à altura do peito (DAP), ausência de nós e bom estado fitossanitário. 2.2 Preparo dos corpos de prova As árvores selecionadas foram cortadas com motosserra com 30cm da base, obtendo-se toras com comprimento de 1 metro, contendo apenas o alburno e descartando-se as extremidades. Em seguida, as toras foram transportadas para a marcenaria da Escola Agrícola de Jundiaí, da UFRN, onde foram descascadas e secadas ao ar livre. As toras foram medidas em diâmetro, apresentando média de 8,5 cm, e separadas em dois grupos, sendo a metade para receber tratamento preservativo (CCA) e a outra metade para permanecer sem tratamento. 2.3 Processo de Impregnação de CCA sob Pressão As toras destinadas ao tratamento foram levadas à Fazenda Futuro Verde, localizada no município de Ceará-Mirim, RN, onde receberam o preservativo Arseniato de Cobre Cromatado (CCA) por meio do método de Célula Cheia (Processo Bethell), procedimento padrão para impregnar a madeira com o máximo de preservativo possível, especialmente para aplicações em contato com o solo. Este método aplica um vácuo inicial para remover o ar contido nas células da madeira, facilitando a entrada da solução preservativa. A escolha deste processo deve-se ao fato de que as estacas foram destinadas a um campo de apodrecimento, no qual a agressividade dos agentes biodeterioradores exige alta retenção e penetração profunda do produto químico no lenho. 2.4 Instalação do ensaio de campo Sete dias após o tratamento, o ensaio foi composto por 30 corpos de prova (estacas) de nim Azadirachta indica. As estacas foram confeccionadas de acordo com a metodologia estabelecida pela IUFRO (International Union of Forest Research Organizations) e descrita por Lepage (1970). As estacas tinham as seguintes dimensões após a secagem e o corte das extremidades: 5,0 x 2,5 x 50,0 cm (radial x tangencial x longitudinal). Metade das estacas (15 unidades) foi confeccionada a partir das toras que receberam tratamento com CCA, enquanto a outra metade foi confeccionada com as toras sem tratamento. Em dezembro de 2024, as estacas foram parcialmente enterradas (40 cm), em delineamento casualizado, distribuídas em seis linhas, com cinco unidades cada, mantendo espaçamento de 3,0 m entre linhas e de 1,0 m entre estacas dentro das linhas, conforme a metodologia de Araújo (2012). 2.5 Procedimento de coleta de dados A classificação foi baseada no método da International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), descrito por Lepage (1970). E esse estudo tem duração estimada de 5 anos, com avaliação anual. A primeira análise foi realizada em junho de 2025 por meio de inspeção visual de cada estaca, retirando-a do solo e atribuindo notas de 0 a 10, de acordo com o nível de deterioração da madeira em suas diferentes partes.

Resultados e Discussões

A primeira e segunda avaliação permitiu identificar diferenças no comportamento da madeira de Azadirachta indica em campo de apodrecimento, tanto no grupo tratado com CCA quanto no grupo sem tratamento. Os resultados obtidos encontram-se apresentados nas tabelas abaixo. Tabela 1: Classificação do grau de degradação dos corpos de prova (estacas). Nota atribuída Classificação 10 Sadio 9 Levemente atacado 7 Moderadamente atacado 4 Severamente atacado 0 Destruído ou rompido Tabela 2: Distribuição das estacas de Azadirachta indica não tratadas por classificação do grau de degradação. 2025 2026 1ª Avaliação notas 2ª Avaliação Notas 10 10 10 7 12 9 12 7 14 10 14 7 1 9 1 7 15 10 15 7 2 10 2 9 11 10 11 0 4 10 4 7 5 7 5 4 6 10 6 7 13 9 13 9 3 7 3 7 7 9 7 9 8 10 8 7 9 9 9 9 Nas madeiras sem tratamento, na 2 avaliação, possuíam um declínio, prejudicando a integridade estrutural da madeira em seu primeiro ano em campo. As notas variam entre 9 e 0, com a predominância de 7. Houve um decréscimo médio de 25,89%, já apresentando sinais iniciais de deterioração. Indica que, em 1 ano, a madeira de Nim sem preservativo começou a ser atacada por agentes biodeterioradores (fungos e cupins), principalmente na região em contato com o solo. Entretanto, 74,11% das estacas obtiveram boas notas de resistência. Tabela 3: Distribuição das estacas de Azadirachta indica tratadas por classificação do grau de degradação. ANO 2025 2026 1ª Avaliação Notas 2ª Avaliação Notas TRATADA 14T 10 14T 10 12T 10 12T 9 6T 9 6T 10 7T 9 7T 9 15T 10 15T 9 5T 10 5T 10 2T 10 2T 10 1T 10 1T 10 4T 9 4T 9 8T 10 8T 10 9T 10 9T 10 13T 10 13T 10 10T 10 10T 10 3T 10 3T 10 11T 10 11T 10 Na segunda avaliação as estacas tratadas com CCA, 11 estacas receberam nota 10, sem indícios de deterioração, e 4 estacas receberam nota 9. Obtendo um decréscimo médio de 0,71%. O tratamento com preservativo com CCA foi eficaz em garantir resistência e durabilidade das estacas durante a primeira e segunda avaliação. Ao comparar os resultados obtidos com estudos prévios, observa-se que o Nim apresenta desempenho satisfatório mesmo sem tratamento (Paes et al., 2012). Em ensaios de deterioração conduzidos em ambiente florestal semelhantes quanto a temperatura e idade, Azadirachta indica obteve nota média 8,0, sendo classificada como de deterioração leve a moderada e superando espécies como Tectona grandis (5,8) e Bagassa guianensis (4,9) (DIAS JÚNIOR et al., 2018). Esses achados reforçam que o Nim possui durabilidade natural superior à de muitas espécies tropicais, embora, em condições mais agressivas, como o campo de apodrecimento, apresente sinais de degradação em menor intervalo de tempo. De acordo com a classificação da IUFRO (LEPAGE, 1970), o desempenho da madeira de Azadirachta indica no presente estudo indica enquadramento preliminar na classe 3 de durabilidade (moderada), o que reforça sua resistência natural considerável, mas limitada em condições de contato direto com o solo. O padrão de deterioração observado foi discreto, porém já perceptível nas estacas sem tratamento, sobretudo na região ao nível do solo, reconhecida como a mais vulnerável à ação de fungos e cupins, que, ao final do experimento, serão identificados. Dessa forma, a madeira de Azadirachta indica apresenta potencial de uso externo sem tratamento, ao longo de seis meses; contudo, a aplicação de preservativos, como o CCA, é indispensável para aumentar sua durabilidade e assegurar desempenho satisfatório em contato com o solo.

Conclusão

A avaliação evidenciou diferenças entre os corpos de prova tratados e não tratados de Azadirachta indica no primeiro ano em campo. Esses resultados demonstram que, embora a madeira de nim possui certa resistência natural, sua durabilidade em condições de campo é limitada quando não submetida a tratamento preservativo. O uso de CCA mostrou-se eficaz em proporcionar proteção durante o período de 1 ano, o que garante maior potencial de uso da espécie em aplicações externas. Avaliações subsequentes a cada ano, ao longo de 5 anos, permitiram confirmar a progressão da deterioração e consolidar as inferências sobre a eficácia do tratamento e a durabilidade natural da madeira.

Referências

AGUIAR, A.; FERRAZ, A. Mecanismos envolvidos na biodegradação de materiais lignocelulósicos e aplicações tecnológicas correlatas. Química Nova, v. 34, n. 10, p. 1729-1738, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-40422011001000006. ALMEIDA, D. H. de et al. Caracterização completa da madeira da espécie amazônica Paricá (Schizolobium amazonicum Herb) em peças de dimensões estruturais. Revista Árvore, v. 37, n. 6, p. 1175-1181, 2013. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000600019. ALONSO, S. K. de et al. Isolamento e seleção de fungos causadores da podridão-branca da madeira em florestas de Eucalyptus spp. com potencial de degradação de cepas e raízes. Revista Árvore, v. 31, n. 1, p. 145-155, 2007. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000100016. APRILE, H. et al. Propriedades da madeira e suas aplicações. [S. l.]: Editora Universitária, 1999. BATISTA, M. F. Estudo da degradação da madeira em ambientes externos. Revista Brasileira de Ciências Florestais, v. 40, n. 1, p. 25-34, 2020. BELIZÁRIO, L. Uso de preservativos na madeira: o caso do CCA. [S. l.]: Editora Ambiental, 2023. BOTELHO, R. A.; SANTANA, F. A.; ALVES, M. A. Análise da deterioração da madeira em diferentes condições ambientais. Floresta e Ambiente, v. 7, n. 3, p. 45-52, 2000. CHOPRA, R. N.; NAYAR, S. L.; CHOPRA, I. C. Glossário de plantas medicinais. [S. l.]: Editora Científica, 1956. CORASSA, M. Impacto ambiental da degradação da madeira. [S. l.]: Editora Florestal, 2019. DA SILVA NETO, J. A. et al. Potencial terapêutico de plantas exóticas. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 31, n. 2, p. 112-118, 2020. DIAS JÚNIOR, A. F. et al. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. Floresta e Ambiente, v. 25, n. 4, p. 1-12, 2018. FERRARINI, M. A. et al. Tratamento de madeira com CCA: eficácia e viabilidade econômica. Revista Brasileira de Tecnologia, v. 45, n. 2, p. 67-74, 2016. HAMEDI, M. M. et al. Wood and cellulose: the most sustainable advanced materials for past, present, and future civilizations. Advanced Materials, v. 37, n. 22, e2415787, 2025. DOI: https://doi.org/10.1002/adma.202415787. IBGE. Biomas e domínios do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. KIMA, S.; PARK, K. Métodos alternativos de preservação de madeira. Journal of Wood Science, v. 66, n. 5, p. 123-130, 2020. MENDES, J. A.; ALVES, M. A. Durabilidade natural da madeira em regiões tropicais. Revista Brasileira de Ciências Florestais, v. 5, n. 1, p. 15-22, 1988. MELO, J. A. et al. Influência do ambiente na deterioração da madeira. Floresta e Ambiente, v. 10, n. 4, p. 89-95, 2010. NEEM FOUNDATION. Neem: economic potential and applications. [S. l.]: Neem Foundation, 2023. Disponível em: https://www.neemfoundation.org/neem-economia. Acesso em: 25 ago. 2026. PAES, J. B. et al. Eficiência dos óleos de nim (Azadirachta indica A. Juss.) e mamona (Ricinus communis L.) na resistência da madeira de sumaúma (Ceiba pentandra (L.) Gaerth.) a fungos xilófagos em simuladores de campo.

Ciência Florestal, v. 22, n. 3, p. 617-624, 2012. DOI: https://doi.org/10.5902/198050986627. SOUZA, V. V. S. Comparação da qualidade da superfície usinada da madeira entre duas unidades de beneficiamento. 2024. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Sergipe, 2024.

Anexos



Tabela 1 – Classificação do grau de degradação dos corpos de prova (estacas)



Tabela 2: Distribuição das estacas de Azadirachta indica não tratadas por classificação do grau de degradação.



Tabela 3: Distribuição das estacas de Azadirachta indica tratadas por classificação do grau de degradação.

CÓDIGO: SB1080

AUTOR: YASMIM VITÓRIA DA SILVA TORRES

ORIENTADOR: KARINA RIBEIRO

TÍTULO: Potencial reprodutivo e coloração da prole do camarão ornamental (Neocaridina davidi) alimentados com dietas contendo spirulilina

Resumo

O camarão ornamental Neocaridina davidi, variedade red, destaca-se no aquarismo pela coloração vermelha intensa, atributo determinante de seu valor comercial. A farinha de peixe, insumo tradicional em dietas aquícolas, apresenta custo elevado e impacto ambiental associado à pesca de captura, o que estimula a busca por fontes alternativas de proteína e pigmentos, como a microalga Spirulina. Este trabalho avaliou a influência da substituição da farinha de peixe por biomassa de Spirulina sobre a sobrevivência, o desempenho reprodutivo e a pigmentação de reprodutores e da prole de N. davidi. Foram testadas cinco dietas, com substituição de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da farinha de peixe por Spirulina, distribuídas em cinco unidades experimentais de 12 litros, cada uma contendo oito camarões (dois machos e seis fêmeas), totalizando 40 indivíduos, alimentados duas vezes ao dia, ad libitum, por 60 dias, no Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura (LAPEC/EAJ-UFRN). A sobrevivência não diferiu entre tratamentos (92,5%). O tratamento com 100% de Spirulina apresentou o maior número de fêmeas ovígeras e de filhotes nascidos (30 indivíduos; $p<0,05$). Os reprodutores mantiveram a coloração durante todo o período experimental, e o tratamento com 25% de Spirulina apresentou o maior percentual de filhotes com coloração acentuada (80%). Conclui-se que a Spirulina não prejudica a sobrevivência, mas melhora a reprodução e a pigmentação da prole de N. davidi.

Palavras-chave: Camarão ornamental.Spirulina.Reprodução.Pigmentação

TITLE: nfluence of Spirulina supplementation on survival, reproductive performance and pigmentation of Neocaridina davidi (Caridea, Atyidae)

Abstract

The ornamental shrimp Neocaridina davidi, red variety, stands out in the aquarium trade for its intense red coloration, a key trait for its commercial value. Fish meal, a traditional ingredient in aquafeeds, has high cost and environmental impact linked to capture fisheries, encouraging the search for alternative protein and pigment sources, such as the microalga Spirulina. This study evaluated the effect of replacing fish meal with Spirulina biomass on survival, reproductive performance and pigmentation of

broodstock and offspring of N. davidi. Five diets were tested, with 0%, 25%, 50%, 75% and 100% replacement of fish meal by Spirulina, distributed in five experimental units of 12 liters, each containing eight shrimp (two males and six females), totaling 40 individuals, fed twice a day, ad libitum, for 60 days, at the Laboratory of Research, Teaching and Extension in Shrimp Farming (LAPEC/EAJ-UFRN). Survival did not differ between treatments (92.5%). The 100% Spirulina treatment showed the highest number of ovigerous females and offspring born (30 individuals; $p<0.05$). Broodstock retained their coloration throughout the experiment, and the 25% Spirulina treatment showed the highest percentage of offspring with pronounced coloration (80%). Spirulina did not affect survival but improved reproduction and offspring pigmentation of N. davidi.

Keywords: rnamental shrimp.Spirulina.Reproduction.Pigmentation

Introdução

Os camarões da espécie Neocaridina davidi apresentam colorações vivas e diversificadas, sendo classificados em diferentes variedades, como Red, Yellow Range, Green, Blue, Black, Chocolate e Red Rili, além dos indivíduos sem coloração definida, conhecidos como padrão selvagem. Essas variações cromáticas possuem grande relevância econômica, uma vez que influenciam diretamente o valor comercial desses organismos e sua inserção no mercado de aquarismo

ornamental (Heerbrandt & Lin, 2006).

A coloração desses organismos está relacionada à presença de pigmentos nos cromatóforos, estruturas especializadas responsáveis pela absorção e armazenamento de substâncias pigmentantes. No entanto, ainda não há consenso na literatura científica sobre a influência exclusiva de fatores genéticos nesse processo, sendo levantada a hipótese de que a alimentação também desempenha papel fundamental na intensificação e manutenção das cores.

Nesse contexto, destaca-se o uso de carotenoides, pigmentos naturais amplamente encontrados em plantas, algas e leveduras. Esses compostos são ricos em astaxantina, um dos principais responsáveis pela coloração em organismoaquáticos (OGAWA, 2007). A astaxantina é amplamente utilizada na formulação de rações para espécies ornamentais, pois favorece a absorção e deposição de pigmentos nos cromatóforos, contribuindo para a intensificação da coloração. Vale ressaltar que esses pigmentos não podem ser sintetizados pelos animais, sendo necessária sua obtenção por meio da dieta.

Diante disso, pesquisas recentes têm buscado identificar fontes naturais alternativas de carotenoides que possam ser utilizadas de forma eficiente na alimentação desses organismos. Entre essas fontes, a spirulina destaca-se por seu alto valor

nutricional e potencial como aditivo alimentar, sendo rica em compostos bioativos que podem influenciar positivamente tanto na coloração quanto no desempenho produtivo dos animais.

Apesar desses avanços, ainda são escassos os estudos que avaliem, de forma conjunta, os efeitos de diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por Spirulina sobre a sobrevivência, o desempenho reprodutivo e a pigmentação de reprodutores e da prole de N. davidi. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da suplementação com diferentes proporções de Spirulina, em substituição à farinha de peixe, sobre a sobrevivência, o desempenho reprodutivo e a pigmentação de reprodutores e da prole de Neocaridina davidi.

Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura (LAPEC), vinculado à Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Foram utilizados 40 camarões Neocaridina davidi, variedade red, distribuídos em cinco unidades experimentais (aquários de aproximadamente 12 litros), cada uma contendo oito indivíduos (dois machos e seis fêmeas), previamente aclimatados às condições laboratoriais. Cada aquário foi equipado com aeração contínua e substrato de areia branca, previamente lavada.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura (LAPEC), vinculado à Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Foram utilizados 40 camarões Neocaridina davidi, variedade red, distribuídos em cinco unidades experimentais (aquários de aproximadamente 12 litros), cada uma contendo oito indivíduos (dois machos e seis fêmeas), previamente aclimatados às condições laboratoriais. Cada aquário foi equipado com aeração contínua e substrato de areia branca, previamente lavada.

Foram testados cinco tratamentos, correspondentes a diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por biomassa de Spirulina na dieta: T0 (0% de substituição – controle), T25 (25%), T50 (50%), T75 (75%) e T100 (100%). Em função do objetivo de acompanhar individualmente a mudança de coloração dos reprodutores ao longo do tempo, cada unidade experimental correspondeu a um tratamento, sendo os indivíduos acompanhados como unidades de observação.

A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia, em regime “ad libitum”, ao longo de 60 dias experimentais. A montagem das unidades experimentais ocorreu em 20/05, com início da alimentação com as dietas contendo Spirulina em 01/06. A manutenção da qualidade da água incluiu sifonagem periódica do substrato e limpeza dos filtros (registradas em 30/06, 21/07 e 03/08). Os parâmetros de qualidade da água — pH, amônia total e temperatura — foram monitorados periodicamente em cada unidade experimental por meio de peagâmetro digital, kit colorimétrico para amônia e termômetro digital, respectivamente, de modo a garantir que as condições ambientais

permanecessem dentro da faixa considerada adequada para a espécie e não constituíssem fator de confundimento sobre os resultados.

Ao longo do experimento, foram registradas: (i) a sobrevivência dos animais ao final do período experimental; (ii) a data de observação de fêmeas ovígeras em cada tratamento; (iii) o número total de filhotes nascidos por tratamento, contabilizados por contagem direta; e (iv) a manutenção da coloração dos reprodutores e a proporção de filhotes nascidos com coloração acentuada (avaliação visual/qualitativa), classificados como pigmentados ou não pigmentados.

Os dados obtidos foram comparados entre tratamentos. Os dados obtidos foram comparados entre os tratamentos por meio de análise estatística, utilizando ANOVA de uma via, seguida do teste de comparação múltipla de Tukey, adotando-se $p<0,05$ como nível de significância.

Resultados e Discussões

Ao final dos 60 dias experimentais, a sobrevivência não diferiu entre os tratamentos, sendo registrado o valor médio de 92,5% para o conjunto das unidadesexperimentais. Esse resultado indica que a substituição da farinha de peixe por Spirulina, mesmo em níveis elevados (75% e 100%), não comprometeu a viabilidade dos animais nas condições testadas. Esse padrão é compatível com o observado por Kohal et al. (2018) para N. davidi, em que a inclusão de Spirulina não prejudicou a sobrevivência dos camarões ao longo de sucessivas desovas, ainda que naquele estudo os níveis de substituição avaliados tenham sido inferiores (até 10%).

Os parâmetros de qualidade de água mantiveram-se em faixas consideradas adequadas para o cultivo da espécie: pH entre 7,8 e 8,0, amônia entre 0 e 0,25 ppm e temperatura entre 27,0 °C e 28,5 °C, sem diferenças relevantes entre tratamentos, o que reforça que as diferenças observadas entre tratamentos podem ser atribuídas à composição da dieta, e não a variações ambientais entre as unidades experimentais.

A primeira fêmea ovígera foi observada em 9 de junho, marco que coincidiu com o registro de fêmeas ovígeras nos tratamentos com 25%, 50% e 75% de Spirulina já nesta data, indicando maturação reprodutiva relativamente precoce nesses grupos. O tratamento T100 apresentou o maior número de fêmeas ovígeras ao longo do experimento ($p<0,05$) em relação aos demais tratamentos, e também acumulou o maior número de nascimentos ao final do período (07/07).

Em relação ao número de filhotes nascidos por tratamento, foram contabilizados 16 (T0), 19 (T25), 14 (T50), 12 (T75) e 30 (T100) indivíduos, totalizando 91 filhotes e média de 18,2 filhotes por unidade experimental. O tratamento T100 apresentou o maior número de nascimentos, sendo estatisticamente superior aos demais ($p<0,05$). Esse resultado converge com o descrito por Kohal et al. (2018), que também associaram níveis mais elevados de inclusão de Spirulina a melhor desempenho reprodutivo em N. davidi, e é coerente com o papel dos carotenoides e da proteína de boa qualidade

biológica da Spirulina na maturação gonadal e na qualidade dos ovos de crustáceos (REGUNATHAN; WESLEY, 2006).

Quanto à coloração, os reprodutores de todos os tratamentos mantiveram a coloração vermelha ao longo de todo o período experimental, sem sinais visuais de perda de pigmentação, o que sugere que mesmo a dieta controle (sem Spirulina, T0) forneceu aporte nutricional suficiente para a manutenção da coloração dos adultos no curto prazo de 60 dias — efeito possivelmente relacionado a reservas de pigmentos previamente acumuladas pelos reprodutores.

Já em relação à prole, do total de filhotes nascidos por tratamento, foram classificados como transparentes (sem pigmentação visível) 10 dos 16 filhotes de T0 (37,5% coloridos), 4 dos 19 de T25 (78,9% coloridos), 7 dos 14 de T50 (50,0%coloridos), 5 dos 12 de T75 (58,3% coloridos) e 9 dos 30 de T100 (70,0% coloridos).O tratamento T25 apresentou, portanto, o maior percentual de filhotes com coloração acentuada (78,9%), seguido por T100 (70,0%), T75 (58,3%) e T50 (50,0%), todos superiores ao tratamento T0 (37,5%), o único sem inclusão de Spirulina na dieta. Esse padrão indica que a presença de Spirulina na dieta, mesmo em níveis intermediários, favorece a pigmentação da prole em relação à ausência completa do ingrediente, resultado alinhado ao papel da Spirulina como fonte de carotenoides e ficocianina já demonstrado em reprodutores de camarões marinhos com síndrome de deficiência de pigmentação (REGUNATHAN; WESLEY, 2006) e em estudos sobre composição de carotenoides e coloração corporal em N. davidi.

O fato de o melhor resultado de pigmentação da prole ter sido observado no tratamento intermediário (T25), e não no tratamento com substituição total (T100), sugere uma resposta não necessariamente linear entre nível de inclusão de Spirulina e pigmentação da prole, podendo estar relacionada a fatores como digestibilidade da biomassa de Spirulina em níveis mais altos de inclusão, possível diluição de outros nutrientes da dieta original ou variação individual entre as poucas fêmeas ovígeras avaliadas por tratamento. Esse padrão reforça a necessidade de estudos com maior número de unidades experimentais por tratamento (repetições verdadeiras) para confirmar essa tendência com maior robustez estatística, já que, no presente estudo, cada tratamento correspondeu a uma única unidade experimental, o que constitui uma limitação a ser considerada na interpretação dos resultados. De modo geral, os resultados reforçam que a Spirulina pode substituir a farinha de peixe em dietas para N. davidi sem prejuízo à sobrevivência, com potencial de melhorar tanto o desempenho reprodutivo quanto a pigmentação da prole, características de alto valor para a produção comercial de camarões ornamentais.

Conclusão

A inclusão de Spirulina em substituição à farinha de peixe, nos níveis avaliados (0 a 100%), não influenciou a sobrevivência de reprodutores de Neocaridina davidi, em todos os tratamentos. Por outro lado, a Spirulina influenciou positivamente o desempenho reprodutivo, T100 apresentou o maior número de fêmeas ovígeras e de filhotes nascidos. Em relação à pigmentação, os reprodutores mantiveram a coloração

ao longo de todo o período experimental em todos os tratamentos, enquanto na prole a inclusão de Spirulina — especialmente no nível de 25% — favoreceu maior percentual de indivíduos com coloração acentuada, com todos os tratamentos contendo Spirulina superando o tratamento controle nesse aspecto.

Conclui-se que a Spirulina constitui alternativa viável à farinha de peixe em dietas para N. davidi, por não comprometer a sobrevivência e por melhorar a reprodução e a pigmentação da prole, características de grande relevância comercial para a aquicultura ornamental. Recomenda-se que novos estudos, com maior número de repetições por tratamento, sejam conduzidos para avaliar também o crescimento e o desenvolvimento dos animais, além de aprofundar a compreensão sobre a resposta não linear observada na pigmentação da prole entre os diferentes níveis de inclusão.

Referências

HEERBRANDT, T. C.; LIN, J. Larviculture of red front shrimp, Caridina gracilirostris (Atyidae, Decapoda). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 37, n. 2, p.

186-190, 2006.

OGAWA, M.; MAIA, E. L.; FERNANDES, A. C.; NUNES, M. L.; OLIVEIRA, M. E. B.;

FREITAS, S. T. Resíduos do beneficiamento do camarão cultivado: obtenção de pigmentos carotenoides. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, n. 2, p. 333-337, 2007.

KOHAL, M. N.; FEREIDOUNI, A. E.; FIROUZBAKHSH, F.; HAYATI, I. Effects of

dietary incorporation of Arthrospira (Spirulina) platensis meal on growth, survival, body composition, and reproductive performance of red cherry shrimp Neocaridina davidi (Crustacea, Atyidae) over successive spawnings. **Journal of Applied Phycology**, v. 30, p. 431-443, 2018.

RADHAKRISHNAN, S.; BELAL, I. E. H.; SEENIVASAN, C.; MURALISANKAR, T.;

SARAVANA BHAVAN, P. Impact of fishmeal replacement with Arthrospira platensis on growth performance, body composition and digestive enzyme activities of the freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii. **Aquaculture Reports**, v. 3, p. 35-44, 2016.

REGUNATHAN, C.; WESLEY, S. G. Pigment deficiency correction in shrimp broodstock using Spirulina as a carotenoid source. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, n. 6, p. 425-432, 2006.

TOMAS, A. L.; SGANGA, D. E.; MARCIANO, A.; LÓPEZ GRECO, L. S. Effect of diets on carotenoid content, body coloration, biochemical composition and spermatophore quality in the "red cherry" shrimp Neocaridina davidi (Caridea, Atyidae). **Aquaculture Nutrition**, v. 26, p. 1198-1210, 2020.

Anexos



Figura - 1 Unidades Experimentais (LAPEC, 2026)



Figura 2 – Aferição do pH e da temperatura da água no aquário. (LAPEC, 2026)



Figura 3 – Teste de amônia realizado nos aquários. (LAPEC, 2026)

CÓDIGO: SB1103

AUTOR: FERNANDA OREM DE CARVALHO RODRIGUES

ORIENTADOR: ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA

TÍTULO: Consequências da combinação entre frações de lixiviação na irrigação e salinidade da água no cultivo do sorgo

Resumo

A utilização de água salina na irrigação pode favorecer o acúmulo de sais no solo, tornando necessário o desenvolvimento de estratégias de manejo que minimizem os efeitos da salinidade. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo averiguar se diferentes frações de lixiviação, associadas à adubação orgânica, poderiam minimizar os efeitos da salinidade no cultivo do sorgo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Escola Agrícola de Jundiaí, em Macaíba-RN, utilizando o sorgo cv. BRS Ponta Negra irrigado com água salina de condutividade elétrica de 2,5 dS m^{-1}. Foram avaliadas quatro doses de esterco bovino (0, 10, 20 e 30 t ha^{-1}) e três frações de lixiviação (0, 50 e 100%), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram avaliadas características do solo, com destaque para a condutividade elétrica do extrato de saturação e o pH. Os resultados demonstraram que as doses de esterco entre 20 e 30 t ha^{-1} promoveram elevação da condutividade elétrica do solo nas frações de lixiviação de 50 e 100%, apresentando resposta linear na fração de 100%. Também foi observado aumento do pH do solo com o incremento das doses de esterco, independentemente da fração de lixiviação utilizada. Concluiu-se que o incremento de matéria orgânica proveniente do esterco bovino favoreceu o aumento do pH e da salinidade do solo e que, mesmo com o uso de lâmina de lixiviação de 100%, o solo poderia apresentar salinização.

Palavras-chave: Sorgo. Salinidade. Lixiviação. Esterco bovino. Irrigação.

TITLE: Consequences of the Combination of Leaching Fractions in Irrigation and Water Salinity on Sorghum Cultivation

Abstract

The use of saline water for irrigation may favor the accumulation of salts in the soil, making it necessary to develop management strategies that minimize the effects of salinity. In this context, this study aimed to investigate whether different leaching fractions, associated with organic fertilization, could minimize the effects of salinity on sorghum cultivation. The experiment was conducted in a greenhouse at the Jundiaí Agricultural School, in Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil, using sorghum cv. BRS

Ponta Negra irrigated with saline water with an electrical conductivity of 2.5 dS m^{-1}. Four rates of cattle manure (0, 10, 20, and 30 t ha^{-1}) and three leaching fractions (0, 50, and 100%) were evaluated in a completely randomized design with four replications. Soil characteristics were evaluated, with emphasis on the electrical conductivity of the saturation extract and soil pH. The results showed that cattle manure rates between 20 and 30 t ha^{-1} increased soil electrical conductivity under the 50 and 100% leaching fractions, with a linear response under the 100% fraction. An increase in soil pH was also observed with increasing manure rates, regardless of the leaching fraction used. It was concluded that the increase in organic matter from cattle manure favored increases in soil pH and salinity and that, even with a 100% leaching fraction, the soil could become saline.

Keywords: Sorghum. Salinity. Leaching fraction. Cattle manure. Irrigation.

Introdução

As práticas de manejo com a utilização de águas salinas são as mais variadas possíveis, porém, são onerosas para o produtor rural, que por sua vez, limita-se a utilizar somente água de boa qualidade visando que a sua rentabilidade na exploração agrícola não se torne ínfima, por usar águas de qualidade inferior. No entanto, com o passar dos anos, várias alternativas de cunho econômico menor vêm sendo testadas, para minimizar os efeitos dos sais no crescimento e desenvolvimento das culturas, tais como a utilização de adubos orgânicos (FALLAHI et al., 2015; YARAMI; SEPAKSHAH, 2015). A agricultura intensiva muitas vezes utiliza práticas inadequadas de manejo da água causando desde o início da atividade de cultivo de plantas, tendo como consequência a salinização relevante das áreas de plantio. O efeito da salinização sobre as plantas pode ser causado pela dificuldade de absorção de água e toxicidade de íons específicos, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (RIVERO et al., 2014). Quando adicionado ao solo, na forma de adubos orgânicos, a matéria orgânica, de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, pode ter efeito imediato no solo, ou efeito residual por meio de um processo mais lento de decomposição e liberação de nutrientes (SANTOS et al., 2001). Brito et al. (2014), ao avaliarem o desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino, em experimento conduzido em casa de vegetação, com os tratamentos compostos de doses de esterco bovino (0; 5; 10; 20; 30 e 40 t ha), verificaram que houve efeito significativo a 5% de probabilidade para a variável diâmetro do colmo em função das doses de esterco e dos dias após o plantio. De forma isolada, houve efeito significativo dos dias após o plantio apenas para a área foliar. A interação entre as doses e dias após o plantio foi significativa apenas para a variável altura, sendo que a adição de esterco bovino promoveu o incremento da altura e diâmetro do colmo do milho e, finalmente, constataram que a dose de 5 t ha teve tendência de proporcionar maiores incrementos de área foliar aos 42 dias após o plantio. A aplicação do esterco bovino como forma de mitigar os efeitos da salinidade sobre plantas (OUNI et al., 2014) constituiu uma estratégia de aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas e estimular o seu desenvolvimento (RADY, 2012). Entretanto, o uso do esterco bovino está diretamente relacionado com o aumento da condutividade elétrica do solo e, consequentemente, ao aumento da salinidade do solo (SOUSA, 2015), podendo causar vários efeitos nocivos às plantas. Uma prática de manejo bastante utilizada em áreas que utilizam água de qualidade inferior é a fração de lixiviação (“Leaching Fraction”), que é uma quantidade extra de água, relativa àquela

que é aplicada e penetra no solo, acarretando lixiviação dos sais (CARVALHO et al., 2012). A necessidade (requerimento) de lixiviação (NL) é a fração mínima da quantidade total de água aplicada que deve passar através da zona radicular, para prevenir a redução no rendimento da cultura e, com isso, carrear o excesso de sais da zona do sistema radicular da cultura. A área plantada no Brasil com sorgo granífero, durante a safra 2013/2014, foi de 731 mil ha. A região Centro-Oeste dispunha da maior área plantada, 363,7 mil ha, e a região Nordeste possuía uma área plantada com esta cultura de 148,7 mil ha, destacando-se o Estado da Bahia com uma área de 137 mil ha, correspondendo a 92% da área plantada nesta região, e o Estado do Rio Grande do Norte com apenas 1,2 mil ha de área plantada. A produtividade do sorgo granífero no país na safra 2013/2014 foi de 2587 kg ha , destacando-se a região Centro-Oeste e Sudeste, com 3096 kg ha e 3003 kg ha , respectivamente. Na região Nordeste, a produtividade da cultura ficou em 922 kg ha e no Rio Grande do Norte com 955 kg ha , atrás dos Estados do Ceará (2442 kg ha), Piauí (1819 kg ha) e Paraíba (1500 kg ha) (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO,

Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na Escola Agrícola de Jundiaí – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no município de Macaíba – RN. Foi utilizado o sorgo cv. BRS Ponta Negra, desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, classificada na categoria forrageiro de pequeno porte, apresentando um ciclo médio de 90 dias entre o plantio e o ponto de colheita, com dupla aptidão, produtividade média de grãos entre 3 a 5 t ha^{-1} (sequeiro) e de 6 a 8 t ha^{-1} (irrigado), um rendimento de massa verde de 40 a 60 t ha^{-1} (por corte) e de massa seca de 14 a 15 t ha^{-1} (por corte), e florescimento entre 60 a 75 dias (SANTOS et al., 2007). Foram avaliadas quatro doses de esterco bovino: 0, 10, 20 e 30 t ha^{-1} , e três frações de lixiviação: 0%, 50% e 100% da lâmina líquida necessária para a irrigação. As plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra foram irrigadas com água salina com condutividade elétrica igual a 2,5 dS m^{-1} . O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e um fatorial 4 × 3, totalizando 12 tratamentos. Para o preparo da solução salina, foram utilizados os sais de NaCl, $CaCl_2.2H_2O$ e $MgCl_2.6H2O$ dissolvidos em água de açude, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mmolc L^{-1} = CE × 10), extraída de Rhoades et al. (1992). A fração de lixiviação foi calculada segundo a equação: NL = CEa / (5 × CEs – CEa) em que NL correspondeu à necessidade de lixiviação mínima que seria necessária para controlar os sais dentro do limite de tolerância das culturas, empregando-se métodos comuns de irrigação por superfície. CEa correspondeu à salinidade da água de irrigação, em dS m^{-1} , e CEs correspondeu à salinidade do extrato de saturação do solo, em dS m^{-1} , que representou a salinidade tolerável por determinada cultura. Para a instalação do experimento, aproximadamente 25 kg de solo arenoso foram colocados em vasos plásticos perfurados na face inferior. Antes, foi colocada uma camada de brita de 2 cm, para facilitar a drenagem. A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. A aplicação da adubação química foi realizada com ureia (0,94 g $vaso^{-1}$), cloreto de potássio (0,49 g $vaso^{-1}$) e superfosfato simples (1,96 g $vaso^{-1}$), seguindo a recomendação para a cultura (LIMA et al., 2010). Foi realizado o monitoramento diário do ensaio para evitar o ataque de

pragas e infestação de doenças. Foram realizadas medições de altura da planta, utilizando-se uma trena, medindo-se da superfície do solo até a inserção da folha mais nova, e diâmetro do colmo, utilizando-se um paquímetro digital Insize, a uma altura de 10 cm a partir da superfície do solo, em intervalo de dez dias após a semeadura. Aos sessenta dias após a semeadura, foi realizada a coleta do experimento, sendo aferida a área foliar das plantas, bem como o peso fresco dos limbos foliares, colmos + bainhas e sistema radicular. O material coletado (colmos + bainhas, limbos foliares e sistema radicular), após pesagem, foi acondicionado em sacos de papel e levado à estufa com circulação forçada, a 65 °C, por um período de sete dias, para obtenção da matéria seca do material. Após a coleta das plantas do experimento, foi feita a coleta de amostras de solo de cada vaso na profundidade de 20 cm, nas cinco repetições de cada tratamento. Foram homogeneizadas formando uma amostra composta por tratamento, logo em seguida foram acondicionadas em sacos plásticos correspondentes a cada tratamento, para determinações de íons, condutividade elétrica do extrato de saturação, pH e porcentagem de sódio trocável no solo. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), seguindo metodologia proposta por Silva (1999). Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com $p < 0,05$ (comparação das doses de esterco), utilizando-se o programa Sisvar. A análise de regressão foi empregada para avaliação dos efeitos das doses de esterco bovino e da interação, quando significativa. Além da metodologia científica do projeto, foram realizadas discussões diárias junto ao bolsista para evidenciar as dificuldades e conquistas do projeto.

Resultados e Discussões

Na Figura 1, verificou-se que a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, em função das doses de esterco aplicadas entre 20 e 30 t ha^{-1}, apresentou elevações nas frações de lixiviação de 50 e 100%, com uma resposta de crescimento linear na CEes na fração de lixiviação de 100%. Figura 1 – Comportamento da condutividade elétrica do solo em função das doses de esterco aplicadas. Na Figura 2, houve elevação no pH do solo quando foram incrementadas doses crescentes de esterco bovino, evidenciando-se que, independentemente da fração de lixiviação utilizada, houve elevação no pH do solo conforme aumentou a presença de matéria orgânica no extrato de saturação. Figura 2 – Comportamento do pH do solo em função das doses de esterco aplicadas. Os resultados demonstraram, portanto, que o incremento das doses de esterco bovino esteve associado ao aumento da condutividade elétrica do solo, especialmente nas maiores frações de lixiviação. Ao mesmo tempo, o aumento da matéria orgânica proveniente do esterco promoveu elevação do pH do solo.

Conclusão

O incremento de matéria orgânica proveniente do esterco bovino favoreceu o aumento do pH, assim como da salinidade do solo. Mesmo com o uso de lâminas de lixiviação de 100%, foi possível que o solo viesse a salinizar, demonstrando que a utilização de maiores frações de lixiviação não impediu completamente o processo de salinização nas condições avaliadas.

Referências

BRITO, C.F.B et al. Desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino. Revista Verde, Pombal, v. 9, n. 3, p. 244 - 250, jul-set, 2014. CARVALHO, B. G. et al. O efeito do esterco bovino no desenvolvimento inicial das plantas de sorgo. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo,, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-ROM. 2010 CARVALHO, J. F. et al . Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. Revista. Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande , v. 16, n. 4, p. 368-374, Apr. 2012. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.2 - Safra 2014/15, n.2 - Segundo Levantamento, Brasília, p. 1-101, nov. 2014 FALLAHI, H.R. et al. The study of nutritional management of mother plant and seed priming by biofertilizers on improve salinity tolerance of wheat (Triticum aestivum L.) cv. Sayonz at germination period. Journal of Agroecology, v. 6, n. 4, p. 927, 2015. LIMA, J.M. P. et al. Sorgo: plante certo para colher muito. Natal-RN: EMPARN, v.16. 24p. 2010. MENDES, A. M. S. et al.. Crescimento e acúmulo de nutrientes em plantas de Shorgum bicolor (L.) Moench sob irrigação com águas de diferentes concentrações salinas. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Rio de Janeiro. SBCS: Embrapa Solos: Embrapa Agrobiologia, 2008. Anais... OUNI, Y. et al. The role ofhumic substances in mitigating the harmful effect of soil salinity and improve plant productivity. Int. J. Plant Prod., v.8, n.3, p.353- 374, 2014. RADY, A. A. A novel organo-mineral fertilizer can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil. South Afr. J. Bot., v. 81, p.8- 14, 2012. RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. The use saline waters for crop production. Roma: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48). RIVERO, R. M. et al. The combined effect of salinity and heat reveals a specific physiological, biochemical and molecular response in tomato plants. Plant, Cell and Environment, v.37, p.1059-1073, 2014. SANTOS, F. G. et al. BRS Ponta Negra variedade de Sorgo Forrageiro. Comunicado Técnico, EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, setembro, 2007. 6p. SANTOS, R.H. et al. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, nov. 2001. SILVA, F. C. Manual de análise químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p SOUSA, R. A. Desenvolvimento do sorgo cv. BRS Ponta Negra irrigado com água salobra e submetido a diferentes doses de esterco bovino e biofertilizantes. PPGEA-DENA-CCA-UFC, Fortaleza-CE, 2015. Tese (doutorado) 171 f. YARAMI, N.; SEPASKHAH, A. R. Physiological growth and gas exchange response of saffron (Crocus sativus L.) to irrigation water salinity, manure application and planting method. Agricultural Water Management, n.154, p. 43–51, 2015.

Anexos



Figura 1 – Comportamento da condutividade elétrica do solo em função das doses de esterco aplicadas



Figura 2 – Comportamento do pH do solo em função das doses de esterco aplicadas

CÓDIGO: SB1112

AUTOR: MARÍLIA GABRIELE DO NASCIMENTO CÂMARA

ORIENTADOR: MAIARA JULIANA GONCALVES DA SILVA

TÍTULO: A participação feminina nas práticas esportivas em Macaíba/RN entre 1850 e 1930

Resumo

Este artigo investiga a participação feminina nas práticas esportivas e nos espaços de sociabilidade de Macaíba/RN entre 1850 e 1930, considerando o processo de modernização dos costumes e as representações de gênero do período. A pesquisa é qualitativa e fundamentada na História Social e Cultural e na História das Mulheres. Foram levantadas fontes bibliográficas e documentais, posteriormente lidas, comparadas e interpretadas, com atenção aos registros sobre clubes, associações, eventos e práticas esportivas. Os resultados indicam a inserção de Macaíba no processo de modernização esportiva do Rio Grande do Norte e sua relação com Natal. Destaca-se a criação do Clube Náutico Jundiahy, em 1918, sob orientação do Centro Náutico Natalense, e a participação feminina em provas de remo. Adicionalmente, a trajetória de Auta de Souza revela vivências corporais não institucionais, como caminhadas, equitação e dança. A pesquisa também evidencia que a inserção das mulheres no esporte ocorreu sob influência de discursos médico-higienistas e concepções de gênero que condicionavam as práticas corporais aos ideais de feminilidade, saúde e maternidade. A limitação dos registros encontrados reforça a necessidade de novas pesquisas sobre a participação feminina no esporte macaibense.

Palavras-chave: Mulheres. Esporte. Macaíba. História. Gênero.

TITLE: Women's Participation in Sports Practices in Macaíba/RN Between 1850 and 1930

Abstract

This article investigates women's participation in sports practices and spaces of sociability in Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil, between 1850 and 1930,

considering the process of modernization of customs and gender representations during the period. The research is qualitative and grounded in Social and Cultural History and Women's History. Bibliographic and documentary sources were collected, read, compared, and interpreted, focusing on records concerning clubs, associations, events, and sports practices. The results indicate Macaíba's insertion into the sports modernization process in Rio Grande do Norte and its relationship with Natal. The creation of Clube Náutico Jundiahy in 1918, under the guidance of Centro Náutico Natalense, and female participation in rowing events stand out. Additionally, the trajectory of Auta de Souza reveals non-institutional physical experiences, such as walking, horseback riding, and dancing. The research also shows that women's participation in sports occurred under the influence of medical-hygienist discourses and gender conceptions that subjected physical practices to ideals of femininity, health, and motherhood. The limited records found highlight the need for further research on female participation in sports in Macaíba.

Keywords: Women. Sports. Macaíba. History. Gender.

Introdução

A transformação do Rio Grande do Norte em estado ocorreu em 15 de novembro de 1889, no contexto das profundas transformações políticas e sociais que marcaram a passagem do Império para a República. Esse período foi acompanhado por mudanças socioeconômicas, pela reorganização das estruturas de poder, pelo fim do sistema escravista e pelo início de processos de industrialização e urbanização (MARIZ; SUASSUNA, 1999). Politicamente, essa transição ocorreu sob intensa instabilidade administrativa inicial, com frequentes trocas de governantes, até que o novo status político do estado fosse consolidado sob a liderança de Pedro Velho de Albuquerque Maranhão, que instaurou uma nova estrutura de poder oligárquico no contexto do sistema federativo (MARIZ; SUASSUNA, 1999). Nesse contexto de transformações, as mudanças sociais associadas à modernização também alcançaram cidades relacionadas ao desenvolvimento da capital, como Macaíba, especialmente em razão das relações de circulação e intercâmbio estabelecidas entre os dois municípios (MARINHO, 2008).

Paralelamente, o esporte moderno se difundia no país, tendo suas origens sistematizadas nas escolas públicas inglesas do século XIX e chegando ao Brasil por meio da forte influência europeia, especialmente britânica (DEL PRIORE; MELO, 2009). Inicialmente, essas práticas eram exercidas principalmente por membros das elites e por colônias de estrangeiros, sendo o esporte associado à distinção social e a determinados ideais de “civilização”, que contribuíam para diferenciar as camadas sociais (DEL PRIORE; MELO, 2009). Para Mary Del Priore e Victor Melo(2009), o esporte no Brasil não foi resultado de uma importação passiva, mas de constantes reelaborações e adaptações, adquirindo características próprias ao dialogar com as realidades locais. Essa dinâmica também alcançou o Rio Grande do Norte, onde setores da elite local buscavam aproximar a capital dos padrões de modernidade observados em outros centros urbanos (MARINHO, 2008).

Esse processo é documentado por Márcia Marinho(2008), que registra a fundação de agremiações esportivas femininas no estado no ano de 1918: o Centro Náutico Feminino, em Natal, e o Clube Náutico Jundiahy, em Macaíba, ambos criados sob orientação do Centro Náutico Natalense. Essas fundações marcaram a passagem das mulheres de uma posição predominantemente associada à condição de espectadoras para a participação ativa em práticas esportivas, especialmente no remo. A circulação de influências entre Natal e os municípios vizinhos foi favorecida por transformações na infraestrutura regional, como a construção da estrada carroçável ligando Natal a Macaíba em 1890, que contribuiu para aproximar as localidades e favorecer a circulação de pessoas, costumes e práticas (MARINHO, 2008). Além da via terrestre, esse intercâmbio social era reforçado por eventos como excursões fluviais e festividades esportivas organizadas por clubes de Natal com destino a Macaíba, a exemplo do passeio do Sport Club do Natal em 1916 (MARINHO, 2008).

Contudo, a trajetória esportiva de Macaíba foi registrada majoritariamente sob uma perspectiva masculina. Essa ausência ou limitação documental não permite concluir pela inexistência de práticas corporais femininas. Conforme apontam Silvana Goellner(2005) e Carmen Soares (2001), as mulheres participaram historicamente do universo esportivo, ainda que muitas dessas práticas estivessem vinculadas aos espaços doméstico e escolar ou ao âmbito amador e permanecessem pouco visíveis nas narrativas oficiais.. No contexto das comemorações dos 170 anos da fundação de Macaíba, celebrados em 2025, esta pesquisa busca investigar a participação das mulheres no esporte macaibense entre 1850 e 1930, analisando suas práticas, espaços, representações e formas de inserção.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, ancorado nos campos da História Social e Cultural e da História das Mulheres. Essa perspectiva busca compreender a inserção feminina nas práticas corporais não apenas como fatos isolados, mas como processos relacionados à apropriação de novos espaços sociais e de lazer durante o período analisado.

A investigação foi desenvolvida a partir do levantamento de fontes bibliográficas e documentais relacionadas à história de Macaíba, à modernização dos costumes, ao esporte e à participação feminina nas práticas esportivas. O estudo foi organizado em três etapas principais: levantamento bibliográfico, levantamento documental e institucional e procedimentos de análise.

Na primeira etapa,realizou-se o levantamento e a leitura de literatura especializada sobre a história política e social do Rio Grande do Norte, a história do esporte no Brasil, as relações entre esporte e modernização e a participação das mulheres nas práticas esportivas. As obras de Marlene Mariz e Luiz Suassuna (1999) contribuíram para a compreensão do contexto político do estado; Mary Del Priore e Victor Melo (2009) para a compreensão da inserção e transformação do esporte no Brasil; Márcia Marinho (2008) para a articulação entre modernização, sociabilidade e práticas esportivas no Rio Grande do Norte; Ana Júlia Pinto Pacheco (1998), Silvana Vilodre Goellner (2005),

Carmen Lúcia Soares (2001) e Aira Fernandes Bonfim (2019; 2020) para a discussão das relações entre gênero, corpo e participação feminina no esporte; e Cascudo (2008) para o estudo da biografia de Auta de Souza.

O levantamento documental e institucionalfoi realizado por meio da consulta de fontes históricas relacionadas à história de Macaíba e às práticas esportivas do período, buscando identificar espaços de sociabilidade, clubes, associações, eventos públicos e registros que evidenciassem a participação feminina nessas atividades. A análise concentrou-se nos registros localizados durante a investigação, considerando as informações disponíveis sobre clubes, associações, escolas e eventos públicos.

Por fim, na etapa de análise, os materiais localizados foram submetidos à leitura, comparação e interpretação historiográfica, buscando identificar informações sobre a participação feminina nas práticas esportivas e nos espaços de sociabilidade de Macaíba. A análise considerou as representações de gênero presentes nas fontes, bem como seus limites, silêncios e diferentes formas de registro da presença das mulheres. As informações encontradas foram confrontadas com a bibliografia utilizada, de modo a relacionar os registros locais ao contexto mais amplo da modernização esportiva no Rio Grande do Norte.

Em respeito à Portaria CNPq nº 2.664/2026, o referido plano de trabalho utilizou a inteligência artificial Gemini para correções ortográficas e formatação das referências bibliográficas utilizadas na produção desta pesquisa.

Resultados e Discussões

A MULHER E AS PRÁTICAS CORPORAIS EM MACAÍBA

A entrada da mulher no universo esportivo, no início do século XX, não ocorreu de forma neutra: esteve relacionada a discursos médico-higienistas que atribuíam às práticas corporais determinadas funções sociais e biológicas (PACHECO, 1998). A educação física feminina estava associada à formação de mulheres consideradas capazes de gerar uma prole saudável, enquanto o esporte era apresentado como instrumento relacionado à saúde, à formação física e aos ideais nacionalistas (PACHECO, 1998; MARINHO, 2008). O discurso predominante defendia uma educação adequada à chamada “natureza feminina”, atribuindo às mulheres características físicas e psicológicas consideradas diferentes das masculinas, como, por exemplo, maior delicadeza e sensibilidade (PACHECO, 1998).

Nesse cenário, atividades consideradas violentas ou excessivamente competitivas eram desaconselhadas ou proibidas, sendo priorizadas práticas consideradas mais adequadas às mulheres, como a natação e a dança (PACHECO, 1998; MARINHO, 2008). A competitividade e o esforço físico intenso eram frequentemente associados a comportamentos incompatíveis com os ideais de feminilidade vigentes (MARINHO, 2008). Assim, o corpo feminino na Belle Époque potiguar estava submetido a diferentes formas de vigilância e regulação (PACHECO, 1998). Essas concepções, embora

formuladas em um contexto social mais amplo, constituíram parte do ambiente discursivo no qual se desenvolveram as práticas esportivas femininas no Rio Grande do Norte (MARINHO, 2008). A inserção de Macaíba nesse contexto pode ser compreendida como parte de um processo mais amplo de modernização que buscava associar as práticas corporais à formação da juventude, à saúde e ao melhoramento da população (MARINHO, 2008).

É nesse quadro de modernização que se insere a criação do Clube Náutico Jundiahy, em Macaíba, documentada por Marinho (2008). Juntamente com o Centro Náutico Feminino de Natal, o Jundiahy foi fundado em 1918 sob orientação do Centro Náutico Natalense, com as duas agremiações apresentando publicamente garotas disputando provas de remo (MARINHO, 2008). A existência do Clube Náutico Jundiahy constitui uma evidência da inserção de Macaíba no processo de renovação esportiva observado no Rio Grande do Norte, indicando que o município mantinha relações com as transformações esportivas e sociais ocorridas na capital e em outras localidades do estado (MARINHO, 2008).

A relação entre Natal e Macaíba é relevante para compreender essa inserção. A construção da estrada carroçável entre as duas localidades, em 1890, favoreceu a circulação entre os municípios, enquanto excursões, festividades e atividades esportivas contribuíram para ampliar as formas de intercâmbio social (MARINHO, 2008). Nesse sentido, a presença de uma agremiação esportiva feminina em Macaíba, vinculada à estrutura esportiva de Natal, pode ser entendida como parte de uma rede de circulação de práticas e valores associados à modernização dos costumes.

Diferentemente do remo, o futebol feminino encontrava maior resistência, embora já apresentasse sinais de inserção no Rio Grande do Norte (BONFIM, 2019; BONFIM, 2020). A participação feminina no futebol esteve inicialmente relacionada a diferentes espaços, incluindo ruas, escolas, clubes e áreas periféricas (BONFIM, 2019). Um registro emblemático da imprensa nacional, publicado em 1920 pela revista Vida Sportiva, apresentou o time feminino Assis Bandeira, pertencente ao Sport Club Natalense, como vencedor por 12 a 0 contra a equipe do ABC Foot-Ball Club, sendo apresentado como campeão feminino de Natal (BONFIM, 2019).

Embora esse registro esteja situado em Natal, sua relevância para esta pesquisa está em evidenciar o ambiente esportivo regional no qual Macaíba estava inserida. O caso demonstra que a participação feminina em práticas esportivas já ocupava espaços públicos e era objeto de registros e disputas no âmbito da imprensa esportiva potiguar (BONFIM, 2019; BONFIM, 2020). Entretanto, esse registro não deve ser tomado como evidência direta da prática do futebol feminino em Macaíba, mas como elemento de contextualização do cenário esportivo regional. Além disso, as mulheres que faziam parte do time feminino de Assis Bandeira eram familiares da elite de Macaíba, o que facilitava o acesso aos espaços necessários para essas práticas.

A presença feminina nesses espaços, contudo, não significava uma aceitação plena da mulher no universo esportivo. A participação era atravessada por expectativas sociais relacionadas ao comportamento, à aparência, à feminilidade e à adequação corporal (PACHECO, 1998; BONFIM, 2019). Dessa forma, a entrada das mulheres no esporte pode ser compreendida simultaneamente como parte do processo de modernização dos costumes e como uma prática submetida a mecanismos de controle social. A ocupação

de novos espaços não significava, portanto, o abandono das normas sociais que delimitavam aquilo que era considerado apropriado ao corpo e ao comportamento feminino.

Embora posterior ao recorte temporal desta pesquisa, o Decreto-Lei nº 3.199, de 14 de abril de 1941, pode ser mencionado como um desdobramento posterior de concepções que restringiam a participação feminina em determinadas práticas esportivas. Sua utilização não busca caracterizar diretamente o período de 1850 a 1930, mas evidenciar a permanência e a posterior institucionalização de concepções acerca das práticas consideradas adequadas ao corpo feminino (PACHECO, 1998; BONFIM, 2019). O dispositivo legal estabeleceu restrições à participação das mulheres em determinadas modalidades esportivas consideradas incompatíveis com a chamada "natureza feminina", sob justificativas relacionadas à saúde e à preservação de determinados padrões corporais (PACHECO, 1998). Sua menção permite observar que concepções presentes nas primeiras décadas do século XX ultrapassaram o campo dos discursos médicos e sociais, alcançando posteriormente também o âmbito das políticas estatais de regulamentação do corpo feminino.

A análise da participação feminina em Macaíba entre 1850 e 1930 permite, portanto, compreender o esporte como um espaço relacionado às disputas em torno dos usos do corpo, da ocupação do espaço público e das representações de gênero (GOELLNER, 2005; SOARES, 2001). A presença de mulheres em práticas esportivas e em espaços de sociabilidade, como o remo praticado no Clube Náutico Jundiahy em 1918, evidencia que elas também participaram das transformações associadas à modernização esportiva e ocuparam espaços públicos tradicionalmente relacionados à sociabilidade masculina (MARINHO, 2008).

SOBRE AUTA DE SOUZA E AS PRÁTICAS CORPORAIS DE SUA ÉPOCA

Longe de figurar apenas como um ícone da literatura simbolista, a biografia da poetisa Auta de Souza (1876–1901), escrita por Luís da Câmara Cascudo, constitui um registro histórico fundamental para a compreensão desse cenário macaíbense: sua história de vida e sua produção poética são fontes históricas indispensáveis sobre como o corpo feminino habitava, percebia e ressignificava as práticas corporais e os espaços da cidade.

Embora sua condição de saúde, marcada pelo agravamento da tuberculose, tenha limitado sua participação em práticas mais intensas, os relatos históricos indicam que, após seu retorno a Macaíba, em 1890, Auta realizou caminhadas pelos espaços rurais, especialmente nas proximidades do Sítio Ferreiro Torto e às margens do Rio Jundiaí (CASCUDO, 2008). É importante destacar que, em 1888, ela ingressou como aluna interna no Colégio São Vicente de Paulo, no Recife (PE), mantido por religiosas vicentinas francesas, onde aprendeu francês, literatura, música e artes plásticas. Já em 1890, com o diagnóstico de tuberculose aos 14 anos de idade, ela foi obrigada a interromper os estudos formais no Recife e retornar ao Rio Grande do Norte, iniciando peregrinações pelo interior potiguar em busca de clima seco favorável à sua saúde (CASCUDO, 2008).

Nessa biografia, elaborada por Cascudo (2008), encontramos registros das seguintes práticas corporais: caminhada, cavalgada e dança. Antes de adentrar nas especificidades

dessas práticas, vale ressaltar as impressões gerais de Cascudo sobre Auta. Em 1983, durante uma entrevista concedida à pesquisadora Nalba Leão, questionado sobre aspectos gerais da vida da poetisa, Cascudo comenta sobre a frustração amorosa, a devoção religiosa e a tuberculose, complementando com o seguinte: "mas, por outro lado, Auta era moça alegre, passeava, dançava, participava das festinhas domésticas ou 'assustados'. Cantava, declamava e, apesar de doente, não conheceu o isolamento. Estava sempre rodeada dos amigos. Na cidade tinha destaque. Era de família abastada, com versos publicados em jornais e revistas da Capital" (Leão, 1986).

Nesse sentido, a prática das caminhadas de Auta aproxima-se de uma forma de experiência corporal na qual movimento, contemplação e sociabilidade se entrelaçavam. A possibilidade de compreendê-la como uma espécie de flânerie rural permite destacar que o deslocamento pelo espaço não se restringia à sua dimensão utilitária ou terapêutica, mas constituía também uma forma de percepção e apropriação da paisagem macaibense. Os relatos sobre suas leituras ao ar livre, realizadas sob as árvores para mulheres do povo e trabalhadores rurais, ampliam ainda mais essa compreensão, ao revelar que o corpo feminino em movimento podia ocupar espaços exteriores e estabelecer relações sociais para além da domesticidade (SOUZA; ROSAS, 2008). Contudo, é necessário reconhecer os limites dessa inserção: tratava-se de uma mulher pertencente a uma família de posição social privilegiada — sendo filha de Fabrício Gomes Pedroza, que foi um comerciante de algodão e dono da fábrica da Guarapes, além de ser considerado o fundador da cidade de Macaíba — e sua circulação ocorria, sobretudo, em territórios rurais vinculados à propriedade e aos círculos sociais familiares. Ainda assim, a experiência de Auta constitui um indício significativo de que as mulheres não estiveram completamente ausentes das práticas corporais e dos espaços de sociabilidade no período investigado.

A espacialidade dessas práticas em Macaíba tinha como cenários privilegiados o Sítio Ferreiro Torto, a bacia do Rio Jundiaí e os casarões urbanos, ambientes nos quais a presença de Auta de Souza documenta formas específicas de mobilidade e inserção corporal. O hábito dos passeios a pé ao ar livre e as leituras itinerantes nos campos — recomendados tanto pelo higienismo quanto pelo ideário romântico —, somados aos deslocamentos a cavalo e em serigotes entre as zonas rural e urbana, revelam uma dinâmica corporal feminina mais ampla do que a retórica da estrita reclusão doméstica (CASCUDO, 1961; SOUZA, 1900).

Sobre o cavalgar e as características interpessoais de Auta, encontramos o seguinte relato de seu irmão Eloy de Souza dado a Cascudo (2008, p. 105):

"Todos aqueles que a conheceram evocam a inteligência pronta e a conversacão variada, brilhante, fácil, despretensiosa, corrente envolvente. Auta tinha o pudor da moléstia. Às amigas e pessoas de suas relacões, não se queixava. Não lamuriava. Poucas frases sobre o estado atual da saúde. Nada mais. Preferia narrar as longas jornadas a cavalo, com descansos e "arranchos" no meio-dia ensolarado. Auta montava esplendidamente. Era "uma amazona", garante-me seu irmão Eloy de Souza, que foi, como sabemos, no Rio Grande do Norte."

No início do século XX, o ato de cavalgar por mulheres configurou-se como uma prática corporal de distinção social e modernidade, permitindo a ocupação do espaço público sob a chancela do discurso médico-higiênico (MELO, 2001; DEL PRIORE,

2011). Contudo, essa mobilidade equestre esteve longe de representar uma liberdade plena, sendo rigidamente disciplinada por normas de gênero e etiqueta: para preservar a modéstia da elite, as praticantes deviam utilizar a postura “à amazona”, isto é, com ambas as pernas voltadas para o mesmo lado do animal, trajar pesados vestidos específicos e manter-se sob a constante vigilância masculina. Assim, a equitação feminina operou como uma exibição ritualizada de graça, controle e higienismo, situando a mulher em um limiar entre a conquista de uma nascente visibilidade social e a submissão aos rígidos códigos morais da época. Ademais, a participação da poetisa nos saraus e bailes da elite expõe a dimensão gestual da dança e da etiqueta social da época, em que o acompanhamento ao piano, a postura ereta e o controle gestual demarcavam o rigor imposto às jovens macaibenses (CASTRICIANO, 1900; MEDEIROS FILHO, 1992).

A dimensão da dança na trajetória de Auta de Souza evidencia o vigor de sua inserção na sociabilidade macaibense, desmistificando a representação do seu cotidiano como o de uma invalidez isolada. Conforme documenta Cascudo (2008), longe de enclausurar-se, a poetisa mantinha uma convivência alegre com as moças da cidade, integrando-se aos passeios vespertinos pelas margens do Rio Jundiaí e às festinhas domésticas conhecidas como "assustados". Nesses encontros, a juventude bailava sob os compassos de quadrilhas, valsas e schottischs executadas infatigavelmente ao piano. Essa efervescência cultural culminou na criação do famoso Clube do Biscoito, por volta de 1894, agremiação que organizava reuniões dançantes itinerantes nas residências dos próprios associados, estendendo os bailes até a madrugada com consumo de vinhos, cerveja resfriada em areia molhada e iguarias locais (CASCUDO, 2008, p. 63).

Nesses salões, a participação de Auta revelava uma vivência corporal ativa e ritmada: “ela dançava animadamente, alternando os giros do baile com momentos de declamação de seus próprios versos sob o acompanhamento do piano” (CASCUDO, 2008). Essa vivência festiva ocorria sob o olhar zeloso de sua avó, Dindinha, que, preocupada com o desgaste físico provocado pela tuberculose, costumava tocar o pescoço da neta durante as festas em casa para checar a transpiração — gesto ao qual a poetisa respondia apenas com um sorriso. A importância da dança em sua vida estendeu-se até os seus últimos meses: em seu derradeiro aniversário, em 12 de setembro de 1900, já com O Horto publicado e com a saúde francamente fragilizada, Auta ainda participou do baile e dançou com o jovem estudante Luís Tavares de Lyra, episódio que imortalizou a dança em sua biografia não como mero esforço físico, mas como uma celebração de ritmo, afeto e presença social (CASCUDO, 2008).

Em síntese, a reconstituição da biografia de Auta de Souza empreendida por Luís da Câmara Cascudo consolida-se como um documento historiográfico fundamental para o mapeamento das práticas corporais femininas na Macaíba da virada do século XIX para o XX. A trajetória da poetisa articula e sintetiza o conjunto de vivências corporais acessíveis e valorizadas para as mulheres de seu tempo e de status social próximo: os passeios a pé e caminhadas contemplativas, que uniam a prescrição higienista do ar livre à sociabilidade e ao letramento rural; o cavalgar, que conferia distinção social e mobilidade entre as propriedades sob as regras da montaria à amazona; e as danças de salão, que canalizavam a efervescência juvenil, a etiqueta e a expressão artística no espaço doméstico e associativo. Desse modo, o corpo de Auta de Souza, simultaneamente marcado pela enfermidade tísica e pela busca contínua de movimento, converte-se em um vetor histórico privilegiado para compreender como as mulheres

potiguares habitaram, negociaram e ressignificaram os limites e as possibilidades da cultura física e da visibilidade social na Belle Époque.

Ao mesmo tempo, a limitação dos registros encontrados impede uma reconstrução ampla da participação feminina no esporte macaibense durante todo o período analisado. Essa limitação, entretanto, constitui parte do próprio problema histórico, pois a pouca presença das mulheres nos registros oficiais não significa necessariamente ausência de participação. A necessidade de recuperar e preservar essas experiências também aparece em iniciativas contemporâneas voltadas à memória do futebol feminino, evidenciando a existência de lacunas na documentação e nas narrativas tradicionais sobre essas práticas (MUSEU DO FUTEBOL, 2020).

Dessa maneira, a pesquisa contribui para a historiografia do esporte potiguar ao recuperar registros da participação feminina que permaneceram pouco visíveis nas narrativas tradicionais e ao tratar a própria limitação documental como um elemento relevante para a investigação histórica. Mais do que afirmar uma presença feminina ampla a partir de registros escassos, o estudo busca evidenciar as possibilidades de participação identificadas nas fontes e situá-las no contexto das transformações sociais e esportivas do período.

Conclusão

A investigação evidenciou que Macaíba se inseriu, já em 1918, na modernização esportiva do Rio Grande do Norte com a criação do Clube Náutico Jundiahy (MARINHO, 2008). Orientado pelo Centro Náutico Natalense, o clube é o principal registro institucional da participação feminina no esporte macaibense. A presença de mulheres em provas de remo comprova a ocupação de espaços públicos de sociabilidade esportiva, em franca sintonia com as transformações observadas na capital e em outras localidades do estado. Contudo, essa inserção não ocorreu à margem das normas sociais do período. A prática esportiva feminina estava atrelada a discursos médico-higienistas e eugenistas que condicionavam o exercício físico à preservação de uma suposta "natureza" feminina (PACHECO, 1998). Modalidades como o remo e a natação podiam ser incentivadas por sua associação à higiene, à saúde, à estética e ao preparo do corpo para a maternidade, mas permaneciam rigorosamente submetidas às regras de comportamento e recato vigentes (MARINHO, 2008; PACHECO, 1998).

Nesse cenário de regulação corporal, a trajetória da poetisa Auta de Souza revela que a experiência física das mulheres em Macaíba extrapolava os limites institucionais dos clubes. Conforme documentado por Cascudo (2008), Auta praticava a equitação, realizava caminhadas contemplativas pelo Sítio Ferreiro Torto e pelas margens do Rio Jundiaí, além de participar ativamente de danças de salão em agremiações como o Clube do Biscoito. A inclusão dessas práticas na pesquisa evidencia que o corpo feminino esteve em contínuo movimento.

O estudo também abordou o futebol feminino no cenário potiguar, exemplificado pelo registro da equipe Assis Bandeira, em 1920. Embora esteja concentrado em Natal e não comprove a existência de um time em Macaíba, esse dado é fundamental para mapear o

contexto esportivo regional da época e evitar que evidências da capital sejam indevidamente atribuídas ao município. A escassez de registros documentais sobre Macaíba, para além do Clube Náutico Jundiahy e das memórias ligadas a Auta de Souza, não indica ausência de práticas, mas aponta a necessidade de novas investigações. O uso de fontes iconográficas e a exploração de acervos locais, como o do Instituto Tavares de Lyra, formam um caminho promissor para resgatar experiências femininas ausentes das narrativas oficiais.

Dessa forma, compreender a participação feminina no esporte e nas práticas corporais macaibenses entre 1850 e 1930 significa analisar as complexas relações entre corpo, modernização, espaço público e gênero. Os registros demonstram que, mesmo sob limites sociais restritivos e deixando marcas documentais reduzidas, as mulheres não estiveram alheias às transformações culturais de seu tempo. Assim, a pesquisa contribui para a historiografia esportiva, valorizando as mulheres como sujeitos históricos que habitaram e construíram as dinâmicas sociais da cidade e da região.

Referências

BONFIM, Aira Fernandes. 100 anos do futebol feminino no Rio Grande do Norte: histórias de pioneirismo e protagonismo esportivo. História(s) do Sport, 27 jul. 2020. Disponível em: https://historiadoesporte.wordpress.com/2020/07/27/100-anos-do-futebol-feminino-no-rio-grande-do-norte-historias-de-pioneirismo-e-protagonismo-esportivo/. Acesso em: 29 ago. 2026.

BONFIM, Aira Fernandes. Football feminino entre festas esportivas, circos e campos suburbanos: uma história social do futebol praticado por mulheres da introdução à proibição (1915-1941). 2019. 213 f. Dissertação (Mestrado em História, Política e Bens Culturais) – Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC), Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2019.

CASCUDO, Luís da Câmara. Vida breve de Auta de Souza: 1876-1901. 2. ed. Natal: EDUFRN – Editora da UFRN, 2008.

DEL PRIORE, Mary; MELO, Victor Andrade de (orgs.). História do esporte no Brasil: do Império aos dias atuais. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

GOELLNER, Silvana Vilodre. Mulheres e futebol no Brasil: entre sombras e visibilidades. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 143–151, 2005. Disponível em: https://revistas.usp.br/rbefe/article/view/16590. Acesso em: 29 ago. 2026.

LEÃO, N. L. S. A obra poética de Auta de Souza. 1986. 293 f. Dissertação (Mestrado em Literatura Brasileira) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1986.

MACAÍBA. Câmara Municipal de Macaíba. História. Macaíba, RN, 2026. Disponível em: https://macaiba.rn.leg.br/historia/. Acesso em: 29 ago. 2026.

MARINHO, Márcia Maria Fonseca. Natal também civiliza-se: sociabilidade, esporte e lazer na Belle Époque Natalense (1900-1930). 2008. 139 f. Dissertação (Mestrado em História) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2008.

MARIZ, Marlene da Silva; SUASSUNA, Luiz Eduardo Brandão. História do Rio Grande do Norte: Império e República (1822-1934). Natal, RN: Gráfica Santa Maria, 1999.

MEDEIROS FILHO, Olavo de. Macaíba: fatos e pessoas. Natal: Clima, 1992.

MUSEU DO FUTEBOL quer contar histórias esquecidas do futebol feminino. GE, São Paulo, 8 dez. 2020. Disponível em: https://ge.globo.com/blogs/coisa-do-genero/post/2020/12/08/museu-do-futebol-quer-contar-historias-esquecidas-do-futebol-feminino.ghtml. Acesso em: 29 ago. 2026.

PACHECO, Ana Júlia Pinto. Educação física feminina: uma abordagem de gênero sobre as décadas de 1930 e 1940. Revista da Educação Física/UEM, Maringá, v. 9, n. 1, p. 45–52, 1998.

SOARES, Carmen Lúcia. Educação física: raízes européias e Brasil. 2. ed. revista. Campinas: Autores Associados, 2001.

TRINDADE, Sérgio Luiz Bezerra. História do Rio Grande do Norte. Natal: Editora da UFRN, 2008.

CÓDIGO: SB1123

AUTOR: ISIS MELO BARBOSA DA SILVA

ORIENTADOR: TAMARA TAIS TRES

TÍTULO: Estabilidade aeróbia da silagem e da ração total misturada com a inclusão do subproduto da castanha de caju

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade aeróbia de rações totais misturadas e ensiladas com inclusão de subproduto de caju, utilizando a silagem de sorgo como tratamento comparativo. Foram avaliados três tratamentos: silagem de sorgo (S); ração total misturada e ensilada composta por sorgo, milho, soja, ureia e sal mineral (RTM-S); e ração total misturada e ensilada com inclusão do subproduto de caju (RTM-caju), em delineamento inteiramente casualizado. Após 60 dias de fermentação, os silos foram abertos e as silagens ficaram expostas ao ar durante dez dias para avaliação da estabilidade aeróbia. A temperatura foi medida diariamente às 8, 12 e 16 horas, enquanto o pH foi avaliado uma vez ao dia. A silagem de sorgo perdeu a estabilidade aeróbia logo após a abertura dos silos, enquanto a RTM-S e a RTM-caju permaneceram estáveis por 168 e 64 horas, respectivamente. Quanto ao pH, a silagem de sorgo atingiu 6,8 após 24 horas de exposição ao ar, enquanto as RTM mantiveram o pH estável por mais tempo. Assim, as rações totais misturadas e ensiladas apresentaram maior estabilidade aeróbia que a silagem de sorgo, com destaque para a RTM-S, que permaneceu estável por maior período. A RTM com inclusão do subproduto de caju também apresentou melhor estabilidade que a silagem de sorgo, porém inferior à RTM-S.

Palavras-chave: Estabilidade aeróbia. Silagem. Subproduto de caju. Ruminantes.

TITLE: Aerobic stability of total mixed ration ensiled with the inclusion of cashew by-product.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the aerobic stability of total mixed rations ensiled with the inclusion of cashew by-product, using sorghum silage as a comparative treatment. Three treatments were evaluated: sorghum silage (S); ensiled total mixed ration composed of sorghum, corn, soybean, urea and mineral salt (TMR-S); and ensiled total mixed ration with the inclusion of cashew by-product (TMR-cashew), in a completely randomized design. After 60 days of fermentation, the silos were opened

and the silages were exposed to air for ten days to evaluate aerobic stability. Temperature was measured daily at 8:00, 12:00 and 16:00 h, while pH was evaluated once a day. Sorghum silage lost aerobic stability shortly after silo opening, whereas TMR-S and TMR-cashew remained stable for 168 and 64 hours, respectively. Regarding pH, sorghum silage reached 6.8 after 24 hours of air exposure, while the TMR treatments maintained stable pH for a longer period. Therefore, ensiled total mixed rations showed greater aerobic stability than sorghum silage, especially TMR-S, which remained stable for a longer period. The TMR with cashew by-product also showed greater stability than sorghum silage, although lower than TMR-S.

Keywords: Aerobic stability. Silage. Cashew by-product. Ruminants.

Introdução

A região Nordeste do Brasil se destaca na produção e exportação de frutas, tendo o caju (Anacardium occidentale) como planta de destaque, como consequência desse potencial, diversas agroindústrias de processamento de frutas têm surgido na região (Barreto et al., 2014). Essas unidades de processamento geram subprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal, possibilitando seu aproveitamento de forma sustentável.

A inclusão de subprodutos nas dietas dos animais contribui para reduzir a dependência de insumos externos, diminuindo os custos de produção e promovendo a sustentabilidade. Essa prática está alinhada aos princípios da economia circular, que propõe um sistema no qual o conceito de “fim de vida” de um produto é substituído por estratégias de redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais visando ao desenvolvimento sustentável e ao enfrentamento de desafios como o esgotamento dos recursos naturais e as mudanças climáticas (Borrero & Yousafzai, 2025).

Destaca-se que mais de 2,5 milhões de toneladas de cajusão produzidas em três estados do Nordeste brasileiro: Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí. Entretanto, apenas cerca de 10% do pseudofruto é aproveitado durante o processamento industrial, resultando em aproximadamente 90% de resíduo(Leite, 2014).

A inclusão desses subprodutos úmidos na ração total misturada ensilada (RTM ensilada) otimiza a logística na propriedade ao reduzir os custos com secagem. Entretanto, deve-se ter cuidado para garantir que o teor de umidade da massa total não prejudique o adequado processo fermentativo (Wilkinson & Muck, 2019).

O objetivo deste trabalho é avaliar a estabilidade aeróbica das silagens de ração total misturada e ensilada com a inclusão do subproduto do caju.

Metodologia

O experimento foi realizado na área experimental do Grupo Ruminação, na Escola Agrícola de Jundiaí – EAJ, pertencente a Fazenda Experimental da Universidade

Federal do Rio Grande do Norte, localizada em Macaíba - RN, Brasil. A Cidade de Macaíba situa-se na região Leste Potiguar com 11 m de altitude, e a área está situada a 5°.53'35.12" de latitude sul, 35°21'47.03" de longitude oeste.

O experimento foi conduzido com três tratamentos: S: silagem de sorgo; RTM-S: ração total misturada e ensilada com ingredientes secos; e RTM-caju: ração total misturada e ensilada com inclusão do subproduto de caju, arranjados em delineamento inteiramente casualizado. As silagens experimentais foram feitas em tambores com capacidade de 200 litros.

O sorgo foi processado em partículas de 1-2 cm. A inclusão de cada ingrediente foi definida de acordo com a formulação, para atender as exigências nutricionais de cordeiros da raça Santa Inês, com peso vivo médio de 20 kg e idade inicial média de 100 dias, com ganho esperado de 200 g de acordo com NRC (2007). As misturas ensiladas foram formuladas para serem isonitrogenadas. Foram utilizados os seguintes ingredientes: sorgo, milho, soja, ureia e sal mineral nas formulações.

A densidade média das silagens foi de 650±20 kg/m3 de matéria natural. Após a compactação, os silos foram vedados por 60 dias de fermentação, todos os silos experimentais foram abertos e avaliados quanto a estabilidade aeróbia.

Para a avaliação da estabilidade aeróbia, foi feita a descompactação das silagens, mantendo-as em câmara com temperatura controlada durante dez dias. A estabilidade aeróbia das silagens foi avaliada em duas sub amostras de cada unidade experimental, em uma subamostra foi determinada a temperatura, a outra subamostra foi utilizada para a avaliação do pH.

As medidas de temperatura foram realizadas às 8, 12h e 16 h, com uso de termômetro digital. O equipamento foi inserido na porção central da silagem, evitando o contato com o fundo do recipiente e a permanência superficial na amostra. Após a inserção, aguardava-se aproximadamente um minuto ou até a estabilização da leitura no visor para o registro da temperatura.

A leitura dos valores de pH foi feita com pHmetro digital uma vez ao dia, às 8 h, conforme (Cherney e Cherney, 2003).

Com a obtenção do banco de dados da estabilidade aeróbica, serão geradas as seguintes variáveis: temperatura máxima alcançada (Tmax); tempo para alcançar a temperatura máxima (TTmax); horas para atingir temperatura 2°C acima da temperatura ambiente (HT>2°C); pH máximo (pHmax); tempo para pH máximo da massa (TpHmax).

Resultados e Discussões

O experimento foi realizado na área experimental do Grupo Ruminação, na Escola Agrícola de Jundiaí – EAJ, pertencente a Fazenda Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, localizada em Macaíba - RN, Brasil. A Cidade de

Macaíba situa-se na região Leste Potiguar com 11 m de altitude, e a área está situada a 5°.53’35.12” de latitude sul, 35°21’47.03” de longitude oeste.

O experimento foi conduzido com três tratamentos: S: silagem de sorgo; RTM-S: ração total misturada e ensilada com ingredientes secos; e RTM-caju: ração total misturada e ensilada com inclusão do subproduto de caju, arranjados em delineamento inteiramente casualizado. As silagens experimentais foram feitas em tambores com capacidade de 200 litros.

O sorgo foi processado em partículas de 1-2 cm. A inclusão de cada ingrediente foi definida de acordo com a formulação, para atender as exigências nutricionais de cordeiros da raça Santa Inês, com peso vivo médio de 20 kg e idade inicial média de 100 dias, com ganho esperado de 200 g de acordo com NRC (2007). As misturas ensiladas foram formuladas para serem isonitrogenadas. Foram utilizados os seguintes ingredientes: sorgo, milho, soja, ureia e sal mineral nas formulações.

A densidade média das silagens foi de 650±20 kg/m3 de matéria natural. Após a compactação, os silos foram vedados por 60 dias de fermentação, todos os silos experimentais foram abertos e avaliados quanto a estabilidade aeróbia.

Para a avaliação da estabilidade aeróbia, foi feita a descompactação das silagens, mantendo-as em câmara com temperatura controlada durante dez dias. A estabilidade aeróbia das silagens foi avaliada em duas sub amostras de cada unidade experimental, em uma subamostra foi determinada a temperatura, a outra subamostra foi utilizada para a avaliação do pH.

As medidas de temperatura foram realizadas às 8, 12h e 16 h, com uso de termômetro digital. O equipamento foi inserido na porção central da silagem, evitando o contato com o fundo do recipiente e a permanência superficial na amostra. Após a inserção, aguardava-se aproximadamente um minuto ou até a estabilização da leitura no visor para o registro da temperatura.

A leitura dos valores de pH foi feita com pHmetro digital uma vez ao dia, às 8 h, conforme (Cherney e Cherney, 2003).

Com a obtenção do banco de dados da estabilidade aeróbica, serão geradas as seguintes variáveis: temperatura máxima alcançada (Tmax); tempo para alcançar a temperatura máxima (TTmax); horas para atingir temperatura 2°C acima da temperatura ambiente (HT>2°C); pH máximo (pHmax); tempo para pH máximo da massa (TpHmax).

Conclusão

Silagens de ração total misturada e ensilada apresentam alta estabilidade aeróbica

Referências

Barreto, H. F. M., Lima, P. O., Souza, C. M. S., Moura, A. A. C., Alencar, R. D. & Chagas, F. P. T. (2014). Uso de coprodutos de frutas tropicais na alimentação de ovinos no semiárido do Brasil. Archivos de Zootecnia, 63, 117-131. https://doi.org/10.21071/az.v63i241.594.

Borreani, G.; Tabacco, E.; Schmidt, R. J.; Holmes, B. J.; Muck, R. E. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. Journal of Dairy Science, v. 101, n. 5, p. 3952–3979, 2018. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837.

Borrero, J. D.; Yousafzai, S. Spinning the circle: unravelling the “why?” behind social motivations in circular economy entrepreneurship. Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy, 2025. https://doi.org/10.1108/JEC-01-2024-0003

Cherney, J.H.; Cherney, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. Silage Science and Technology. Madison, Wisconsin, USA. 2003. p.141-198.

Leite, D. F. L., Aguiar, E. M., Holanda, J. S., Rangel, A. H. N., Aureliano, I. P., Medeiros, V. B. & Lima Junior, D.M. (2013). Valor nutritivo do resíduo de caju desidratado associado a diferentes concentrados. Acta Veterinaria Brasilica, 7, 1, 66-77.

Wilkinson, J. M. & Muck, R. E. (2019). Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. Grass and Forage Science, 74, 178-187. https://doi.org/10.1111/gfs.12418.

Anexos



Figura 1 – Temperatura das silagens durante 216 horas de exposição ao ar.



Figura 2 – pH das silagens durante 216 horas de exposição ao ar.

CÓDIGO: SB1128

AUTOR: GISELY DA CONCEIÇÃO SILVA

ORIENTADOR: FABIO DE ALMEIDA VIEIRA

TÍTULO: ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE URUCUM (Bixa orellana L.) NO RIO GRANDE DO NORTE: UMA ABORDAGEM QUANTITATIVA E DESCRITIVA DOS DADOS DO IBGE

Resumo

RESUMO

Com o propósito de mapear a trajetória da cultura do urucum (Bixa orellana L.) no estado do Rio Grande do Norte, este trabalho analisou o comportamento da produção potiguar em perspectiva comparativa com os dados da Região Nordeste e do Brasil entre 1986 e 2018. A pesquisa caracteriza-se como quantitativa e descritiva, fundamentada na extração e sistematização de dados secundários das séries temporais do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), abrangendo a Produção Agrícola Municipal (PAM) e a Pesquisa da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS). Os resultados evidenciaram um expressivo crescimento da produção nacional, que saltou de 4.893 toneladas em 1988 para o pico histórico de 16.613 toneladas em 2018. Em contrapartida, o Rio Grande do Norte apresentou ausência contínua de registros oficiais de safra comercial ao longo de toda a série temporal analisada. Conclui-se que a exploração do urucum no território potiguar permanece restrita a aproveitamentos informais e de microescala, como quintais produtivos e extrativismo local, sem atingir os parâmetros industriais de escala e regularidade. Destaca-se a necessidade de políticas públicas de fomento técnico e de incentivo à agricultura familiar para a estruturação e valorização da cadeia produtiva do urucum no estado.

Palavras-chave: Palavras-chave: Corantes naturais. Extrativismo. Agricultura familiar.

TITLE: ANALYSIS OF ANNATTO (Bixa orellana L.) PRODUCTION IN RIO GRANDE DO NORTE: A QUANTITATIVE AND DESCRIPTIVE APPROACH TO IBGE DATA

Abstract

ABSTRACT

Aiming to map the historical trajectory of annatto (Bixa orellana L.) cultivation in the state of Rio Grande do Norte, Brazil, this study analyzed the behavior of potiguar production in a comparative perspective with data from the Northeast Region and Brazil between 1986 and 2018. The research is characterized as quantitative and descriptive, based on the extraction and systematization of secondary time-series data from the IBGE System for Automatic Recovery (SIDRA), encompassing Municipal Agricultural Production (PAM) and Plant Extraction and Forestry Production (PEVS). The results highlighted significant growth in national production, which jumped from 4,893 metric tons in 1988 to a historical peak of 16,613 metric tons in 2018. Conversely, Rio Grande do Norte exhibited a continuous absence of official commercial harvest records throughout the analyzed time series. It is concluded that annatto exploitation in the potiguar territory remains restricted to informal and micro-scale uses, such as backyard gardens and local foraging, without reaching industrial parameters of scale and consistency. This underscores the need for public policies focused on technical extension and support for family farming to structure and add value to the annatto production chain in the state.

Keywords: Keywords: Natural dyes. Extractivism. Family farming. Semiarid region.

Introdução

1. INTRODUÇÃO

A busca por insumos sustentáveis e biodegradáveis tem impulsionado o mercado global em direção ao uso de recursos naturais, conferindo papel de destaque ao urucum (Bixa orellana L.). Planta nativa da América do Sul, o urucueiro possui expressiva relevância econômica e industrial devido à presença de pigmentos naturais de coloração avermelhada sintetizados no tegumento de suas sementes (CORDEIRO,2019). O principal interesse comercial da espécie reside na bixina, um carotenóide lipossolúvel amplamente demandado pelos setores alimentício, cosmético e farmacêutico, correspondendo a uma parcela majoritária do consumo de corantes naturais no mercado nacional e internacional. (CORDEIRO, 2019; SILVA, 2024).

Paralelamente à produção agrícola cultivada, o acompanhamento estatístico dessas atividades agrícolas e extrativas desempenha funções sociais, econômicas e ecológicas cruciais para o desenvolvimento regional. No cenário brasileiro, a mensuração oficial dessa atividade é viabilizada pelas pesquisas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponibilizadas por meio do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Tais bases reúnem estatísticas consolidadas acerca da quantidade produzida e do respectivo valor de produção, funcionando como indicadores essenciais para monitorar o comportamento, a viabilidade e a evolução temporal das culturas agrícolas e florestais no país (IBGE, 2023).

Nesse contexto, justifica-se o recorte territorial direcionado ao estado do Rio Grande do Norte (RN), inserido na Região Nordeste do Brasil. A análise concentrada nesta localidade fundamenta-se nas particularidades socioeconômicas e ambientais da região, onde o aproveitamento do urucum atua frequentemente como alternativa de renda para produtores locais. Avaliar a dinâmica potiguar em contraste ou complementariedade com o cenário nordestino permite compreender o real dimensionamento e a representatividade da atividade frente às flutuações de mercado e às políticas de fomento regional (SILVA, 2024; LOPES-ASSAD, 2023).

Diante do exposto, este trabalho estabelece como objetivo geral analisar a evolução da produção de urucum no Rio Grande do Norte com base em dados históricos do SIDRA/IBGE. Para o alcance do propósito central, definiram-se como objetivos específicos o levantamento da série histórica referente à quantidade produzida e ao valor da produção do urucum no estado, a verificação da participação percentual e quantitativa do Rio Grande do Norte em relação à totalidade da Região Nordeste e do Brasil, bem como a identificação de tendências latentes de crescimento, retração ou migração do extrativismo silvestre para o cultivo agrícola ao longo do período cronológico analisado.

Metodologia

A presente pesquisa adota uma abordagem de natureza quantitativa e descritiva, viabilizada por meio do levantamento e tratamento de dados estatísticos secundários oriundos de bases públicas oficiais (SILVA, 2024). Essa caracterização justifica-se pela finalidade de mapear, estruturar e analisar o comportamento de variáveis numéricas ao longo do tempo, sem que haja a manipulação direta do objeto de estudo pelo pesquisador. Os dados primários da amostragem foram extraídos do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), plataforma gerida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para a caracterização do panorama produtivo, definiram-se como variáveis analíticas a quantidade produzida, quantificada em toneladas (t), e o valor monetário da produção, mensurado em mil reais (R$ x 1.000). O recorte territorial delimitado compreende o estado do Rio Grande do Norte (RN), integrando análises comparativas com os agregados da Região Nordeste e do Brasil para mensurar o nível de representatividade local no contexto macrorregional (IBGE, 2023). Cronologicamente, o estudo abrange o intervalo histórico de 1986 a 2018, período de amplitude contínua disponibilizado na

plataforma para a cultura do urucum (Bixa orellana L.) (SILVA, 2024). A delimitação do ano de 2018 como marco final da série temporal justifica-se pela indisponibilidade e descontinuidade do registro sistemático contínuo para a cultura do urucum (Bixa orellana L.) na Tabela 1613 da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE) para o estado do Rio Grande do Norte nas atualizações subsequentes da plataforma SIDRA. Dessa forma, o recorte adotado assegura a homogeneidade, a padronização e a integridade estatística dos dados ao longo de 33 anos ininterruptos de análise (CORDEIRO, 2019; SILVA, 2024).

Realizou-se uma consulta preliminar à Pesquisa da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS/IBGE), na qual se constatou a inexistência de registros contínuos para o extrativismo silvestre da espécie no estado. Essa ausência aponta que o dinamismo econômico do urucum no Rio Grande do Norte decorre predominantemente do cultivo agrícola planejado, e não da coleta nativa. Para contornar essa limitação e garantir a análise longitudinal proposta, incorporaram-se os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE) referentes à lavoura permanente, assegurando o rastreamento preciso da evolução da atividade no estado (IBGE, 2023).

O desenvolvimento operacional seguiu um fluxo cronológico composto por quatro etapas interligadas: a parametrização e extração dos dados na plataforma SIDRA/IBGE; a organização e padronização das séries temporais em planilhas eletrônicas; a consolidação estatística por meio da elaboração de tabelas e gráficos evolutivos; e a interpretação descritiva dos resultados, voltada à identificação de oscilações, períodos de expansão ou retração e padrões de estabilidade da cultura no estado (LOPES-ASSAD, 2023). A síntese estrutural do percurso metodológico é apresentada na Figura 1.

Resultados e Discussões

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Análise da Séries Históricas e Comportamento da Produção (1986–2018)

A consolidação dos dados extraídos do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) para a cultura do urucum (Bixa orellana L.) revelou um contraste marcante entre o dinamismo da produção nas escalas nacional e regional em relação à realidade observada no estado do Rio Grande do Norte. A Tabela 1 reúne a série histórica anual contínua de 33 anos (1986–2018), mapeando o volume físico produzido em toneladas no Brasil, no Nordeste e no estado do Rio Grande do Norte.

3.2. Panorama Macroregional (Brasil e Nordeste) e a Ausência Registrada no RN

Ao examinar os dados da Tabela 1, nota-se que a produção nacional de urucum apresentou uma trajetória de crescimento consistente a partir do final da década de 1980, saltando de 4.893 toneladas em 1988 para atingir o ápice histórico de 16.613 toneladas em 2018. Esse aumento foi impulsionado pela expansão das aplicações

industriais da bixina no mercado alimentício e cosmético (CORDEIRO, 2019). Na Região Nordeste, o volume máximo colhido ocorreu no ano de 1999 (6.198 t), momento em que a região representou mais de 50% da safra nacional. Contudo, nas décadas seguintes, observou-se uma retração progressiva na participação nordestina, decorrente de fatores climáticos adversos na região semiárida e do avanço de polos produtivos em outras regiões do país (SILVA, 2024).

Em nítido contraste com a relevância regional, a coluna referente ao estado do Rio Grande do Norte apontou a inexistência de registros contínuos de produção ao longo de todo o período analisado. A constante indicação de dados não informados ou nulos no SIDRA/IBGE demonstra que a cultura do urucum não atingiu escala comercial suficiente no estado para figurar nas estatísticas oficiais de safra (IBGE, 2023).

3.3. Transição Estrutural e Implicações para o Rio Grande do Norte

A ausência de registros oficiais para o Rio Grande do Norte em pesquisas contínuas de safra, tanto na Pesquisa da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) quanto na Produção Agrícola Municipal (PAM), fundamenta discussões importantes sobre o arranjo produtivo do estado:

Informalidade e Microescala: A ausência do RN nos registros estatísticos do IBGE não significa a inexistência física do urucueiro no território potiguar, mas sim que o seu aproveitamento ocorre precipuamente de forma extrativista informal, em escala de subsistência, quintais produtivos ou pequenos hortos sem cadastramento nas pesquisas oficiais de safra (LOPES-ASSAD, 2023).Exigência de Padrões Industriais: A literatura aponta que a indústria consumidora de corantes naturais passou a exigir lotes padronizados com teores mínimos de bixina e fornecimento contínuo (CORDEIRO, 2019). A falta de cadeias irrigadas organizadas no estado impediu a migração do uso informal local para lavouras permanentes comerciais estruturadas.Potencial de Fomento Regional: Os achados indicam que o Rio Grande do Norte figura como uma área potencial para políticas públicas de apoio à agricultura familiar e sistemas agroflorestais, permitindo a transição do extrativismo disperso para o cultivo comercial organizado (SILVA, 2024).

Conclusão

4. CONCLUSÕES

O presente estudo cumpriu o objetivo de mapear e analisar a evolução histórica da produção de urucum (Bixa orellana L.) no estado do Rio Grande do Norte, estabelecendo um panorama comparativo com os agregados da Região Nordeste e do Brasil ao longo da série temporal de 1986 a 2018. A investigação permitiu diagnosticar o comportamento da cultura frente às dinâmicas de mercado e às transformações do setor agroindustrial nacional.

A análise dos dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) revelou um marcado contraste estrutural. Enquanto o cenário nacional registrou uma trajetória ascendente e expressiva, culminando no pico histórico de 16.613 toneladas produzidas em 2018, o Rio Grande do Norte manteve a ausência contínua de registros oficiais de safra comercial em ambas as pesquisas do IBGE (Produção Agrícola Municipal – PAM e Pesquisa da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS). Essa constatação evidencia que a exploração da espécie no território potiguar não se consolidou em arranjos agrícolas formais de larga escala ou em frentes extrativistas organizadas.

Conclui-se que o aproveitamento do urucum no estado do Rio Grande do Norte permanece circunscrito à informalidade, ocorrendo em microescala por meio de quintais produtivos, pequenos hortos medicinais ou extrativismo local não captado pelas estatísticas oficiais do país. A incapacidade de atingir os padrões rígidos de escala, frequência e teor de bixina exigidos pelo setor industrial impediu a transição do uso tradicional para cadeias produtivas irrigadas e comerciais no meio rural potiguar.

Diante do potencial socioeconômico e bioeconômico da cultura, recomenda-se para pesquisas futuras a realização de levantamentos de campo em microrregiões potiguares para mapear o cultivo informal existente. Ademais, ressalta-se a necessidade de políticas públicas e ações de fomento técnico voltados à agricultura familiar, promovendo o resgate e a estruturação da cadeia do urucum como alternativa sustentável de geração de renda no semiárido.

Referências

5. ELEMENTOS PÓS-TEXTUAIS

CORDEIRO, M. A. Cultura do urucum: aspectos técnicos e econômicos do cultivo e do processamento de corantes naturais. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA): Pesquisa da Produção Agrícola Municipal (PAM) e Pesquisa da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) — Tabela 1613: Produção Agrícola Municipal - Lavoura Permanente. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

LOPES-ASSAD, M. L. Metodologia de análise de séries temporais agrícolas e socioambientais no semiárido brasileiro. São Paulo: Editora Acadêmica, 2023.

SILVA, A. J. da. Aspectos produtivos, tecnológicos e de qualidade da cultura do urucum (Bixa orellana L.) no mercado nacional. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro Paula Souza (CPS), São Paulo, 2024.

Anexos



Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos



Tabela 1 – Produção de urucum (semente) no Brasil, Nordeste e Rio Grande do Norte (1986–2018).

CÓDIGO: SB1211

AUTOR: MAYARA PEREIRA DE ANDRADE

ORIENTADOR: CARLO ALDROVANDI TORREAO MARQUES

TÍTULO: Influência climática sobre a incidência parasitológica em ovinos no RN

Resumo

As parasitoses gastrintestinais causam prejuízos à produção de ovinos, sendo influenciadas pelas condições climáticas. O objetivo foi avaliar a influência da precipitação, temperatura do ar e do solo e umidade relativa sobre a dinâmica de nematódeos gastrintestinais em ovinos de Macaíba/RN. Foram analisados dados de OPG e FAMACHA© do rebanho do SEPER/UFRN, entre janeiro e junho de 2026. A temperatura média foi de 25 °C e a umidade relativa permaneceu acima de 70%, condições favoráveis ao desenvolvimento das formas infectantes. Os valores de OPG apresentaram aumento em março, coincidindo com o início do período chuvoso e maior umidade, seguido de redução em abril, associada à menor precipitação e à vermifugação dos animais. O escore FAMACHA© variou entre 2 e 3. Os resultados evidenciam que as condições climáticas podem influenciar a dinâmica parasitária, reforçando a importância do monitoramento ambiental e dos animais para o controle estratégico das helmintoses gastrintestinais.

Palavras-chave: ovinos, parasitos gastrointestinais, FAMACHA©, OPG, clima, nematódeo

TITLE: Influence of Climate on the Dynamics of Gastrointestinal Nematodes in Sheep in Rio Grande do Norte, Brazil

Abstract

Gastrointestinal parasitic infections cause losses in sheep production and are influenced by climatic conditions. The objective was to evaluate the influence of precipitation, air and soil temperature, and relative humidity on the dynamics of gastrointestinal nematodes in sheep from Macaíba, Rio Grande do Norte, Brazil. Data on fecal egg counts (FEC) and FAMACHA© scores from the SEPER/UFRN flock were analyzed from January to June 2026. The mean temperature was 25 °C, and relative humidity remained above 70%, conditions favorable for the development of infective stages. FEC values increased in March, coinciding with the beginning of the rainy season and higher humidity, followed by a decrease in April, associated with lower precipitation and anthelmintic treatment. FAMACHA© scores ranged from 2 to 3. The results indicate that climatic conditions may influence parasite dynamics, highlighting the importance

of environmental and animal monitoring for the strategic control of gastrointestinal helminth infections.

Keywords: sheep, gastrointestinal parasites, FAMACHA©, OPG, climate, nematodes

Introdução

A espécie ovina (Ovis aries) foi uma das primeiras a ser domesticada pelo homem, tendo como relevância seu porte médio, adaptação a diferentes condições climáticas e aptidão para produção de carne, leite, peles e lã. A sua criação possibilitava subsistência aos povos nômades, em alimentos e proteção como alternativa contra as condições ambientais. A domesticação iniciou-se primeiramente pelo interesse da carne, apresentando em seguida o consumo do leite e, quando o seu pelo foi substituído por fibras de lã, deu-se início a uma nova modalidade de criação (SILVA SOBRINHO, 2001).

Há indícios que os ovinos trazidos para o Brasil tenham origem tanto europeia quanto africana e ao longo dos anos esses animais passaram por processos de adaptação e seleção natural com resultado de várias raças facilmente adaptáveis a toda extensão territorial. Esses animais contribuíram para adicionar a rusticidade que hoje está presente nas raças.

A produção de ovinos representa uma importante atividade no agronegócio brasileiro, uma vez que sua produção é distribuída por todo território nacional, fonte expressiva de renda e subsistência para muitos produtores. Segundo o último censo agropecuário realizado pelo IBGE (2017), o rebanho de ovinos apresenta um montante de 13.700.906 cabeças sendo destes, 65% estão situadas na região Nordeste representando um total de 9.032.191 animais.

A ovinocultura fornece produtos como carne, leite, pele e lã, favorecendo pequenos, médios e grandes produtores. Entretanto, uma das dificuldades relacionadas ao manejo sanitário que causa impacto na produção de ovinos é a verminose causada por nematódeos gastrintestinais, que devido aos custos com medicamentos, redução dos parâmetros produtivos, atraso no desenvolvimento, e óbitos acabam inviabilizando a atividade (SILVA, 2016).

O trato gastrintestinal dos ovinos é parasitado por várias espécies de helmintos. Em condições naturais, antes da domesticação, o equilíbrio parasito/hospedeiro permitia a tolerância dos animais a esses parasitos. Com o passar do tempo, e consequente aumento de animais por área, houve um desequilíbrio em favor dos parasitos, tornando-os o principal problema sanitário do rebanho. Dentre as parasitoses, os nematoides são responsáveis pelos maiores prejuízos, comprometendo o desempenho dos animais. Em geral, reduz o ganho de peso e a capacidade de reprodução, assim como a produção de leite, a qualidade da lã e do couro. A infecção é geralmente de natureza mista, e, juntamente com a sanidade e manejo nutricional inadequados, culmina em consideráveis perdas econômicas (CENCI et al., 2007).

Dentre os animais mais susceptíveis às infecções parasitárias encontram-se os cordeiros,os quais se encontram em fase de desenvolvimento imunológico (McRAE et al., 2015).

As populações de nematoides parasitos de ruminantes, durante a fase de vida livre, sofrem influências de vários fatores ambientais, incluindo clima (LEVINE, 1963; REINECKE,1979).

A temperatura e a umidade relativa influenciam sobremaneira no desenvolvimento e sobrevivência das larvas infectantes. CROFTON (1963), na Inglaterra, verificou que a faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento das larvas infectantes estava compreendida entre 20° C e 30°C e que as temperaturas elevadas aceleravam o desenvolvimento, mas diminuíam a sobrevivência, umidade igual ou superior a 70% e pouca exposição à radiação solar influenciam positivamente no desenvolvimento do ciclo evolutivo destes parasitos na fase de vida livre (SOUZA et al., 2000).

Metodologia

Este trabalho foi realizado a partir de um banco de dados referente ao acompanhamento parasitológico do rebanho de ovinos da área experimental do Setor de Ensino e Pesquisa em Pequenos Ruminantes (SEPER), onde estavam quantificados os achados de ovos nas fezes e o grau FAMACHA© da conjuntiva ocular dos animais por mês recebidos na rotina do Laboratório de Parasitologia Animal (LAPAN) da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrarias (UAECA) situada na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ) campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

As amostras de fezes eram oriundas de ovinos da área experimental do Setor de Ensino e Pesquisa em Pequenos Ruminantes (SEPER), também da unidade acadêmica especializada em ciências agrarias (UAECA) situada na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ) campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizada na RN 106 Km 3, distrito Jundiaí, zona rural de Macaíba/ RN e suas coordenadas são a 5º53’35.12” de latitude Sul e 35º21’47.03” de longitude Oeste, O período de coleta de material e de dados ocorreu entre janeiro de 2026 a junho de 2026

Durante o período acompanhado neste trabalho, foram utilizados ovinos de raças mestiças em confinamento semi- intensivo alimentadas com volumosos e concentrado a base de milho e soja. A área experimental SEPER adotou o controle parasitário individual dos animais com método semiológico de diagnóstico FAMACHA© e método coproparasitológico quantitativo de ovos por gramas de fezes (OPG). A campo foi analisado a mucosa da conjuntiva ocular do animal para comparação da escala do cartão FAMACHA© e colhida as amostras diretamente da ampola retal dos animais acondicionadas em sacos plásticos identificadas e enviadas para o Laboratório em caixa de isopor com gelo para determinação do OPG. Na realização do exame coproparasitológicos foi utilizado a técnica de McMaster modificada por WHITLOCK (1948). Os resultados obtidos foram convertidos em escala logarítmica.

Os dados climatológicos foram obtidos mediante consulta no site da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), utilizando as médias dos relatórios mensais de Temperatura do ar (°C), Temperatura do Solo (°C) e Umidade (%). Para a Precipitação (mm) considerou-se o acumulado de chuvas de cada mês avaliado e utilizado a média diária

Resultados e Discussões

Durante o período de janeiro a junho de 2026, observou-se variação nos valores médios de OPG (log) e FAMACHA© em ovinos, associada a pequenas oscilações nos parâmetros climáticos, como precipitação, temperatura do ar, temperatura do solo e umidade relativa.

FIGURA 1: Variação mensal na contagem de OPG (ovos por grama de fezes) e escore FAMACHA© de ovinos deslanados em função da distribuição de chuvas por meio da precipitação média diária no município de Macaíba/RN.

Na figura 1, nota-se que os valores de OPG apresentaram comportamento relativamente estável nos meses de janeiro e fevereiro, com um leve aumento em março, o qual inicia o período mais chuvoso do ano o que está correlacionado com a alta umidade em contrapartida houve redução significativa no mês de abril o que possivelmente está relacionado a diminuição da precipitação e vermifugação dos animais, já no mês seguinte ocorreu um novo aumento que seguiu até junho.Entre os meses analisados o escore FAMACHA© manteve-se entre 2 a 3 refletindo casos leves de anemia com discreta variação em março e abril, onde teve maior e menor incidência de OPG respectivamente, o padrão FAMACHA© deve-se ao monitoramento e tratamento seletivo dos animais.

A precipitação pluviométrica refletiu o padrão climático típico da região, com valores estáveis em janeiro e fevereiro o qual indica o período seco com maior incidência solar com radiação ultravioleta (UV) que apresenta capacidade de provocar danos ao DNA das larvas expostas , reduzindo sua capacidade de reparação e por fim sua sobrevivência (HYUN et al., 2008) e aumento da precipitação em março o qual marca o início do período chuvoso e consequentemente aumento da umidade, em abril teve uma leve diminuição da precipitação o que resultou em uma queda no OPG uma vez que essa relação indica que o aumento da precipitação pode estar associado à elevação da carga parasitária nos animais, visto que as chuvas proporcionam maior umidade nas pastagens, favorecendo o desenvolvimento e a sobrevivência das larvas infectantes (L3) de nematoides gastrointestinais. Esse padrão é amplamente relatado na literatura, pois a umidade e a temperatura do ambiente são fatores determinantes no ciclo biológico dos helmintos

A figura 2 apresenta os valores médios de temperatura do ar, temperatura do solo e umidade relativa durante o mesmo período. As temperaturas se mantiveram entre 25 e 30 °C, demonstrando pouca variação sazonal, enquanto a umidade relativa permaneceu elevada, acima de 70% em todos os meses. Essas condições são consideradas ideais para o desenvolvimento dos estágios pré-parasitários dos nematoides gastrintestinais,

conforme descrito por (SOUZA, 2000; URQUART, 1998), temperaturas entre 25º a 30ºC favorecem o desenvolvimento de H. contortus, o parasita mais patogênico em ovinos, fatores que interferem no desenvolvimento, sobrevivência, distribuição e migração das larvas de vida livre de helmintos no pasto são influenciados diretamente por fatores climáticos (Callinan e Westcott, 1986).

Assim, a manutenção de alta umidade e temperatura estável ao longo do período avaliado explica a persistência de níveis moderados de parasitismo, mesmo quando a precipitação sofreu pequenas reduções. A combinação desses fatores cria um ambiente favorável para a infecção contínua dos animais, especialmente em sistemas de criação a pasto.

Conclusão

Nas condições experimentais deste estudo a análise conjunta dos resultados indica que o clima exerce influência direta sobre a dinâmica da infecção parasitária, sendo a precipitação e a umidade relativa e temperatura os principais fatores correlacionados ao aumento do OPG. Esses achados reforçam a importância de considerar as condições climáticas locais no manejo sanitário de ovinos, especialmente no planejamento das estratégias de vermifugação e controle de parasitos.

Referências

CALLINAN, A.P.L., WESTCOTT, J.M., 1986. Vertical distribution of Trichostrongylid larvaeon herbage and soil. Vet. Parasitol. 16, 241-244.

HYUN, M.; LEE, J.; LEE, K.; MAY, A.; BOHR, V.A.; AHN, B. 2008. Longevity and resistance tostress correlate with DNA repair capacity in Caenorhabditis elegans. Nucleic Acids Research

SOUZA, P. et al. Período para desinfestação das pastagens por larvas de nematoides gastrintestinais de ovinos, em condições naturais nos campos de Lages, SC. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 9, n. 2, p. 159-164, 2000

CÓDIGO: SB1218

AUTOR: SARA RAQUEL DA COSTA GASQUE

ORIENTADOR: FABIO MAGNO DA SILVA SANTANA

TÍTULO: RELEITURA GASTRONÔMICA DE ANOMALOCARDIA BRASILIANA (LILIU) COM COCO: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL

Resumo

A valorização de produtos provenientes da aquicultura constitui uma alternativa para ampliar suas possibilidades de consumo e agregar valor à matéria-prima. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver releitura gastronômica à base de Anomalocardia brasiliana (Liliu), incorporando leite de coco à preparação e avaliar sua aceitação sensorial. Foram utilizados 700 g de Liliu, submetidos à cocção e posteriormente preparados com leite de coco obtido a partir de coco proveniente da Escola Agrícola de Jundiaí. A preparação foi submetida à avaliação sensorial por 35 julgadores não treinados, utilizando escala hedônica de nove pontos, além da avaliação da intenção de compra e de comentários sobre os aspectos mais apreciados e possíveis melhorias. Entre os atributos avaliados, o sabor apresentou a maior aceitação, sendo também o aspecto mais frequentemente mencionado pelos participantes como o que mais agradou na preparação. A avaliação global também apresentou predominância de respostas positivas, assim como a intenção de compra. Dessa forma, a preparação desenvolvida demonstrou boa aceitação sensorial e potencial para contribuir com a valorização do A. brasiliana, ampliando suas possibilidades de utilização gastronômica.

Palavras-chave: Anomalocardia brasiliana; Liliu; gastronomia; análise sensorial.

TITLE: GASTRONOMIC REINTERPRETATION OF ANOMALOCARDIA BRASILIANA (LILIU) WITH COCONUT: DEVELOPMENT AND SENSORY EVALUATION

Abstract

The valorization of aquaculture-derived products is an alternative to expand their consumption possibilities and add value to raw materials. In this context, the present

study aimed to develop a gastronomic reinterpretation based on Anomalocardia brasiliana (Liliu), incorporating coconut into the preparation and to evaluate its sensory acceptance. A total of 700 g of liliu were used, initially subjected to cooking and subsequently prepared with coconut milk obtained from coconut sourced from the Escola Agrícola de Jundiaí. Sensory evaluation was conducted with 35 untrained panelists using a nine-point hedonic scale, in addition to purchase intention and comments regarding the most appreciated aspects and possible improvements. Among the evaluated attributes, flavor showed the highest acceptance and was also the aspect most frequently mentioned by the participants as the most appreciated characteristic of the preparation. The overall evaluation also showed a predominance of positive responses, as did purchase intention. Therefore, the developed preparation demonstrated good sensory acceptance and potential to contribute to the valorization of A. brasiliana, expanding its possibilities for gastronomic use.

Keywords: Anomalocardia brasiliana; liliu; gastronomy; sensory analysis.

Introdução

A aquicultura tem apresentado crescimento expressivo nas últimas décadas, consolidando-se como uma importante atividade para a produção de alimentos de origem aquática e para o atendimento à crescente demanda mundial por pescado. Em 2022, a produção aquícola foi responsável por aproximadamente 60% do pescado destinado ao consumo humano, evidenciando sua relevância para o abastecimento alimentar global (FAO, 2024).

No Brasil, o setor aquícola apresenta perspectivas relacionadas à adoção de práticas mais sustentáveis, ao desenvolvimento tecnológico e à produção de alimentos processados e de maior valor agregado (UMMUS et al., 2025). Nesse contexto, destaca-se a malacocultura, atividade voltada ao cultivo de moluscos aquáticos, que apresenta potencial de contribuição para o desenvolvimento sustentável da aquicultura (SMAAL et al., 2019).

Entre os moluscos bivalves encontrados no litoral brasileiro, destaca-se Anomalocardia brasiliana, conhecida popularmente como Liliu em algumas regiões do Nordeste. A espécie apresenta importância para comunidades costeiras e é comercializada sob diferentes denominações populares, entre elas berbigão, vôngole, marisco, marisco-pedra, chumbinho, búzio e Liliu (LIMA; LOPES, 2016).

Apesar de seu potencial como alimento, o A. brasiliana apresenta baixo valor de comercialização quando comparado a outras fontes de proteína animal. Dessa forma, o desenvolvimento de novas preparações gastronômicas pode contribuir para sua valorização, agregando valor ao produto e ampliando suas possibilidades de consumo (FERRAZ; RIBAS; SERPA, 2023).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma releitura de uma preparação gastronômica à base de Anomalocardia brasiliana (Liliu), incorporando

modificações em sua formulação e processo de preparo, e avaliar sua aceitação sensorial como alternativa para agregação de valor ao produto.

Metodologia

Para a execução do presente trabalho, foram utilizados 700 g do pescado Anomalocardia brasiliana, conhecido popularmente como Liliu ou marisco. O pescado foi transportado para o Laboratório de Tecnologia de Processamento de Pescados da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), localizada no município de Macaíba-RN. A partir das etapas descritas a seguir, foi realizado o processamento do produto e, posteriormente, sua avaliação sensorial.

Inicialmente, o pescado foi submetido à cocção durante 10 minutos, em salmoura a 7%, preparada na proporção de 1:2, correspondente a 1,4L de salmoura para os 700 g de pescado utilizados (Figura 1). Devido à baixa eficiência do fogão utilizado, foi empregado um equipamento de aquecimento elétrico, denominado rabo-quente ou mergulhão, para auxiliar no alcance da temperatura de 100 °C (Figura 2). Após a salmoura atingir essa temperatura, o pescado permaneceu em cocção por 10 minutos.

Ao término da cocção, o pescado foi drenado e submetido à análise visual para identificação e retirada de possíveis resquícios de conchas, visando minimizar a presença de perigos físicos no produto final.

As verduras utilizadas no preparo foram previamente selecionadas, lavadas e sanitizadas por imersão em 2L de água clorada, na concentração de 15 ppm. Após a sanitização, foram descascadas e cortadas em cubos (Figura 3).

Para o preparo do produto, utilizou-se óleo de soja para o refogado de alho e cebola. Em seguida, foram adicionados o Liliu e as especiarias utilizadas no processamento, sendo elas páprica picante, pimenta-do-reino, limão Pepper e tempero Sazón® sabor cheiro-verde, composto, segundo a descrição da embalagem, por salsa, cebolinha, alho, cebola e cúrcuma. Foram adicionados 4 g de cada um dos quatro temperos.

Para a segunda etapa de cocção, foi preparado leite de coco utilizando 140 g de polpa de coco e 900mL de água de coco. Os cocos utilizados foram provenientes da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), onde foi realizado o processamento (Figura 4). O leite de coco obtido foi adicionado ao produto, que foi submetido à cocção à temperatura de 100 °C durante 30 minutos (Figura 5). Para auxiliar na manutenção da temperatura, também foi utilizado o rabo-quente (mergulhão).

Após o período de cocção, o produto foi retirado do aquecimento e submetido ao resfriamento, sendo posteriormente destinado à análise sensorial.

A análise sensorial foi realizada com 35 julgadores não treinados, de diferentes faixas etárias. O teste de aceitação foi elaborado com base em uma escala hedônica de nove pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), sendo o valor 5

correspondente à categoria “indiferente”. Foram avaliados os atributos de aparência, aroma, cor, sabor, textura e avaliação global. Também foi avaliada a atitude de compra dos participantes, utilizando-se uma escala de cinco pontos, variando de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria).

O instrumento de avaliação sensorial foi elaborado e aplicado por meio da plataforma Google Forms, tendo como referência o modelo de ficha de avaliação sensorial proposto por Carvalho (2018). Os participantes foram convidados a avaliar o produto após sua degustação, e as respostas foram registradas eletronicamente na plataforma para posterior organização e análise dos dados. As amostras do produto foram servidas individualmente em copos descartáveis aos julgadores (Figura 6).

Resultados e Discussões

A análise sensorial do produto foi realizada com a participação de 35 julgadores não treinados. Quanto ao perfil dos participantes, observou-se uma distribuição relativamente equilibrada entre os sexos, sendo 51,4% do sexo feminino e 48,6% do sexo masculino (Figura 7). Em relação à idade, os registros apresentados no formulário variaram entre 15 e 56 anos (Figura 8). Quanto à escolaridade, houve predominância de participantes que cursavam o ensino médio, correspondendo a 71,4% dos julgadores (Figura 9). Também foram registradas respostas referentes a outros níveis de escolaridade.

A frequência de consumo de moluscos pelos participantes também foi investigada. Dos julgadores, 42,9% declararam consumir moluscos raramente, enquanto 37,1% afirmaram não consumir esse tipo de alimento. Outros 17,1% relataram consumo eventual e 2,9% indicaram consumo frequente (Figura 10). Esses resultados demonstram que a maior parte dos participantes apresentava baixo contato habitual com esse tipo de produto, aspecto relevante para a avaliação da aceitação da preparação desenvolvida.

No teste de aceitação, foram avaliados os atributos aparência, aroma, cor, sabor, textura e avaliação global, utilizando-se escala hedônica de nove pontos. Para a interpretação dos resultados, as notas de 6 a 9 foram consideradas indicativas de aceitação do produto.

Para o atributo aparência, as notas atribuídas variaram de 2 a 9. A maior frequência correspondeu à nota 9 (“gostei muitíssimo”), com 28,6% das respostas, seguida pelas notas 7, com 17,1%, 5, com 14,3%, e 4, com 20,0% (Figura 11). Considerando as notas de 6 a 9, o atributo apresentou aceitação por 57,1% dos julgadores. Embora a aparência tenha apresentado avaliação positiva pela maioria, a distribuição das respostas indica possibilidade de aprimoramento desse aspecto da preparação.

Quanto ao aroma, observou-se uma avaliação mais favorável. A nota 9 foi atribuída por 34,3% dos participantes, enquanto 20,0% atribuíram nota 8, 11,4% nota 7 e 14,3% nota 6 (Figura 12). Dessa forma, 80,0% dos julgadores atribuíram notas entre 6 e 9, indicando elevada aceitação do aroma do produto.

Para o atributo cor, a maior concentração de respostas ocorreu nas notas 8 e 7, correspondendo a 22,9% e 17,1%, respectivamente. A nota 9 representou 5,7% das respostas, enquanto a nota 6 correspondeu a 11,4% (Figura 13). Considerando as notas de 6 a 9, a aceitação foi de 57,1%. Apesar da predominância de avaliações positivas, também foram observadas respostas nas categorias inferiores da escala, demonstrando uma percepção menos uniforme entre os julgadores.

O sabor apresentou o resultado mais expressivo entre os atributos avaliados. A nota 9 (“gostei muitíssimo”) foi atribuída por 45,7% dos participantes, seguida da nota 7, com 25,7%, e da nota 8, com 11,4%. A nota 6 também correspondeu a 11,4% das avaliações (Figura 14). Assim, 94,3% dos julgadores atribuíram notas entre 6 e 9, evidenciando elevada aceitação do sabor. Esse resultado também é reforçado pelas respostas abertas do formulário, nas quais o sabor foi o aspecto mais frequentemente mencionado pelos participantes como o que mais agradou na preparação.

Em relação à textura, 37,1% dos julgadores atribuíram nota 9, enquanto 14,3% atribuíram nota 8, 8,6% nota 7 e 14,3% nota 6 (Figura 15). As notas de 6 a 9 corresponderam, conjuntamente, a 74,3% das avaliações. O resultado demonstra uma aceitação satisfatória da textura, embora tenha sido observada certa diversidade nas respostas, incluindo avaliações nas categorias de menor aceitação.

Na avaliação global, verificou-se uma tendência predominantemente positiva. A nota 9 foi atribuída por 42,9% dos participantes, seguida pelas notas 7 e 6, ambas com 17,1%, e pela nota 8, com 14,3%. Considerando as notas de 6 a 9, 91,4% dos julgadores demonstraram aceitação da preparação (Figura 16). Esse resultado indica que, de maneira geral, o produto apresentou boa aceitação sensorial entre os participantes.

A intenção de compra também apresentou resultado favorável. Do total de julgadores, 31,4% afirmaram que certamente comprariam o produto e 25,7% que provavelmente comprariam, totalizando 57,1% de respostas positivas quanto à intenção de aquisição. Outros 28,6% demonstraram indecisão, enquanto 14,3% indicaram baixa intenção de compra (Figura 17). A predominância das respostas favoráveis sugere que as características sensoriais observadas foram capazes de despertar interesse pelo produto.

Além das avaliações quantitativas, os participantes tiveram a oportunidade de registrar comentários sobre a preparação. Entre os aspectos que mais agradaram, o sabor foi o item mencionado com maior frequência. Quanto à possibilidade de melhorias, foram apresentadas respostas variadas, porém predominou a percepção de que não havia necessidade de alterações no produto, indicando satisfação geral com a preparação desenvolvida.

Conclusão

A releitura gastronômica desenvolvida demonstrou potencial como alternativa para ampliar as formas de utilização de Anomalocardia brasiliana (Liliu), especialmente por apresentar boa receptividade entre os participantes da análise sensorial. A

predominância de avaliações positivas indica que a preparação conseguiu associar as características do molusco a uma proposta gastronômica com potencial de aceitação.

Dessa forma, o trabalho reforça a possibilidade de utilização da gastronomia como estratégia de valorização de produtos de baixo valor comercial, contribuindo para ampliar suas possibilidades de consumo e agregar valor à matéria-prima. Como perspectiva para estudos futuros, sugere-se o aprimoramento da formulação, a realização de análises físico-químicas e microbiológicas e a avaliação do produto com um número maior de consumidores, visando verificar sua viabilidade para produção e comercialização.

Referências

CARVALHO, Cláudia do Nascimento. Utilização do Liliu (Anomalocardia brasiliana) para a elaboração de um novo prato gastronômico. Macaíba, 2018.

FERRAZ, Fernanda Avelino; RIBAS, Liz Cristina Camargo; SERPA, Léo. Reconhecimento e caracterização do consumo e usos alimentares do molusco "sarnambi" – Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791) – pela população da Região Metropolitana da Grande São Luís (MA). Mangút: Conexões Gastronômicas, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 51-72, 2023. DOI: https://doi.org/10.70051/mangt.v3i1.54191. Disponível em: https://revistas.ufrj.br/index.php/mangut/article/view/54191. Acesso em: 31 jul. 2026.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in Action. Rome: FAO, 2024. DOI: https://doi.org/10.4060/cd0683en.

LIMA, G. F.; LOPES, R. L. Impactos ambientais dos resíduos gerados na pesca artesanal de molusco bivalve no distrito de Patané/Arez-RN. HOLOS, 2016. Disponível em: https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/download/3668/1525. Acesso em: 31 jul. 2026.

SMAAL, Aad C. et al. (ed.). Goods and Services of Marine Bivalves. Cham: Springer, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9. Acesso em: 31 jul. 2026.

UMMUS, Marta Eichemberger; PEDROZA FILHO, Manoel Xavier; KIMPARA, Janaína Mitsue; KATO, Hellen Christina de Almeida. Tendências da aquicultura no Brasil: um levantamento participativo. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2025. 53 p. (Documentos, 58). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Manoel-Pedroza Filho/publication/394465281_Tendencias_da_Aquicultura_no_Brasil_um_levantamento_participativo/links/689c9903fc368579b82fae42/Tendencias-daAquicultura-no-Brasil-um levantamento-participativo.pdf. Acesso em: 31 jul. 2026.

Anexos



Figura 1 – Cocção em salmoura.



Figura 2 – Equipamento de aquecimento elétrico (rabo-quente ou mergulhão).



Figura 3 – Verduras utilizadas no processamento.



Figura 4 – Cocos provenientes da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ).



Figura 5 – Cocção do produto com leite de coco.



Figura 6 – Amostras servidas para análise sensorial.



Figura 7 – Distribuição dos julgadores segundo a faixa etária.



Figura 8 – Distribuição dos julgadores segundo o sexo.



Figura 9 – Distribuição dos julgadores segundo o nível de escolaridade



Figura 10 – Frequência de consumo de moluscos entre os julgadores.



Figura 11 – Distribuição das notas atribuídas pelos julgadores ao atributo aparência.



Figura 12 – Distribuição das notas atribuídas pelos julgadores ao atributo aroma.



Figura 13 – Distribuição das notas atribuídas pelos julgadores ao atributo cor.



Figura 14 – Distribuição das notas atribuídas pelos julgadores ao atributo sabor.



Figura 15 – Distribuição das notas atribuídas pelos julgadores ao atributo textura.



Figura 16 – Distribuição das notas atribuídas pelos julgadores à avaliação global do produto.



Figura 17 – Distribuição das respostas dos julgadores quanto à intenção de compra do produto.

CÓDIGO: SB1273

AUTOR: BRENDA GABRIELA PONTES CARDOSO

COAUTOR: RODRIGO DA SILVA SANTOS

COAUTOR: JOAO VIRGINIO EMERENCIANO NETO

ORIENTADOR: STELA ANTAS URBANO

TÍTULO: Monitoramento do desenvolvimento ponderal e da morfometria de cordeiros Santa Inês manejados em pasto e recebendo suplementação concentrada.

Resumo

Objetivou-se monitorar o desenvolvimento ponderal e morfométrico de cordeiros Santa Inês manejados em pastagem de capim-massai e submetidos à suplementação concentrada via creep-feeding, visando gerar dados para subsidiar o desenvolvimento de um aplicativo móvel capaz de estimar o peso corporal ao desmame a partir de medidas morfométricas. Foram monitorados cordeiros da raça Santa Inês, com idade entre 1 e 84 dias, nascidos no rebanho experimental do GEFORP-UFRN, no ano de 2026. Durante o período experimental, os animais foram mantidos em pastagem de Megathyrsusmaximum cv. Massai e receberam suplementação concentrada à vontade por meio de sistema creep-feeding . O tipo de parto influenciou (P<0,05) todas as características de desempenho, com maiores médias para os animais provenientes de parto simples. O sexo influenciou (P<0,05) o peso ao nascer e o peso ao desmame, com maiores médias para os machos, mas não afetou (P>0,05) o GMD e o GPT, cujas médias foram de 165,0 g/dia e 13,850 kg, respectivamente. Todas as medidas morfométricas apresentaram correlação positiva e significativa (P<0,05) com o peso ao desmame, destacando-se o perímetro torácico (r=0,847) e o perímetro de barril (r=0,843), seguidos pelo comprimento corporal (r=0,746) e pela altura anterior (r=0,730).

Palavras-chave: Medidas corporais;tipo de parto;ganho médio diário;estimativa de peso.

TITLE: Monitoring of Weight Development and Morphometric Traits of Sawnta Inês Lambs Managed on Pasture and Receiving Concentrate Supplementation.

Abstract

The objective was to monitor the weight and morphometric development of Santa Inês lambs managed on Massai grass pasture and subjected to concentrate supplementation via creep-feeding, aiming to generate data to support the development of a mobile application capable of estimating body weight at weaning based on morphometric measurements. Santa Inês lambs aged between 1 and 84 days, born in the GEFORP-UFRN experimental herd in 2026, were monitored. During the experimental period, the animals were maintained on Megathyrsus maximus cv. Massai pasture and received concentrate supplementation ad libitum through a creep-feeding system. Litter size influenced ($P < 0.05$) all performance traits, with higher means for animals from single births. Sex influenced ($P < 0.05$) birth weight and weaning weight, with higher means for males, but did not affect ($P > 0.05$) average daily gain (ADG) and total weight gain (TWG), which averaged 165.0 g/day and 13.850 kg, respectively. All morphometric measurements showed positive and significant correlations ($P < 0.05$) with weaning weight, particularly heart girth ($r = 0.847$) and barrel girth ($r = 0.843$), followed by body length ($r = 0.746$) and withers height ($r = 0.730$). It is concluded that litter size is an important factor associated with the performance of Santa Inês lambs, while heart girth and barrel girth have potential to assist in the indirect estimation of body weight during the pre-weaning phase.

Keywords: Body measurements;birth type;average daily gain(ADG);weight estimation

Introdução

As regiões semiáridas expressam vocação natural para a criação de ovinos, fato que provavelmente decorre da caracterização climática da região e da adaptabilidade de tal espécie, que se mostra mais rústica que os bovinos, por exemplo, e instiga os produtores a investirem em sistemas de ciclo curto com foco na produção de carne. Contudo, fragilidades da cadeia produtiva repercutem na comercialização frequente de carcaças que não são originárias de sistemas especializados na produção de carne (Silva et al. 2024), o que resulta no abastecimento do mercado com produtos sem o padrão de qualidade exigido pelo consumidor moderno. Assim, especula-se que a redução da idade ao abate proporcione melhoria da qualidade da carne que chega ao consumidor final e tenda a incrementar o consumo per capta deste produto no Brasil, alavancando a pecuária ovina de corte e contribuindo para a consolidação da atividade (Urbano et al., 2023). A técnica da oferta de suplementos concentrados tem sido pontuada como vital para a manutenção da sustentabilidade de sistemas de produção embasados em pastagens (Miorin et al., 2016), nos quais existe oscilação na quantidade e na qualidade da oferta de alimento, com reflexos diretos na produtividade do sistema. Todavia, sincronizar nutrientes suplementares e forrageiros parece desafiador e o sucesso depende da otimização do funcionamento ruminal, buscando-se incremento no suprimento de energia metabolizável e da síntese de proteína microbiana, o que repercutirá, invariavelmente, em potencialização do desempenho animal e favorecimento da redução da idade ao abate (Gurgel et al., 2018). No caso específico de ruminantes neonatos lactentes, é sabido e consolidado que o desenvolvimento adequado do rúmen depende fundamentalmente da ingestão de concentrado, uma vez que este estimula a produção de ácidos graxos voláteis (AGVs) pela fermentação microbiana, os quais atuam diretamente nas papilas ruminais, acelerando o desenvolvimento funcional do epitélio ruminal (Berchielli et al., 2011) e, portanto, repercutindo positivamente

sobre a eficiência de crescimento. Desta forma, entende-se que a oferta de concentrados a cordeiros em cochos privativos (creep feeding) é uma ferramenta estratégica e indispensável quando se tem por objetivo aumentar o peso ao desmame e, consequentemente, encurtar o ciclo de produção da carne ovina (Urbano et al. 2017). Em tese, quanto mais cedo o animal consome o concentrado, mais rápido as papilas ruminais se desenvolvem e permitem a absorção dos produtos da fermentação ruminal, impulsionando o desempenho dos cordeiros. Assim, conhecer o desenvolvimento e desempenho dos animais é essencial na tomada de decisão dentro do ciclo de produção de ruminantes (Gurgel et al., 2021) e o peso do animal é um dos indicadores primários. No quesito prático, para acompanhar o desenvolvimento dos animais de forma mais precisa deveriam ser utilizadas balanças pecuárias, no entanto, não é a realidade de muitos produtores de ovinos, dado o custo elevado do equipamento. Logo, a fim de facilitar o manejo dos animais e acompanhar o desenvolvimento ponderal por meio de medidas fáceis de serem utilizadas e interpretadas, surgem os modelos para predizer o peso do animal no decorrer de sua vida. As medidas morfométricas podem ser obtidas facilmente com hipômetro e/ou fita métrica e podem ser utilizadas para predizer o peso dos animais por meio de modelos matemáticos que utilizem com uma ou mais medidas, permitindo estimar pesos próximos do peso observado.

Metodologia

Foram monitorados, pesados e medidos todos os borregos da raça Santa Inês, com idade entre 1 e 84 dias, nascidos no rebanho experimental do Laboratório de Ensino e Pesquisa em Ovinocultura da UFRN, no ano de 2026. O rebanho era estabilizado em 70 matrizes de diferentes ordens de parto, em plena atividade reprodutiva e selecionadas de acordo com a habilidade materna e com as características raciais, morfológicas e de desempenho desejáveis a um rebanho destinado à produção de carne. Os animais analisados foram oriundos de quatro estações de nascimento, resultantes de estações de monta realizadas anualmente, com duração de 45 dias, nas quais foram utilizados dois reprodutores puros da raça Santa Inês. O Laboratório de Ensino e Pesquisa em Ovinocultura da UFRN está localizado na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UAECA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), situada no município de Macaíba, na mesorregião do Leste do Estado do Rio Grande do Norte. Os dados de precipitação pluviométrica foram coletados diariamente em pluviômetro instalado na área experimental, para fins de cálculo da precipitação média anual. Durante o período de coleta de dados, os animais foram mantidos em pastagem experimental composta por Megathyrsus (sin. Panicum) maximum cv. Massai, com área total de 0,96 há (9.600 m²), equipada com bebedouro e cocho para suplementação mineral. A suplementação concentrada foi ofertada no galpão de manejo, dotado de bebedouros e comedouros coletivos de acesso geral às matrizes e crias, além de acesso restrito às crias por meio do sistema creep-feeding.Os animais experimentais receberam assistência pós-natal imediata e, após a ingestão do colostro e a aceitação materna, foram pesados, identificados e submetidos aos procedimentos de manejo sanitário. Durante a fase experimental, os animais permaneceram integralmente com as mães durante os 14 primeiros dias de vida, sendo submetidos à mamada controlada a partir do 15º dia. Nesse manejo, durante o período de pastejo das mães, os cordeiros permaneceram em um piquete de Panicum maximum cv. Massai, das 07h às 15h. Após esse período, foram recolhidos ao galpão e agrupados junto às mães em baias coletivas, onde permaneceram durante a noite. As baias eram providas de comedouros para as

matrizes e bebedouros com água à vontade, além de uma instalação do tipo creep-feeding, que restringia aos cordeiros o acesso ao concentrado específico. Durante a fase de cria, os cordeiros receberam, ad libitum e desde o primeiro dia de vida, um concentrado creep composto, com base na matéria seca, por 60,1% de milho grão moído, 36,9% de farelo de soja, 2,5% de mistura mineral e 0,5% de sal comum. As dietas sólidas foram disponibilizadas nos cochos privativos desde as primeiras horas de vida dos cordeiros, como forma de estimular a ingestão de alimentos sólidos. Para a avaliação do desenvolvimento ponderal, os cordeiros foram pesados a cada sete dias, do nascimento até os 84 dias de vida, sempre antes de serem direcionados ao pasto, possibilitando o cálculo do ganho de peso total (GT) e do ganho de peso médio diário (GMD). Para o cálculo do GT, o peso ao nascer foi diminuído do peso aos 84 dias, enquanto o GMD foi obtido dividindo-se o ganho de peso total por 84 dias. Com o auxílio de um hipômetro, foram tomadas as medidas morfométricas dos animais a cada 28 dias, utilizando-se a metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007), para mensuração da altura do posterior, altura do anterior, perímetro do barril, perímetro torácico, largura do peito, largura da garupa e comprimento corporal neozelandês. Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas. Inicialmente, foram calculadas as estatísticas descritivas (média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo e coeficiente de variação) do peso ao nascimento, ganho de peso total e peso ao desmame, de acordo com o sexo e o tipo de parto (Tabela 1). Tabela 1. Estatísticas descritivas do peso ao nascimento, ganho de peso total e peso ao desmame de cordeiros Santa Inês, de acordo com o sexo e o tipo de parto, manejados em pastagem de capim-massai com suplementação concentrada via creep-feeding. Variável (kg) Sexo Tipo deParto Média(kg) DP(kg) Máximo (kg) Mínimo (kg) CV (%) Peso ao nascimento F Duplo 3,099 0,392 4,104 2,350 12,65 Simples 3,646 0,632 5,110 2,140 17,33 M Duplo 3,535 0,405 4,304 2,924 11,45 Simples 3,740 0,570 5,210 1,960 15,24 Ganho de peso total F Duplo 12,427 3,613 20,455 6,200 29,10 Simples 15,173 4,037 26,002 4,980 26,06 M Duplo 13,920 3,446 22,602 7,090 24,75 Simples 15,066 4,045 27,277 7,593 26,85 Peso ao Desmame F Duplo 15,525 3,755 23,960 8,550 24,20 Simples 18,764 4,188 30,000 10,420 22,31 M Duplo 17,454 3,484 26,420 11,020 19,96 Simples 18,822 4,225 31,340 10,240 22,45 DP: desvio padrão da média; CV: coeficiente de variação. Os efeitos do sexo e do tipo de parto sobre o peso ao nascer, o ganho médio diário (GMD), o ganho de peso total (GPT) e o peso ao desmame foram avaliados por meio de análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste t de Student, adotando-se o nível de significância de 5%. Para a estimativa do peso ao desmame, foi determinada a correlação linear de Pearson entre as medidas morfométricas e o peso ao desmame, conforme descrito por Mesquita et al. (2009), adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussões

Verificou-se efeito ($P<0,05$) do tipo de parto sobre todas as variáveis analisadas, incluindo peso ao nascer, ganho médio diário (GMD), ganho de peso total (GPT) e peso ao desmame (Tabela 2), com médias superiores para os animais provenientes de parto simples em relação àqueles de parto duplo. Esses resultados podem estar relacionados à maior disponibilidade de nutrientes e espaço uterino para o desenvolvimento fetalem gestações simples. Em gestações gemelares, os nutrientes da matriz são divididos entre dois fetos, limitando o crescimento individual. Além disso, cordeiros provenientes de partos gemelares podem apresentar menor crescimento durante a fase de cria em razão

da menor disponibilidade de leite por cria (Paula et al., 2025).Dessa forma, mesmo com o fornecimento de suplementação concentrada via creep-feeding, o tipo de parto permaneceu como um importante fator associado ao desempenho dos cordeiros. Tabela 2. Efeito do sexo e tipo de parto no peso ao nascer, desempenho e peso ao desmame de cordeiros Santa Inês manejados em capim-massai e submetidos à suplementação concentrada via creep-feeding. Variável Tipo de parto P-valor Simples Duplo Peso ao nascer (kg) 3,680 3,170 <0,001 GMD (g/dia) 183,0 148,0 <0,001 GPT (kg) 15,30 12,40 <0,001 Peso ao desmame(kg) 19,00 15,60 <0,001 Sexo Macho Fêmea Peso ao nascer (kg) 3,570 3,290 <0,001 GMD (g/dia) 170,0 160,0 0,091 GPT (kg) 14,300 13,400 0,091 Peso ao desmame(kg) 17,800 16,700 0,024 GMD: ganho médio diário; GPT: ganho de peso total. Médias diferem entre si pelo teste t deStudent a 5% de probabilidade quando P < 0,05, dentro de cada fator (tipo de parto e sexo). Quanto ao sexo, houve efeito (P<0,05) sobre o peso ao nascer e o peso ao desmame, com maiores médias para os machos em relação às fêmeas. O sexo não influenciou (P>0,05) o GMD e o GPT, que apresentaram médias de 165,0 g/dia e 13,850 kg, respectivamente. Tais resultados podem estar relacionados às diferenças fisiológicas entre os sexos, uma vez que os machos tendem a apresentar maior peso corporal desde o nascimento. Entretanto, a ausência de efeito do sexo sobre o GMD sugere que essa diferença de peso não esteve associada a diferenças na velocidade de crescimento durante o período avaliado. Em animais jovens, as diferenças no desempenho entre machos e fêmeas podem ser menos evidentes, tornando-se mais pronunciadas com o avanço da idade e a maturidade sexual, devido à presença da testosterona (Brandão et al., 2024). Observou-se correlação positiva e significativa (P < 0,05) entre todas as medidas morfométricas e o peso ao desmame dos cordeiros (Tabela 3). As maiores correlações foram verificadas entre o peso ao desmame e o perímetro torácico (r = 0,847) e o perímetro de barril (r = 0,843), seguidas pelo comprimento corporal (r = 0,746) e pela altura anterior (r = 0,730). As demais medidas também apresentaram correlações significativas, porém de menor magnitude: largra da garupa (r = 0,685), largura do peito (r = 0,665) e altura posterior (r = 0,597). Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre as medidas morfométricas e peso ao desmame de cordeiros Santa Inês manejados em pastos de capim-massai e submetidos à suplementação concentrada via creep-feeding. Peso CC AA AP LP LG PT CC 0,746* AA 0,730* 0,619* AP 0,597* 0,387* 0,738* LP 0,665* 0,462* 0,444* 0,500* LG 0,685* 0,569* 0,398* 0,188 0,585* PT 0,847* 0,691* 0,699* 0,427* 0,534* 0,664* PB 0,843* 0,567* 0,591* 0,488* 0,534* 0,604* 0,818* CC: comprimento corporal; AA: altura anterior; AP: altura posterior; LP: largura do peito; LG: largura da garupa; PT: perímetro torácico; PB: perímetro de barril.*Correlação significativa a 5% de probabilidade. De maneira geral, as correlações observadas entre o peso corporal e as medidas morfométricas demonstram a estreita associação entre essas características, indicando o potencial das medidas corporais para auxiliar na estimativa indireta do peso de cordeiros Santa Inês na fase de cria. Os maiores valores de correlação observados, principalmente, para o perímetro torácico e o perímetro de barril evidenciam o potencial dessas medidas para a predição do peso corporal, especialmente em propriedades onde não há capital para aquisição de balança. Resultados semelhantes ao do presente estudo têm sido relatados em ovinos Santa Inês, nos quais medidas morfométricas apresentaram elevada associação com o peso corporal, demonstrando sua aplicabilidade como alternativa prática para a estimativa do peso vivo em condições mais simples de campo (Silva et al., 2006; Souza et al., 2014).

Conclusão

Conclui-se que o tipo de parto é um importante fator associado ao desempenho de cordeiros Santa Inês, sendo observados melhores resultados nos animais provenientes de parto simples. O sexo influencia o peso ao nascimento e ao desmame, porém não interfere no ganho de peso durante a fase de cria. As medidas morfométricas apresentam correlação positiva com o peso ao desmame, destacando-se o perímetro torácico e o perímetro de barril como medidas com potencial para auxiliar na estimativa indireta do peso corporal de cordeiros Santa Inês durante a fase de cria.

Referências

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de ruminantes.2. ed. Jaboticabal: Funep, p.583, 2011. BRANDÃO, J. C. A. B.; CARTAXO, F. Q.; PINTO, M. S. C.; TARGINO, L. C.; GOMES, R. N.; SOUZA, D. D. R.; CARDOSO, A. F. M.; MORAIS, L. K. C.; FARIAS, C. A.; RAMOS, J. P. F. Análise comparativa de ovinos mestiços Santa Inês e Dorper: eficácia produtiva e reprodutiva no Semiárido. Ciência Animal Brasileira, v. 25, e75817P, 2024. CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Campina Grande: Editora UFCG, 2007. 120 p. GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; ROBERTO, F. F. S.; DANTAS, J. L. S. Suplementação estratégica para animais em pasto. Pubvet, v. 12, n. 1, 1-10, 2018. GURGEL, A.L.C.; DIFANTE, G.S.; EMERENCIANO NETO, J.V.; SANTANA, J.C.S.; DANTAS, J.L.S.; ROBERTO, F.F.S.; CAMPOS, N.R.F.; COSTA, A.B.G. Use of biometrics in the prediction of body weight in crossbred lambs. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.73, p. 261 – 264, 2021. MESQUITA, F.L. T.; MIRANDA, E.C.; COSTA, A.N.L.; CINTRA, F.T.; PINHEIRO, D.M.; CABRAL JR., C.R. Análise de regressão linear múltipla para o ganho de peso de cordeiros provenientes de diferentes grupos genéticos. Revista Brasileira de higiene e Sanidade Animal, v. 3, n. 1, p. 19-25, 2009. PAULA, G. R.; RIBEIRO, E. L. A.; SIMONELLI, S. M.; GRANDIS, F. A.; MARESTONE, B. S.; MASSARO JUNIOR, F. L.; FREITAS, T. C.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; SOUZA, M. T. R.Efeito do flushing alimentar sobre a eficiência produtiva e reprodutiva em ovelhas. Ciência Animal Brasileira, v. 26, e80913P, 2025. SILVA, D. C.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A.; CAMPELO, J. E. G.; OLIVEIRA, M. E.; MALHADO, C. H. M. Estimativa do peso vivo através do perímetro torácico de ovinos Santa Inês. Revista Científica de Produção Animal, v. 8, n. 2, p. 41–46, 2006. SILVA, R. F.; RIBEIRO, P. H. C.; SILVA, Y. S.; SOARES, M. A. L.; RIBEIRO, C. V. D. M.; RANGEL, A. H. N.; FERREIRA, M. A.; EMERENCIANO NETO, J. V.; URBANO, S. A. Weight development and growth curves of grazing Santa Inês sheep supplemented with concentrate in the pre-weaning phase.Animals, v.14, n.12, p.1766, 2024. SOUZA, D. S.; SILVA, H. P.; CARVALHO, J. M. P.; MELO, W. O.; MONTEIRO, B. M.; OLIVEIRA, D. R. Desenvolvimento corporal e relação entre biometria e peso de cordeiros lactantes da raça Santa Inês criados na Amazônia. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 66, n. 6, p. 1787–1794, 2014. URBANO, S.A.; FERREIRA, M.A.; RANGEL, A.H.N; LIMA JÚNIOR, D.M.; ANDRADE, R.P.X.; NOVAES, L.P. Lamb feeding strategies during the pre-weaning period in intensive meat production systems. Tropical and Subtropical Agroecosystems, v. 20, n. 1, 2017. URBANO, S. A.; RODRIGUES, J. C. N.; RIBEIRO, P. H. C.; SILVA, Y. D. S.; SILVA, R. F.; EMERENCIANO NETO, J. V.; RANGEL, A. H. D. N.; OLIVEIRA, J. P. F.;MEDEIROS, H. R. Nutrient intake, performance, carcass

characteristics, meat quality, and cost analysis of sheep submitted to intermittent supplementation on masai grass pastures. Animals, v. 13, 1267-1278, 2023.

CÓDIGO: SB1279

AUTOR: CAUA LIEZER DANTAS DE ARAUJO SILVA

ORIENTADOR: JOAO VIRGINIO EMERENCIANO NETO

TÍTULO: Bioeconomicidade do uso do coproduto da produção de etanol de milho (DDGS) na suplementação de ovinos Santa Inês terminados intensivamente a pasto.

Resumo

O estudo teve como objetivo avaliar o efeito do DDG de milho com fonte de proteína alternativa ao farelo de soja sobre o consumo de matéria seca, desempenho, comportamento ingestivo, características de carcaça, composição tecidual, qualidade da carne e a bioeconomicidade em ovinos terminados em pastagem de capim-Massai recebendo suplementação concentrada. O experimento foi realizado no Grupo de Estudos em Forragicultura e Produção de Ruminantes (GEFORP), localizado na Unidade Acadêmica especializada em Ciências Agrárias da UFRN. Foram utilizados 36 ovinos da raça Santa Inês, com peso inicial médio de 18,0 ± 1,5 kg e idade inicial média de 90 ± 10 dias, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos e nove repetições. Os tratamentos experimentais consistiram em níveis crescentes do DDG de milho (0, 33, 66 e 100%) em substituição ao farelo de soja, Para ser avaliado o consumo de matéria seca, desempenho, comportamento ingestivo, características de carcaça, cortes comerciais, composição tecidual, parâmetros qualitativos da carne e bioeconomicidade. Esperando-se disponibilizar informações de cunho técnico-científico que possam nortear os produtores de ovinos de corte na aplicação de novas práticas de manejo nutricional que refletem em melhores índices produtivos e econômicos e, ainda, contribuir com a formação de recursos humanos através do envolvimento de alunos de iniciação científica e de pós-graduação na pesquisa.

Palavras-chave: Bioeconomicidade; DDG de milho; Farelo de soja; Viabilidade.

TITLE: Bioeconomics of using corn ethanol by-product (DDGS) in the supplementation of Santa Inês sheep intensively finished on pasture.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of corn DDGS (dried distillers grains with solubles) as an alternative protein source to soybean meal on dry matter intake, performance, feeding behavior, carcass characteristics, tissue composition, meat quality, and bioeconomics in sheep finished on Massai grass pasture receiving

concentrated supplementation. The experiment was conducted at the Forrage and Ruminant Production Study Group (GEFORP), located in the Academic Unit Specialized in Agricultural Sciences at UFRN. Thirty-six Santa Inês sheep were used, with an average initial body weight of 18.0 ± 1.5 kg and an average initial age of 90 ± 10 days, distributed in a completely randomized experimental design with four treatments and nine replications. The experimental treatments consisted of increasing levels of corn DDGS (0, 33, 66, and 100%) replacing soybean meal to evaluate dry matter intake, performance, feeding behavior, carcass characteristics, commercial cuts, tissue composition, meat quality parameters, and bioeconomics. The study aims to provide technical-scientific information that can guide meat sheep producers in adopting new nutritional management practices that lead to better productive and economic indices, while also contributing to human resource training through the involvement of undergraduate and graduate students in research.

Keywords: Bioeconomics; Corn DDGS; Soybean meal; Feasibility.

Introdução

No cenário mundial, a criação de pequenos ruminantes tem apresentado uma mudança de paradigma, abandonando o cenário da subsistência e assumindo o conceito de atividade empresarial especializada e rentável (Mazzinghy et al. 2014). Num contexto global, considerando-se os rebanhos efetivos, a ovinocultura é liderada pela China, com cerca de 162 milhões de cabeças, seguida pela Austrália, com um pouco mais de 67 milhões de animais, e, em terceiro lugar, a Índia, com 63 milhões de cabeças (EMBRAPA, 2016). O Brasil, por outro lado, tem efetivo estimado em cerca de 20 milhões de cabeças, distribuídas principalmente - cerca de 70% do total - na região nordeste do país (IBGE, 2023). Especificamente no Rio Grande do Norte, 770 mil cabeças de ovinos compõem o rebanho, posicionado o Estado na sétima colocação do ranking nacional e sexta posição no Nordeste, com destaque para as mesorregiões Oeste Potiguar - com 396 mil ovinos – e Central Potiguar - com 246 mil cabeças - segundo dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do IBGE (2023). A posição destacada do Nordeste frente ao efetivo do rebanho ovino brasileiro se deve ao fato de as regiões semiáridas expressarem vocação natural para a criação de ovinos, fato que provavelmente decorre da caracterização climática da região e da adaptabilidade de tal espécie, que se mostra mais rústica que os bovinos, por exemplo, e instiga os produtores a investirem em sistemas de ciclo curto com foco na produção de carne. Desta feita, aplicações financeiras realizadas na cadeia produtiva da carne ovina, segundo Urbano et al. (2023), são justificadas pela boa aceitação que a carne de cordeiro apresenta em segmentos sofisticados, como o da alta gastronomia, reafirmando o potencial de comercialização em grande escala. Todavia, a cadeia encontra-se desestruturada devido à falta de comunicação entre os elos que compõem o complexo, o que repercute na falta de padronização do produto final (Santos & Borges, 2019), resultando no abastecimento do mercado com carcaças sem o padrão de qualidade exigido pelo consumidor moderno. Segundo Urbano et al. (2017), o aumento do consumo de carne ovina por brasileiros é imprescindível para consolidação da cadeia e está diretamente ligado à melhoria na qualidade do produto que chega ao consumidor, que atualmente é limitado pelo abastecimento do mercado com carcaças oriundas de animais com idade avançada, o que compromete aspectos físicos, químicos e sensoriais da carne. Neste sentido, é necessário desenvolver estratégias de manejo focadas na redução da idade ao abate e na

intensificação da produção de animais jovens, a fim de ofertar carne de qualidade e em quantidade ao mercado, atraindo novos consumidores e fidelizando os antigos. Face à nova exigência do mercado, o sistema de produção de cordeiros em confinamento passou a ser utilizado com o objetivo de diminuir a idade ao abate, melhorar a qualidade das carcaças produzidas e intensificar a produção de carne ovina. Entretanto, o emprego de "commodities agrícolas" como ingredientes tradicionais da alimentação animal eleva os custos dos concentrados utilizados pelos produtores, diminuindo a margem de lucro da atividade pecuária quando desenvolvida em confinamento (Urbano et al., 2016). Considerando ainda que a região Nordeste não figura entre as maiores produtoras de grãos do Brasil e, como consequência, insumos e ingredientes são comercializados a preços consideravelmente elevados, a produção de ovinos em confinamento pode comprometer a viabilidade econômica dos sistemas de produção. Por este motivo e com base nos indicadores econômicos, Barros et al. (2009) recomendaram a terminação de ovinos a pasto sem, contudo, deixar de enaltecer a necessidade de elevar a eficiência de produção.

Metodologia

O presente estudo utilizou 36 ovinos machos da raça Santa Inês, oriundos do plantel do Grupo de Estudos em Forragicultura e Produção de Ruminantes (GEFORP), instalada na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, em Macaíba-RN. Os animais iniciaram o estudo com peso inicial médio de 18,0 ± 1,5 kg e idade inicial média de 90 ± 10 dias, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos e nove repetições. Os tratamentos experimentais consistiram em diferentes fontes de proteína como ingredientes do suplemento concentrado, quais foram: farelo de soja, farelo de algodão, farelo de glúten de milho 21, DDG de milho. No início do período experimental, os animais foram identificados com colares de cores diferentes para cada tratamento e, após receberem as vacinas contra raiva, clostridioses e tratamento contra endo e ectoparasitas, passaram por 14 dias de adaptação ao manejo e a instalações experimentais. Durante todo o período experimental (incluindo o período de adaptação), os animais foram mantidos em pastejo das 08:00h às 16:00h, quando foram recolhidos para às baias, onde receberam suplemento em quantidade equivalente a 2,5% do peso corporal, com base na matéria seca. O concentrado fornecido no período experimental foi constituído por milho em grão moído, farelo de soja ou farelo de algodão ou farelo de glúten de milho 21 ou DDG de milho, ureia, sal comum e mistura mineral, de modo a atender as exigências preconizadas pelo Nutrient requirements of small ruminants, NRC (2007) para o atendimento das exigências nutricionais de mantença de ovinos em crescimento, permitindo ganhos médios diários de 100g/dia. Os concentrados foram formulados para serem isonitrogenados (19% de proteína bruta), sendo ajustados com ureia e sulfato de amônio em virtude dos diferentes percentuais de proteína bruta das fontes proteicas alternativas ao farelo de soja. Para acompanhamento da evolução do peso, ajuste da oferta de suplemento e cálculo de ganho de peso médio diário (GMD), os animais foram pesados no início do período experimental e a cada 14 dias, até no final do experimento, sempre no manejo pela manhã, antes de serem liberados aos piquetes. O ganho de peso total (GT) será obtido pela diferença entre o peso final (PF) e peso inicial (PI): GT = (PF - PI) e a estimativa de ganho de peso médio diário (GMD) será obtida através da relação entre o GT e o total de dias referente ao período experimental, excluindo-se o período de adaptação. Para o cálculo da bioeconomicidade do uso da fonte alternativa

de proteína, o consumo de concentrado (kg/animal/dia), custo do concentrado (R$/kg) e preço da carne (R$/kg) foram levados em consideração e aplicados na seguinte equação: Bioeconomicidade = (kg da carne * preço da carne) – (kg de ração consumida pelo lote * preço do kg da ração). Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições, totalizando 36 parcelas. foi realizada análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (2009).

Resultados e Discussões

O peso final dos ovinos, o ganho de peso total, o ganho médio diário e a bioeconomicidade diferiram (P = 0,003) em função da fonte de proteína utilizada como ingrediente no concentrado (Tabela 2). Para todas as variáveis analisadas, verificou-se um comportamento semelhante entre as fontes de proteína utilizadas: animais alimentados com farelo de soja, DDG e farelo de algodão apresentaram melhor performance. Tabela 2. Viabilidade técnica e econômica do uso de fontes proteicas alternativas ao farelo de soja na dieta de ovinos Santa Inês terminados intensivamente em pasto de capim-massai. Variáveis Fonte de proteína no concentrado (%) CV6 (%) P-valor DDG1 FGM-212 Farelo de algodão Farelo de soja PF (kg)3 43,863a 38,650b 39,325ab 42,738ab 8,005 0,003 GPT (kg)4 10,575ab 6,788b 7,688ab 11,825a 35,725 0,033 GMD (kg)5 0,176ab 0,113b 0,128ab 0,197a 35,719 0,033 R$/kg de GP 6,304b 7,197ab 8,903a 6,329b 54,172 0,042 1DDG de milho; 2Farelo de glúten de milho; 3Peso final; 4Ganho de peso total; 5Ganho médio diário; 6Coeficiente de variação. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O pior cenário bioeconômico foi verificado quando o farelo de algodão compôs a dieta, havendo equivalência entre ele e o farelo de glúten de milho. Os melhores resultados de R$/kg de ganho de peso foram observados para animais que consumiram farelo de soja e DDG, havendo semelhança estatística entre estes dois e o farelo de glúten de milho. Demonstrando o alto valor nutricional do coproduto, consolidando como alternativa ao farelo de soja (produto tradicional). Embora não tenha apresentado superioridade estatística no custo por quilo de ganho em relação ao farelo de soja (R$ 6,32), o DDG (R$ 6,30) demonstrou viabilidade econômica por igualar a eficiência financeira do principal ingrediente do mercado. Essa equivalência coloca o DDG como uma alternativa estratégica viável para a pecuária nordestina, oferecendo ao produtor uma opção segura de substituição quando houver oscilação de preço ou escassez de fontes tradicionais de proteína na região, sem comprometer a margem de lucro da atividade.

Conclusão

Considerando-se, conjuntamente, aspectos de desempenho e viabilidade econômica, recomenda-se a substituição do farelo de soja pelo DDG no concentrado de cordeiros terminados intensivamente a pasto e recebendo suplementação concentrada.

Referências

CARVALHO, D.; PORTELLA, M.; MENEZES, L.; RUFINO JUNIOR, J.; BRAGA, C.; TERRES, L.; SOARES, J. Suplementação energética, protéica ou múltipla para ovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade. Bol. Ind. Anim., 76, e1448, 2019. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Sistema de Produção de Caprinos e Ovinos no Nordeste Brasileiro. Importância Econômica da Produção de Caprinos e Ovinos no Nordeste Brasileiro. 2016. GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; ROBERTO, F. F. S.; DANTAS, J. L. S. Suplementação estratégica para animais em pasto. Pubvet, v. 12, n. 1, 1-10, 2018. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2021. http//:ibge.gov.br/estatisticas/econômicas/agricultura-e-pecuária/-censo-agropecuário. Acesso em: 10 de maio de 2023GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; ROBERTO, F. F. S.; DANTAS, J. L. S. Suplementação estratégica para animais em pasto. Pubvet, v. 12, n. 1, 1-10, 2018. . MAZZINGHY, C.L.; ALMEIDA, K.S.; CASTRO, R.S.; VESCHI, J.L.A.; SILVA, M.A.G.S. Maedi-Visna em ovinos - revisão de literatura. Revista Científica de Medicina Veterinária, v.12, n. 23, p.1-21, 2014. MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. p. 29–44. In: Medeiros, S. R.; Marino, C. T. Nutrição Animal. EMBRAPA, Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2017. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requeriments of small ruminants. 1. ed. Washington, DC, USA: NAP, 362p., 2007. SANTOS, L. L., & DA ROSA BORGES, G. Fatores que influenciam no consumo de carne ovina. CBR-Consumer Behavior Review, v. 3, n. 1, 42-56, 2019. SILVA, H. J. T.; SANTOS, P. F. A.; NOGUEIRA JUNIOR, E. C.; & VIAN, C. E. D. F. Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil. Revista de Política Agrícola, v.29, n.1, 142, 2020. SPEROTTO, F. C. S.; BRANDÃO, F. J. B.; LEITE, A. DE L.; PADILHA, P. DE M.; & BIAGGIONI, M. A. M. Caracterização química e proteômica dos grãos secos de destilaria com solúveis (ddgs) de milho. Energia na agricultura, v. 33, n.1, 87–91, 2018. URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; BISPO, S. V.; SILVA. E. C.; SUASSUNA, J. M. A.; OLIVEIRA, J. P. F. Gérmen integral de milho em substituição ao milho na dieta de ovinos santa inês: características de carcaça e composição tecidual. Acta Veterinaria Brasilica, v.10, n.2, p.165-171, 2016. URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; RANGEL, A. H. N.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ANDRADE, R. P. X.; NOVAES, L. P. Lamb feeding strategies during the pre-weaning period in intensive meat production systems. Tropical and Subtropical Agroecosystems, v. 20, n. 1, 2017. URBANO, S. A.; RODRIGUES, J. C. N.; RIBEIRO, P. H. C.; SILVA, Y. D. S. SILVA, R. F. NETO, J. V. E.; RANGEL, A. H. D. N.; DE OLIVEIRA, J. P. F.; DE MEDEIROS, H. R. Nutrient intake, performance, carcass characteristics, meat quality, and cost analysis of sheep submitted to intermittent supplementation on masai grass pastures. Animals, v. 13, 1267-1278, 2023.

CÓDIGO: SB1324

AUTOR: JÚLIA HELENA JALES E SILVA

ORIENTADOR: KARINA RIBEIRO

TÍTULO: Analise de bem estar de camarões ornamentais mantidos em 3 tipos de substratos

Resumo

A escolha do substrato no aquarismo é determinante para a manutenção e o bem-estar de invertebrados aquáticos, pois influencia diretamente os parâmetros físico-químicos da água e a expressão comportamental dos organismos. O estudo foi conduzido no Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura (LAPEC), na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), objetivando avaliar o impacto de diferentes substratos no bem-estar, na taxa reprodutiva e na intensidade da coloração do camarão ornamental *Neocaridina davidi*. O delineamento experimental consistiu na distribuição aleatória dos espécimes em três tratamentos, com duas repetições cada, mantendo-se a padronização de iluminação e vegetação aquática. Os substratos testados foram: T1 (areia), T2 (pedra basáltica) e T3 (cascalho de conchas). Monitoraram-se periodicamente a qualidade da água (pH, temperatura e compostos nitrogenados), o comportamento, o sucesso reprodutivo e a pigmentação corporal. Os resultados indicaram que a pedra basáltica (T2) promoveu o maior realce na cor dos animais 56,59% e os melhores índices reprodutivos. Conclui-se que o substrato basáltico, por sua coloração escura, reduz o estresse do animal por camuflagem e melhora a expressão dos pigmentos, consolidando-se como a melhor opção para o cultivo e manejo do Neocaridina davidi. A pesquisa sugere a continuidade dos estudos no ramo da carcinicultura ornamental para aprimorar técnicas de cultivo, reduzir o estresse animal e aumentar a eficiência do setor.

Palavras-chave: Carcinicultura ornamental. Neocaridina davidi. Substrato basáltico.

TITLE: WELFARE ANALYSIS OF ORNAMENTAL SHRIMP KEPT ON THREE TYPES OFF SUBSTRATES

Abstract

The choice of substrate in aquarism is decisive for maintaining the well-being of aquatic invertebrates, as it directly influences physical-chemical water parameters and the behavioral expression of the organisms. The study was

conducted at the Laboratory of Research, Teaching, and Extension in Shrimp Farming (LAPEC), located at the Jundiaí Agricultural School (EAJ/UFRN), aiming to evaluate the impact of different substrates on the welfare, reproductive rate, and color intensity of the ornamental shrimp species *Neocaridina davidi*. The experimental design consisted of randomly distributing specimens across three distinct treatments, with two replicates each, while maintaining strict standardization of artificial lighting and aquatic vegetation. The substrates tested were: T1 (sand), T2 (basaltic stone), and T3 (shell gravel). Water quality parameters (pH, temperature, and nitrogenous compounds), as well as behavior, reproductive success, and body pigmentation, were monitored periodically. The results indicated that the basaltic stone (T2) promoted the highest color enhancement in the animals 56,59% alongside superior reproductive rates. It is concluded that the basaltic substrate, owing to its dark coloration, effectively reduces stress through natural camouflage and enhances pigment expression, consolidating itself as the optimal option for the management of Neocaridina davidi. Further research is recommended to refine culture techniques and boost sector efficiency.

Keywords: Ornamental shrimp farming. Neocaridina davidi. Basalt substrate

Introdução

No Brasil, o camarão é estratégico para a economia e a segurança alimentar, impulsionado pela carcinicultura que ultrapassa 100 mil toneladas anuais (com mais de 80% concentrados no Nordeste) e pela alta qualidade nutricional do produto (IBGE, 2024; Embrapa, 2021). Paralelamente ao consumo humano, o setor diversifica-se no aquarismo ornamental, onde a espécie de água doce *Neocaridina davidi* se destaca por sua rusticidade, adaptação e facilidade de reprodução. Estudos da Unesp (2023) reforçam o potencial da espécie para o empreendedorismo e a biotecnologia, unindo agronegócio, hobby e inovação sustentável. O camarão de água doce *Neocaridina davidi* é a principal espécie do aquarismo ornamental de invertebrados no Brasil e no mundo, graças à sua rusticidade, variedade de cores, fácil manejo e alta capacidade reprodutiva (Chamorro-Legarda et al., 2020). Pesquisas sobre sua nutrição e reprodução (UNESP, 2023) destacam o potencial da espécie para a biotecnologia e o empreendedorismo de pequeno porte, consolidando a carcinicultura ornamental como uma atividade lucrativa, inovadora e sustentável. Nesse cenário, entre os componentes estruturais do aquário, o substrato desempenha papel direto na estabilidade do ecossistema, afetando parâmetros físico-químicos da água (como pH e nível de amônia). No entanto, o impacto direto de diferentes composições de substrato sobre o bem-estar, comportamento e reprodução do animal ainda é pouco documentado sob rigor científico. O entendimento dessas interações é indispensável para o estabelecimento de protocolos adequados de manejo e manutenção do bem-estar animal em cativeiro, evitando estresses ambientais que possam comprometer a fisiologia e a coloração dos espécimes. Um dos pilares centrais da aquicultura ornamental é o apelo estético dos animais, pois a escolha de um substrato inadequado pode impactar negativamente a fixação de pigmentos, levando à perda da intensidade da cor dos camarões, uma consequência indesejada para aquaristas e criadores

comerciais. Diante disso, surgem questionamentos científicos cruciais: a composição do substrato afeta diretamente a intensidade cromática e a taxa reprodutiva de *Neocaridina davidi*? Determinados materiais favorecem a manutenção de cores vivas e o sucesso reprodutivo, enquanto outros inibem esses fatores ou causam a desbotamento do padrão visual? Qual substrato é tecnicamente recomendado para o uso produtivo e ornamental? Nesse viés, analisa-se a preocupação atrelada às características físicas e químicas de cada material: o cascalho de conchas, por sua composição rica em carbonato de cálcio (CaCO3), pode provocar a alcalinização contínua da água e potencializar a toxicidade da amônia livre; a areia, sendo um meio inerte de tonalidade clara, pode induzir ao desbotamento dos cromatóforos por mimetismo e reduzir a fixação de biofilme; enquanto a pedra basáltica, por ser inerte e de coloração escura, é hipotetizada como um ambiente promissor para realçar a pigmentação e manter a estabilidade química (Chamorro-Legarda et al., 2020; Tropea & López Greco, 2015). Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de três tipos de substratos sendo eles areia, pedra basáltica e cascalho de conchas, nos parâmetros de água (pH, temperatura, nível de amônia e compostos nitrogenados) e nos indicadores de bem-estar de camarões ornamentais *Neocaridina davidi*. Logo, busca-se responder às lacunas sobre a adequação desses materiais no manejo produtivo e estético da espécie.

Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura (LAPEC), situado na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), campus Macaíba da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O delineamento experimental consistiu em três tratamentos (T1, T2 e T3) com duas repetições cada, dispostos em estruturas de aquários com capacidade para 8 litros (Figura 1). Para manter o bem-estar e simular as condições fisiológicas ideais dos espécimes, o ambiente foi mantido sob fotoperíodo controlado de 12 horas de luz e 12 horas de escuridão (12C:12E), padrão recomendado para a manutenção do ritmo circadiano e redução do estresse em crustáceos ornamentais (ABOY, 2018). A caracterização dos tratamentos deu-se pela variação do tipo de substrato, os quais foram devidamente mensurados em balança (Figura 2) para garantir o preenchimento de uma mesma altura na base dos aquários: Tratamento 1 (T1): composto por 370 g de areia fina própria para aquarismo (Figura3). Tratamento 2 (T2): composto por 200 g de pedra basáltica (Figura 4). Tratamento 3 (T3): composto por 100 g de cascalho de conchas (Figura 5). A utilização de diferentes tipos de substratos, utilizados conforme as figuras de 1 a 5, justifica-se pela necessidade de avaliar a influência da textura, granulação e coloração de fundo sobre a camuflagem e a intensidade da pigmentação dos camarões. Adicionalmente, substratos calcários como o cascalho de conchas (T3) liberam carbonatos gradativamente na água, atuando na elevação e manutenção do pH e da alcalinidade (BOYD, 1990), enquanto substratos inertes (T1 e T2) não alteram os parâmetros químicos da água. Para a montagem dos sistemas de filtragem, confeccionaram-se biofiltros artesanais em garrafas plásticas preenchidas com conchas moídas (meio poroso para colonização de bactérias nitrificantes dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*) e uma camada superficial de manta acrílica (perlon), responsável pela retenção

mecânica de partículas em suspensão (Figura 6). A aeração foi mantida constante através de compressores de ar acoplados aos biofiltros, assegurando a oxigenação dissolvida e o fluxo de água necessário para a nitrificação eficaz da amônia tóxica (COLLINS et al., 1975). Todos os aquários foram ornamentalizados de forma padronizada com a macrófita aquática *Ceratophyllum demersum*, popularmente conhecida como rabo-de-raposa (Figura 7). A inclusão da planta justifica-se por sua capacidade de absorver compostos nitrogenados (nitrato e amônio), fornecer refúgio natural para minimizar comportamentos agressivos e oferecer microsuperfícies para o desenvolvimento de perifíton, fonte complementar de alimento (BOYD, 1990). Conchas *Crassostrea* (Figura 6) foram introduzidas como bandejas de alimentação para evitar o contato direto do alimento com o substrato, prevenindo o acúmulo e a decomposição de matéria orgânica no fundo do aquário. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia utilizando ração comercial contendo 42% de Proteína Bruta (PB), nível adequado para atender às exigências nutricionais e ao crescimento de crustáceos ornamentais (UNESP, 2023). Os aquários foram povoados na proporção sexual de 1 macho para 3 fêmeas por unidade experimental, para isso os animais foram selecionados (Figura 8) e colocados em aclimatação em seus respectivos tratamentos (Figura 9) A distribuição dos espécimes considerou três morfotipos de coloração: o morfotipo transparente foi destinado às duas repetições do T1, o morfotipo azul ao T2 e o morfotipo vermelho ao T3. O período experimental teve duração total de 60 dias sob supervisão constante. A monitorização dos parâmetros físico-químicos da água ocorreu em frequências prédeterminadas: a temperatura e o pH foram aferidos com o auxílio de refratômetro (Figura 10), enquanto as concentrações de amônia total e nitrito foram determinadas por meio de testes específicos de amônia e nitrito (Figura 11). No mesmo intervalo de 15 dias, realizou-se a manutenção dos ecossistemas mediante a limpeza dos aquários por meio da sifonagem do fundo para a remoção de detritos e fezes, acompanhada da limpeza dos biofiltros artesanais para evitar a colmatação do meio filtrante e assegurar a eficiência da filtragem biológica.

Resultados e Discussões

Após a observação constante do experimento durante 60 dias, desenvolveu-se os seguintes resultados: Tabela 1- Monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água por data e unidade experimental; Tabela 2 – Percentual do Total de Animais por Tratamento; Tabela 3– Distribuição da cor dos filhotes por tratamento e, Figura 12- Filhotes. Os parâmetros físico-químicos da água mantiveram-se dentro dos limites de conforto fisiológico para a espécie ao longo do período experimental. Por conseguinte, a temperatura oscilou entre 26,5°C e 30°C, faixa considerada adequada para o metabolismo e atividade reprodutiva de crustáceos ornamentais tropicais (Tabela 1). O pH apresentou estabilidade inicial em 7,5 em todos os tratamentos, sofrendo leve acidificação gradual até atingir médias entre 6,5 e 6,8 ao final do experimento. Bem como as concentrações de amônia total mantiveram-se predominantemente em 0 ppm, com um único registo pontual de 0,25 ppm na repetição T2 R1, enquanto os níveis de nitrito permanecem com 0 ppm em todas as repetições (Tabela 1). Desse modo, a ausência de picos tóxicos comprova a eficiência do biofiltro

artesanal na maturação e manutenção do ciclo nitrogênio, assegurando que as variações observadas no desenvolvimento dos animais decorrem do efeito dos substratos. O tipo de substrato exerce influência direta sobre a produtividade total dos filhotes. Registrou-se um total de 182 descendentes ao final de 60 dias. O T2 (pedra basáltica) apresentou o melhor desempenho reprodutivo, contabilizando 103 filhotes, o que representou 56,59% do total geral de animais reproduzidos. Em contrapartida, o T1 (areia) e o T3 (cascalho de concha) registraram respectivamente 43 (23,63%) e 36 (19,78%) filhotes (Tabela 2). O rendimento superior do T2 pode ser atribuído à sua textura porosa e granulometria, que oferecem maior área de superfície para a fixação de biofilme (perifíton) e criam micro-refúgios entre as frestas das pedras. Esse fundo reduz o estresse e protege os neonatos recém-eclodidos, aumentando a taxa de natalidade em comparação aos substratos do T1 e T3. Observou-se uma variação na fixação e intensidade da cor dos filhotes em função do substrato utilizado. No T2 75,73% dos filhotes (78 animais) expressaram a coloração azul, demonstrando a eficiência da matriz escura para preservar o padrão fenótipo dos progenitores. Em contrapartida, apenas 12,62% nasceram transparentes no T2 (Tabela 3) Por outro lado, no T3, que continha camarões adultos vermelhos, obteve-se um percentual de 88,89% dos filhotes (32 animais) que nasceram transparentes, enquanto apenas 11,11% mantiveram a pigmentação vermelha. Esses resultados evidenciam a resposta adaptativa de *N. davidi* relacionada ao mimetismo com o ambiente, uma vez que em fundos claros foi possível observar um baixo índice reprodutivo e menor fixação da coloração em comparação com o substrato de tonalidade escura.

Conclusão

Com base nos dados obtidos ao longo dos 60 dias de experimentação, conclui-se que a escolha do substrato exerce papel determinante no bem-estar, na produtividade reprodutiva e na manutenção do padrão cromático do camarão ornamental *Neocaridina davidi*. A pedra basáltica (T2) consolidou-se como o substrato mais adequado para o cultivo e manejo da espécie em cativeiro. Sua tonalidade escura favoreceu a expressão da pigmentação corporal (com 75,73% dos filhotes mantendo o fenótipo azul dos progenitores) devido à resposta adaptativa de mimetismo e à redução do estresse ambiental. Além disso, a granulometria e porosidade do basalto proporcionaram maior fixação de biofilme (perifiton) e micro-refúgios estratégicos para os neonatos, resultando no melhor desempenho reprodutivo do estudo, responsável por 56,59% (103 filhotes) do total de animais produzidos. Em contrapartida, os substratos claros, como a areia (T1) e o cascalho de conchas (T3), induziram a um elevado percentual de desbotamento dos cromatóforos (com 69,77% e 88,89% de filhotes transparentes, respectivamente) e apresentaram menor produtividade total. A eficiência do biofiltro artesanal assegurou a estabilidade dos compostos nitrogenados em todos os tratamentos, demonstrando que as divergências observadas decorreram exclusivamente das propriedades físicas e visuais de cada substrato. Dessa forma, recomenda-se a utilização do substrato basáltico para criadores comerciais e aquaristas que visam otimizar a taxa de natalidade e a valorização estética de *N. davidi*, alinhando a eficiência produtiva às diretrizes de bem-estar animal. Esse achado traz um impacto direto e positivo para as

comunidades que dependem da carcinicultura ornamental: ao garantir animais com cores mais vivas e maior taxa de sobrevivência, o manejo com basalto reduz perdas operacionais, aumenta a margem de lucro de pequenos produtores e fortalece a renda familiar local de forma sustentável. Por fim, sugere-se a realização de pesquisas futuras que investiguem a influência nutricional combinada à pigmentação e a resposta fisiológica ao estresse em horizontes temporais mais amplos.

Referências

ABOY, J. **Fisiologia e ritmo circadiano em crustáceos ornamentais de água doce**. 2018. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Auburn: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990. CHAMORRO-LEGARDA, E. et al. Frequência incubatória de fêmeas de camarão ornamental *Neocaridina davidi*. In: SEMANA DA AQUICULTURA DA UFSC (SEMAQUI), 18., 2020, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2020. COLLINS, M. T. et al. Nitrification in closed aquatic systems. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 32, n. 11, p. 2025-2031, 1975. EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Valor nutricional e benefícios do consumo de pescados e crustáceos**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2023: Produção da Aquicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. TROPEA, C.; LÓPEZ GRECO, L. S. Female reproductive performance in the ornamental freshwater shrimp Neocaridina davidi. Aquaculture Research, v. 46, n. 10, p. 2480-2490, 2015. UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Manejo nutricional, exigências de proteína bruta e reprodução de camarões ornamentais (*Neocaridina davidi*).** Jaboticabal: Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP), 2023.

Anexos



Figura 1 - Aquários separados por tratamento.



Figura 2 - Balança utilizada para medir os substratos



Figura 3 - Substrato de areia fina do T1.



Figura 4 - Substrato de pedra basáltica do T2.



Figura 5 - Substrato de cascalho de concha do T3



Figura 6 - Biofiltro e Concha Crassostrea



Figura 7 - Planta ornamental rabo-de-raposa.



Figura 8 - Seleção dos camarões azuis.



Figura 9 - Aclimatação dos camarões transparentes.



Figura 10 - Refratômetro



Figura 11 - Teste de amônia (tanque menor) e teste de nitrato



Figura 12 - Filhotes



Tabela 1 - Monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água por data e unidade experimental



Tabela 2 - Porcentual de Total de Animais nascidos no tratamentos



Tabela 3 - Distribuição da cor dos filhotes nascidos por tratamento

CÓDIGO: SB1351

AUTOR: VANDEMBERG LEONEL DA SILVA

ORIENTADOR: CLÁUDIA DA COSTA LOPES

TÍTULO: Suplementação com diferentes espécies de Bacillus na alimentação de aves poedeiras e seus efeitos sobre a qualidade dos ovos

Resumo

Os probióticos à base de Bacillus têm sido estudados como alternativa para favorecer o desempenho de aves poedeiras. Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação com diferentes combinações de espécies de Bacillus sobre a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras. Foram utilizadas 240 aves da linhagem Hy-Line W-80, a partir de 29 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições de 10 aves. Os tratamentos consistiram em uma dieta controle e três dietas suplementadas com 500 g/t de Bacillus: B. amyloliquefaciens + B. licheniformis; B. amyloliquefaciens + B. subtilis; e B. amyloliquefaciens + B. licheniformis + B. subtilis. A qualidade dos ovos foi avaliada durante cinco ciclos de 28 dias, considerando densidade, altura e peso do albúmen, cor e peso da gema, peso e espessura da casca e Unidade Haugh. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Houve efeito significativo sobre a altura do albúmen, o peso da casca e a Unidade Haugh. As demais características não diferiram entre os tratamentos. Conclui-se que a suplementação com diferentes combinações de Bacillus pode influenciar características específicas da qualidade interna e externa dos ovos.

Palavras-chave: Poedeiras; Bacillus; Probióticos;Qualidade dos ovos;Nutrição animal

TITLE: Supplementation with different Bacillus species in the diet of laying hens and their effects on egg quality

Abstract

Probiotics based on Bacillus spp. have been studied as an alternative to improve egg quality and the performance of laying hens. This study aimed to evaluate the effect of supplementation with different combinations of Bacillus species on egg quality in laying hens. A total of 240 Hy-Line W-80 laying hens, starting at 29 weeks of age, were distributed in a completely randomized design with four treatments and six replicates of 10 birds. Treatments consisted of a control diet and three diets supplemented with 500 g/t of Bacillus: B. amyloliquefaciens + B. licheniformis; B. amyloliquefaciens + B.

subtilis; and B. amyloliquefaciens + B. licheniformis + B. subtilis. Egg quality was evaluated over five 28-day cycles, considering specific gravity, albumen height and weight, yolk color and weight, eggshell weight and thickness, and Haugh unit. Data were subjected to analysis of variance, and means were compared using Tukey's test at 5% probability. Significant effects were observed for albumen height, eggshell weight, and Haugh unit, while the other evaluated characteristics did not differ among treatments. It is concluded that supplementation with different combinations of Bacillus spp. can influence specific characteristics of the internal and external quality of eggs.

Keywords: Laying hens; Bacillus; Probiotics; Egg quality; Animal nutrition

Introdução

Uma das atividades de maior importância na avicultura, é a produção de ovos, que se destaca pelo fornecimento de proteína de origem animal com elevado valor nutricional e baixo custo. Nesse cenário, o desempenho produtivo e qualidade dos ovos é essencial para a eficiência desse sistema de produção. Entre os fatores que podem influenciar esses aspectos, sobressaem a idade das aves, o manejo, as condições ambientais e, principalmente, a nutrição. Diante disso, estratégias nutricionais que são capazes de oferecer um melhor desempenho das aves e melhorar a qualidade dos ovos têm despertado interesse, especialmente aquelas que são alternativas aos aditivos convencionais, os probióticos. Segundo Fuller (1989), probióticos são suplementos alimentares constituídos por microrganismos vivos que, quando administrados em quantidade adequada, proporcionam efeitos benéficos ao hospedeiro. Havenaar et al. (1992) complementam que os probióticos podem ser constituídos por uma única cultura ou por uma mistura de microrganismos vivos capazes de beneficiar o hospedeiro por meio da melhoria das propriedades da microbiota endógena. Na produção animal, a busca por alternativas aos aditivos antimicrobianos utilizados como melhoradores de desempenho tem ampliado o interesse pela utilização desses microrganismos, principalmente por seu potencial de favorecer o equilíbrio da microbiota intestinal e contribuir para a saúde e o desempenho das aves. Entre os microrganismos utilizados como probióticos na avicultura, destacam-se espécies do gênero Bacillus que possuem capacidade de formação de endósporos, característica que contribui para sua resistência a condições ambientais adversas e favorece sua utilização na alimentação animal (OGGIONI et al., 2003). Entre as espécies de interesse, destacam-se Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefaciens e Bacillus licheniformis. Diante disso, a utilização de diferentes espécies de Bacillus como aditivos probióticos apresenta potencial para contribuir com a qualidade dos ovos de poedeiras. Entretanto, considerando que as respostas podem variar conforme as espécies ou combinações utilizadas, torna-se importante avaliar seus efeitos sobre diferentes características dos ovos. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação com diferentes combinações de espécies de Bacillus sobre a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras na fase de pico.

Metodologia

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Escola Agrícola de Jundiaí, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizada no município de Macaíba/RN. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais

(CEUA) da UFRN, sob Certificado nº 400.032/2024. Foram utilizadas 240 galinhas poedeiras da linhagem Hy-Line W-80, a partir de 29 semanas de idade. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído por quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 unidades experimentais, com 10 aves cada. As aves foram alojadas em gaiolas de postura com dimensões de 1,00 m × 0,80 m, equipadas com comedouro tipo calha e bebedouro tipo nipple. O programa de iluminação foi de 16 horas diárias, composto por luz natural e artificial, conforme as recomendações do manual da linhagem, com intensidade luminosa média entre 10 e 20 lux. Durante todo o período experimental, as aves tiveram acesso à água e à ração à vontade. Os tratamentos foram constituídos por uma dieta controle, formulada à base de milho e farelo de soja, e três dietas contendo diferentes combinações de espécies do gênero Bacillus, na concentração de 500 g/tonelada de ração. O primeiro tratamento com probiótico foi constituído pela combinação de Bacillus amyloliquefaciens + Bacillus licheniformis (BABL); o segundo pela combinação de Bacillus amyloliquefaciens + Bacillus subtilis (BABS); e o terceiro pela combinação de Bacillus licheniformis + Bacillus subtilis + Bacillus amyloliquefaciens (BLBSBA). A formulação das dietas foi realizada com base nas recomendações nutricionais do manual da linhagem e nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2017). A avaliação da qualidade dos ovos foi realizada ao final de cada ciclo de 28 dias, totalizando cinco períodos de avaliação entre 29 e 49 semanas de idade das aves. Para a coleta dos dados, foram selecionados dois ovos de cada unidade experimental durante os três últimos dias de cada ciclo. Foram avaliadas as seguintes características: densidade específica do ovo, altura do albúmen, coloração da gema, peso da gema, peso do albúmen, peso da casca, espessura da casca e Unidade Haugh. Após a pesagem individual dos ovos, estes foram quebrados e seu conteúdo, constituído por albúmen e gema, foi cuidadosamente colocado sobre uma superfície plana e nivelada. A altura e o diâmetro do albúmen foram determinados em milímetros, utilizando-se paquímetro digital. A qualidade interna dos ovos foi avaliada por meio da Unidade Haugh, calculada a partir da altura do albúmen e do peso do ovo. As gemas foram separadas do albúmen e pesadas individualmente em balança digital de precisão, sendo posteriormente calculada sua participação percentual em relação ao peso total do ovo. A coloração da gema foi determinada por comparação visual com o leque colorimétrico, atribuindo-se um escore em escala numérica de 0 a 16. A densidade específica dos ovos foi determinada pelo método de imersão em soluções salinas. Os ovos foram colocados em recipientes contendo soluções de água e sal com três diferentes densidades específicas: 1,090; 1,095 e 1,100 g/mL. As densidades das soluções foram previamente aferidas e calibradas com auxílio de densímetro. Após a avaliação, as cascas dos ovos foram coletadas e colocadas em estufa a 65 °C durante 24 horas para secagem. Após esse período, as cascas foram pesadas em balança digital de precisão para determinação do peso e da porcentagem de casca em relação ao peso do ovo. A espessura da casca foi determinada utilizando-se paquímetro digital. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando observadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se 5% de probabilidade.

Resultados e Discussões

Os resultados demonstraram que a suplementação com diferentes combinações de Bacillus spp. Influenciou significativa na altura do albúmen, o peso da casca e a

Unidade Haugh dos ovos (P<0,05). Para as demais variáveis avaliadas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (P>0,05). Para a altura do albúmen, houve diferença significativa entre os tratamentos (P=0,032). As aves que receberam a dieta referência apresentaram maior valor (9,14 mm), enquanto o tratamento BABL apresentou menor valor (8,88 mm). Os tratamentos BABS (8,94 mm) e BLBSBA (8,92 mm) apresentaram valores intermediários, sem diferença estatistica entre si e dos demais tratamentos. O peso da casca também foi influenciado pelos tratamentos (P=0,002). O tratamento BABL apresentou o maior valor (6,14 g), seguido pelo BABS (6,10 g). A dieta referência apresentou o menor peso de casca (5,99 g), enquanto o tratamento BLBSBA apresentou valor intermediário (6,04 g). Esse resultado indica que as combinações contendo Bacillus podem ter influenciado características relacionadas à formação da casca, embora a espessura da casca não tenha apresentado diferença significativa entre os tratamentos. A qualidade da casca representa uma importância econômica para a cadeia produtiva de ovos, por constituir uma barreira física contra danos e a entrada de microrganismos. Características da casca podem ser influenciadas pela idade das aves e pelo aproveitamento dos nutrientes, especialmente dos minerais envolvidos na formação da estrutura do ovo. Abdelqader, Al-Fataftah e Daş (2013), ao avaliarem a suplementação de Bacillus subtilis em poedeiras na fase final de produção, observaram melhorias na qualidade da casca e na retenção de cálcio, além de alterações favoráveis na microbiota intestinal e na morfologia do intestino. Os autores associaram essas alterações ao aumento da área absortiva intestinal e às melhorias observadas no desempenho e nas características da casca. Para a Unidade Haugh, variável que é influenciada pela altura do albúmen, foi observada diferença significativa (P=0,015). A dieta referência apresentou o maior valor (94,80), enquanto o tratamento BABL apresentou o menor valor (93,50). Os tratamentos BABS (93,97) e BLBSBA (93,71) apresentaram valores intermediários. Apesar da diferença estatística, todos os valores observados foram elevados, indicando boa qualidade interna dos ovos. As variáveis densidade do ovo (P=0,401), cor da gema (P=0,246), peso da gema (P=0,367), peso do albúmen (P=0,143) e espessura da casca (P=0,135) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Esses resultados demonstram que as diferentes combinações de Bacillus spp. não alteraram de forma significativa essas características da qualidade dos ovos nas condições avaliadas. Resultados semelhantes foram observados por Tsai et al. (2023), que avaliaram a suplementação alimentar com Bacillus subtilis e Bacillus amyloliquefaciens em galinhas poedeiras e não verificaram diferenças significativas para algumas características de qualidade dos ovos, incluindo peso do ovo, peso e espessura da casca, características da gema, altura da clara e Unidade Haugh. A suplementação com diferentes combinações de Bacillus spp. Influenciou algumas características da qualidade dos ovos de galinhas poedeiras. Foram observadas diferenças significativas na altura do albúmen, no peso da casca e na Unidade Haugh, enquanto a densidade do ovo, a cor e o peso da gema, o peso do albúmen e a espessura da casca não foram influenciados pelos tratamentos. Dessa forma, as diferentes combinações de Bacillus apresentaram efeitos específicos sobre a qualidade interna e externa dos ovos, indicando que a resposta à suplementação pode variar de acordo com a característica avaliada e a combinação de espécies utilizada.

Conclusão

Conclui-se que as combinações BABS e BLBSBA podem ser utilizadas na alimentação de poedeiras de 29 a 45 semanas de idade, por melhorar a qualidade da casca dos ovos sem comprometer a qualidade interna dos ovos, uma vez que a Unidade Haugh não diferiu do tratamento referência e manteve-se dentro do padrão de ovos com excelente qualidade interna.

Referências

ABDELQADER, A.; AL-FATAFTAH, A. R.; DAŞ, G. Effects of dietary supplementation of Bacillus subtilis and inulin on performance, eggshell quality, intestinal morphology and microflora composition of laying hens in the late laying period. Animal Feed Science and Technology, v. 179, p. 103–111, 2013. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2012.11.003. FULLER, R. Probiotics in man and animals. Journal of Applied Bacteriology, v. 66, p. 365–378, 1989. GUO, J. R.; DONG, X. F.; LIU, S.; TONG, J. M. Effects of long-term supplementation with Bacillus subtilis CGMCC 1.921 on performance, egg quality and fecal and cecal microbiota of laying hens. Poultry Science, v. 96, p. 1280–1289, 2017. DOI: 10.3382/ps/pew389. HAVENAAR, R.; HUIS IN'T VELD, J. H. J.; HOFSTRA, G. Probiotics: a general view. In: WOOD, B. J. B. (ed.). The lactic acid bacteria in health and disease. London: Elsevier, 1992. OGGIONI, M. R. et al. Bacillus species and their potential use as probiotics. ROSTAGNO, H. S. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4. Ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017. TSAI, M.-Y.; SHIH, B.-L.; LIAW, R.-B.; CHEN, W.-T.; LEE, T.-Y.; HUNG, H.-W.; HUNG, K.-H.; LIN, Y.-F. Effect of dietary supplementation of Bacillus subtilis TLRI 211-1 on laying performance, egg quality and blood characteristics of Leghorn layers. Animal Bioscience, v. 36, n. 4, p. 609–618, 2023. DOI: 10.5713/ab.22.0274.

CÓDIGO: SB1380

AUTOR: MIGUEL HENRIQUE OLIVEIRA DA SILVA

COAUTOR: DANIELLE CAVALCANTI SALES

COAUTOR: GABRIELE CORDEIRO DA SILVA

COAUTOR: LUIS MEDEIROS DE LUCENA

COAUTOR: EMMANUELLA DE OLIVEIRA MOURA ARAÚJO

ORIENTADOR: ADRIANO HENRIQUE DO NASCIMENTO RANGEL

TÍTULO: Qualidade higiênico-sanitária do leite: um estudo em tanques de resfriamento no Rio Grande do Norte

Resumo

A qualidade higiênico-sanitária do leite é avaliada principalmente pela Contagem de Células Somáticas (CCS) e pela Contagem Bacteriana Total (CBT), indicadores da saúde da glândula mamária e da higiene na ordenha, respectivamente. Objetivou-se avaliar a qualidade do leite de tanques de fornecedores de um laticínio do Rio Grande do Norte, com base nos parâmetros da Instrução Normativa MAPA nº 76/2018. Foram utilizados dados de CCS e CBT de 91 amostras de leite, provenientes de coletas mensais repetidas em 12 propriedades leiteiras do Agreste Potiguar, entre julho de 2024 à maio de 2025, analisadas por citometria de fluxo automatizada e submetidas à análise descritiva. A CCS variou de 161 a 4.970 mil céls/mL (média de 851,21 mil céls/mL), com apenas 51% dos tanques em conformidade com o limite legal (≤600 mil céls/mL). A CBT variou de 4 a 2.752 mil UFC/mL (média de 321,80 mil UFC/mL), com 76% dos tanques dentro do limite (≤300 mil UFC/mL). Os resultados evidenciam maior comprometimento da CCS em relação à CBT, indicando ocorrência expressiva de mastite subclínica nos rebanhos avaliados. Conclui-se que é necessário reforçar as boas práticas agropecuárias, a higienização de ordenha e equipamentos e o monitoramento contínuo da qualidade do leite, visando à conformidade legal, à saúde animal e à segurança alimentar.

Palavras-chave: Mastite subclínica. Higiene de ordenha. Qualidade do leite.

TITLE: Hygienic and sanitary quality of milk: a study in cooling tanks in Rio Grande do Norte

Abstract

The hygienic-sanitary quality of milk is mainly evaluated by the Somatic Cell Count (SCC) and the Total Bacterial Count (TBC), indicators of mammary gland health and milking hygiene, respectively. The objective was to evaluate the quality of milk from tanks supplied by a dairy in Rio Grande do Norte, based on the parameters of MAPA Normative Instruction No. 76/2018. SCC and TBC data from 91 milk samples, obtained from repeated monthly collections in 12 dairy farms in the Agreste Potiguar region, between July 2024 and May 2025, were used, analyzed by automated flow cytometry and subjected to descriptive analysis. The SCC ranged from 161 to 4,970 thousand cells/mL (average of 851.21 thousand cells/mL), with only 51% of the tanks complying with the legal limit (≤600 thousand cells/mL). The TBC ranged from 4 to 2,752 thousand CFU/mL (average of 321.80 thousand CFU/mL), with 76% of the tanks within the limit (≤300 thousand CFU/mL). The results show a greater compromise of SCC compared to TBC, indicating a significant occurrence of subclinical mastitis in the herds evaluated. It is concluded that it is necessary to reinforce good agricultural practices, milking and equipment hygiene, and continuous monitoring of milk quality, aiming at legal compliance, animal health, and food safety.

Keywords: Subclinical mastitis. Milking hygiene. Milk quality.

Introdução

Alguns aspectos devem ser considerados para produzir leite e derivados de qualidade. Nesse contexto, o uso adequado de informações, práticas de manejo e tecnologias é fundamental para assegurar a obtenção de produtos que atendam às exigências do consumidor e aos padrões de qualidade e segurança alimentar. Dessa forma, tem-se observado uma crescente valorização de sistemas de pagamento do leite baseados não apenas no volume produzido, mas também em critérios relacionados à composição, ao teor de sólidos e à qualidade higiênico-sanitária do produto.

No que diz respeito à qualidade higiênico-sanitária do leite os parâmetros usados com maior frequência são a Contagem Bacteriana Total (CBT) e a Contagem de Células Somáticas (CCS). A CBT está associada à prática de higiene de ordenha, refrigeração do leite em tempo e temperatura adequados e limpeza dos equipamentos, enquanto a CCS mede a resposta imune do animal a infecções intramamárias (mastite). A contagem de células somáticas no tanque de resfriamento constitui um importante recurso para o monitoramento da qualidade do leite e da saúde da glândula mamária nos rebanhos, por indicar a ocorrência de mastite subclínica e de possíveis perdas econômicas dela decorrentes (PHILPOT & NICKERSON, 1991; RANGEL et al., 2009; RUEGG, 2013).

Falhas de qualidade trazem prejuízos para toda a cadeia produtiva, desde os produtores até os consumidores, pois influenciam as características sensoriais, a vida de prateleira dos queijos e impossibilitam a comercialização desses produtos em mercados exigentes (FADILLAH et al., 2023). Altas cargas microbianas no leite prejudicam a qualidade e tempo de prateleira dos produtos, como também colocam a saúde do consumidor em

risco, seja pela ação direta dos microrganismos ou pela ação de enterotoxinas produzidas por alguns deles.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade higiênico-sanitária do leite de tanques de fornecedores de um laticínio do Rio Grande do Norte, de acordo com a legislação sanitária vigente.

Metodologia

A análise dos dados deste estudo foi conduzida no Laboratório de Qualidade do Leite (LABOLEITE) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a partir do banco de informações do Plano de Qualificação dos Fornecedores de Leite de um laticínio do estado.
Os dados se referem a amostras de leite de tanque de 12 propriedades leiteiras localizadas nos municípios de João Câmara, Poço Branco, Ceará-Mirim e em outras áreas do Agreste Potiguar. A coleta ocorreu diretamente dos tanques de refrigeração de cada fazenda, com capacidade que variavam entre 500 L a 4.000 L, assegurando a representatividade da produção total de leite. O período amostral compreendeu de julho de 2024 àa maio de 2025, abrangendo diferentes condições climáticas e produtivas, com coletas mensais repetidas em cada um dos 12 tanques ao longo do período.
As análises de contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) foram conduzidas pelo método de citometria de fluxo automatizada, Clínica do Leite, ESALQ/USP (Piracicaba-SP). As amostras foram obtidas assepticamente, acondicionadas em frascos plásticos com capacidade de 50mL com conservante Bronopol® (para CCS) e Azidiol® (para CBT), mantidas sob refrigeração por até três dias antes da análise, seguindo o protocolo orientado pelo laboratório.
Os dados de CCS e CBT dos tanques de todo o período do estudo foram compilados em banco de dados e submetidos à análise descritiva, permitindo uma avaliação da condição higiênico-sanitária, com base nos padrões de referências vigentes na legislação federal (BRASIL, 2018). Os valores de CCS e CBT também foram distribuídos em classes para observar o comportamento dos tanques quanto a frequência relativa (%) em cada uma.

Resultados e Discussões

Foram avaliadas 91 amostras de leite cru, provenientes de coletas mensais repetidas realizadas ao longo do período de estudo nos 12 tanques de resfriamento de fornecedores de um laticínio do Rio Grande do Norte. Os resultados descritivos encontram-se na Tabela 1.
Observa-se na Tabela 1 que a variável CCS apresentou maior amplitude dos dados (161 – 4.970 x mil céls/mL) em relação à CBT (4 – 2.752 x mil UFC/mL). A CCS mede a resposta imune do animal a infecções intramamárias (mastite), enquanto a CBT está associada à prática de higiene de ordenha, refrigeração do leite em tempo e temperatura adequados e limpeza dos equipamentos. Essas duas variáveis não têm correlação direta, apesar de a falta de higiene gerar um risco maior de mastite. Assim, um tanque pode ter CCS altíssima e CBT baixíssima, ou vice-versa.

A ocorrência de infecções mamárias está diretamente associada a aumentos na CCS no tanque. O estudo identificou que 97% dos tanques avaliados estavam com CCS acima de 200 mil céls/mL, o que já representa perdas quantitativas e qualitativas para a indústria. Anderson et al. (2016) observaram que a prevalência de infecção intramamária foi de 29,1% em amostras de quarto mamário com CCS na faixa de 200 mil céls/mL, e de 41,1% para CCS em torno de 400 mil céls/mL, indicando clara relação entre CCS elevada e incidência de infecções intramamárias.

A avaliação da frequência relativa de tanques de acordo com a classe de CCS está disposta na Figura 1. A maior concentração de tanques estava na faixa de 301–500 mil cél/mL (32%), seguida pela faixa inicial de 100–300 mil (19%). Cerca de 51% de toda a amostragem estava abaixo de 500 mil cél/mL. Isso quer dizer que quase metade dos tanques de leite analisados tiveram CCS acima de 500 mil cél/mL, valor fora do limite da legislação.

A elevação da CCS está diretamente relacionada à presença de mastite subclínica, que compromete a função mamária, reduzindo a produção e qualidade do leite (KLEIN et al., 2020). A faixa de CCS acima de 1.300 concentrou uma quantidade de tanques significativa, o que é preocupante, tendo em vista que essa faixa de valor indica um descontrole na sanidade dos animais e demonstra que há uma forte presença de animais com episódios crônicos de mastite subclínica nos rebanhos, que causam impacto negativo sobre a qualidade do leite recebido pelo laticínio. Além disso, infecções mais severas podem levar à perda parcial ou total do quarto mamário, resultando em perdas econômicas significativas para o produtor (KLEIN et al., 2020). Dessa forma, o monitoramento constante e ações corretivas sobre a CCS ajudam a minimizar as perdas de cada fornecedor, orientar práticas de manejo e definir estratégias para melhorar a produtividade e a qualidade do leite para a indústria.

A avaliação da frequência relativa de tanques de acordo com a classe de CBT está disposta na Figura 2. A maior frequência de tanques estava nas faixas de CBT abaixo de 300 mil UFC/mL (Figura 2). Conforme a legislação IN 76 (BRASIL, 2018), esse é o limite máximo estabelecido para a CBT de leite cru refrigerado. Verificou-se que 76% dos tanques apresentaram valores abaixo ao permitido, o que evidencia em 24% deles a presença de inadequações relacionadas principalmente à higiene na ordenha, limpeza e sanificação dos equipamentos, bem como à gestão do resfriamento do leite. Esse resultado é relevante, pois a CBT elevada está diretamente associada à redução da qualidade microbiológica do leite impactando significativamente a vida útil.

Avaliando as classes de CBT, a maior concentração dos mesmos está na classe 11-100 mil UFC/mL (45,45%), seguida da faixa de 101–300 mil UFC/mL (26,14%). Um total de 78,41% das amostras (n = 67) atende plenamente ao limite legal da IN 76 (BRASIL, 2018) (300 mil UFC/mL). Costa et al. (2021) constataram que a CBT elevada é uma recorrência na região Nordeste. Em seus resultados foi possível observar que 38% das amostras analisadas ultrapassaram o limite legal, atribuindo a falhas na higienização dos equipamentos de ordenha e tanques de expansão. Com isso, os dados obtidos neste estudo corroboram os dados presentes nas literaturas regionais, reforçando a necessidade de boas práticas agropecuárias voltadas para a higiene a fim de garantir a qualidade do leite produzido.

Conclusão

A conformidade dos tanques com a legislação sanitária foi observada em 51% dos tanques para Contagem de Células Somáticas e 76% para Contagem Bacteriana Total.

Os resultados reforçam a necessidade da adoção de boas práticas agropecuárias, higienização adequada de ordenha e equipamentos, e monitoramento contínuo, visando garantir a saúde dos animais, qualidade do leite, conformidade com a legislação e segurança alimentar.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 230, p. 9, 30 nov. 2018.

COSTA, M. M.; SILVA, F. A.; LIMA, M. C. Qualidade microbiológica do leite cru refrigerado em propriedades leiteiras de Pernambuco. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 73, n. 5, p. 1073-1082, 2021.

FADILLAH, A. et al. Evaluation of factors associated with bulk milk somatic cell count and total plate count in Indonesian smallholder dairy farms. Frontiers in Veterinary Science, v. 10, artigo 1280264, 2023. DOI: https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1280264

KLEIN, R. A. et al. Economic losses associated with subclinical mastitis in dairy cows. Veterinary Economics, v. 14, no. 2, pp. 55–62, 2020.

PHILPOT, W.N.; NICKERSON,S.C. Mastitis: Counter Attack. A strategy to combat mastitis. Llinois: Badson Brothers Co., 1991. 150p.

RANGEL, A.H.N.; MEDEIROS, H.R.; SILVA, J.B.A.; BARRETO, M.L.J.; LIMA JÚNIOR, D.M. Correlação entre a contagem de células somáticas (CCS) e o teor de gordura, proteína, lactose e extrato seco desengordurado do leite. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.4, n.3, p.57-60, 2009.

RUEGG, P.L. 2013. Antibiotic treatments for bovine mastitis: Who, what, when, how and why? Proceedings of the 46th Annual Meeting of the American Association of Bovine Practitioners, Milwaukee, WI, USA.

Anexos



Tabela 1. Número de observações (n), valores mínimos e máximos, média e mediana da Contagem de Células Somáticas (CCS) e Contagem Bacteriana Total (CBT) do leite de fornecedores de um laticínio do Rio Grande do Norte (n=91).



Figura 1. Distribuição da frequência relativa dos tanques avaliados no estudo de acordo com as classes de valores da Contagem de Células Somáticas do leite.



Figura 2. Distribuição da frequência relativa dos tanques avaliados no estudo de acordo com as classes de valores da Contagem Bacteriana Total do leite.

CÓDIGO: SB1417

AUTOR: VINICIUS EDUARDO NASCIMENTO SILVA

ORIENTADOR: STELA ANTAS URBANO

TÍTULO: Características de carcaça e rendimentos de cortes cárneos comerciais de ovinos Santa Inês terminados intensivamente à pasto e recebendo suplementação com diferentes fontes de proteína

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes fontes de proteína no concentrado sobre as características de carcaça e os cortes comerciais de ovinos Santa Inês terminados em sistema intensivo a pasto. Foram utilizados 36 ovinos machos, distribuídos em quatro tratamentos: farelo de soja, farelo de algodão, farelo de glúten de milho 21 (FGM-21) e grãos secos de destilaria (DDG). Os animais permaneceram em pastejo durante o dia e receberam, em baias individuais, suplemento correspondente a 2,5% do peso corporal, por 60 dias. Ao final, foram avaliados os pesos e rendimentos de carcaça. O DDG apresentou maior peso de carcaça quente, com 20,46 kg, seguido pelo farelo de soja, com 19,49 kg, farelo de algodão, com 17,01 kg, e FGM-21, com 16,45 kg. Na carcaça fria, o DDG apresentou 19,80 kg, resultado semelhante ao farelo de soja e superior aos demais tratamentos. Os rendimentos de carcaça quente e biológico também foram semelhantes entre DDG e farelo de soja. Para os cortes comerciais, o DDG apresentou pesos de paleta, costela, serrote, lombo e perna semelhantes aos obtidos com farelo de soja. Entretanto, os rendimentos percentuais dos cortes não foram influenciados pelas fontes proteicas. Dessa forma, o DDG demonstrou potencial como fonte de proteína alternativa ao farelo de soja, proporcionando características de carcaça e pesos de cortes comerciais semelhantes, na terminação de ovinos Santa Inês intensivamente a pasto. O resultado reforça a viabilidade do DDG na alimentação.

Palavras-chave: Cordeiros; farelo de soja; grãos secos de destilaria

TITLE: Carcass characteristics and commercial meat cut yields of Santa Inês sheep finished on intensive pasture with supplementation from different protein sources.

Abstract

The objective was to evaluate the effects of different protein sources on carcass characteristics and commercial cuts of Santa Inês sheep raised in an intensive pasture-based system. Thirty-six male sheep were used, distributed across four treatments: soybean meal, cottonseed meal, corn gluten meal 21 (CGM-21), and dried distillers' grains (DDG). The animals grazed during the day and received a supplement equivalent to 2.5% of their body weight in individual pens for 60 days. At the end of the period, carcass weights and yields were evaluated. The DDG group showed the highest hot carcass weight (20.46 kg), followed by soybean meal (19.49 kg), cottonseed meal (17.01 kg), and CGM-21 (16.45 kg). For cold carcass weight, the DDG group recorded 19.80 kg—a result similar to that of the soybean meal group and superior to the other treatments. Hot and biological carcass yields were also similar between the DDG and soybean meal groups. Regarding commercial cuts, the DDG group showed weights for the shoulder, ribs, rack, loin, and leg that were similar to those obtained with soybean meal. However, the percentage yields of the cuts were not influenced by the protein sources. Thus, DDG demonstrated potential as an alternative protein source to soybean meal, providing similar carcass characteristics and commercial cut weights for finishing Santa Inês sheep on intensive pasture. These results reinforce the value of DDG in animal nutrition.

Keywords: Lambs; soybean meal; dried distillers' grains

Introdução

No cenário mundial, a criação de pequenos ruminantes tem apresentado uma mudança de paradigma, abandonando o cenário da subsistência e assumindo o conceito de atividade empresarial especializada e rentável. As regiões semiáridas expressam vocação natural para a criação de ovinos, fato que provavelmente decorre da caracterização climática da região e da adaptabilidade de tal espécie, que se mostra mais rústica que os bovinos, por exemplo, e instiga os produtores a investirem em sistemas de ciclo curto com foco na produção de carne.

Aplicações financeiras realizadas na cadeia produtiva da carne ovina, segundo Urbano et al. (2023), são justificadas pela boa aceitação que a carne de cordeiro apresenta em segmentos sofisticados, como o da alta gastronomia, reafirmando o potencial de comercialização em grande escala. Todavia, a cadeia encontra-se desestruturada devido à falta de comunicação entre os elos que compõem o complexo, o que repercute na falta de padronização do produto final (Santos e Borges, 2019), resultando no abastecimento do mercado com carcaças sem o padrão de qualidade exigido pelo consumidor moderno.

Segundo Urbano et al. (2017), o aumento do consumo de carne ovina por brasileiros é imprescindível para consolidação da cadeia e está diretamente ligado à melhoria na qualidade do produto que chega ao consumidor, que atualmente é limitado pelo abastecimento do mercado com carcaças oriundas de animais com idade avançada, o que compromete aspectos físicos, químicos e sensoriais da carne. Neste sentido, é necessário desenvolver estratégias de manejo focadas na redução da idade ao abate e na

intensificação da produção de animais jovens, a fim de ofertar carne de qualidade e em quantidade ao mercado, atraindo novos consumidores e fidelizando os antigos.

A associação da pastagem com suplementação concentrada entrega resultados satisfatórios no desempenho de ovinos, conforme relatado por Carvalho et al. (2019), Gurgel et al. (2018) e Urbano et al. (2023), de modo que já se assume a terminação intensiva à pasto como boa estratégia de manejo nutricional em virtude da capacidade de potencialização do desempenho sem exigir infraestrutura física de confinamento. Contudo, o incremento da produtividade de qualquer sistema de produção justifica-se apenas se houver garantia de viabilidade econômica, de modo que a busca por alternativas que possibilitem redução dos custos com alimentação é uma realidade no estudo da nutrição animal (Urbano et al., 2016).

O farelo de soja é a fonte de proteína mais utilizada na nutrição de ruminantes no Brasil (Medeiros e Marino, 2017), contudo, em virtude do custo elevado, outras opções economicamente mais atrativas são frequentemente incluídas nas dietas a fim de substituí-lo, a exemplo do farelo de algodão, farelo de glúten de milho e outros coprodutos. Recentemente, emergiram também como potenciais ingredientes de dietas para animais no Brasil os grãos secos de destilaria (DDG), coproduto da produção de etanol a partir do milho (Silva et al., 2020) que, por apresentar teor de proteína bruta de aproximadamente 30% (Sperotto et al., 2018), passou a ser considerado um eventual substituto do farelo de soja em formulações para animais ruminantes.

Apesar de algumas pesquisas já terem sido conduzidas com a finalidade de avaliar ingredientes alternativos ao farelo de soja na dieta de ruminantes, o maior percentual delas avaliou animais confinados, sendo importante destacar que as técnicas precisam ser validadas quando a atividade é conduzida em ambiente pastoril, sobretudo quando se trata de ovinos.

Metodologia

O presente projeto foi submetido à avaliação junto à Comissão de Ética no Uso de Animais da UFRN, estando protocolado, aprovado e certificado sob número 063/2024. Todas as práticas de manejo animal seguiram as recomendações do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) para a proteção dos animais usados para experimentação animal e outros fins científicos.

O estudo foi realizado na área experimental do Grupo de Estudos em Forragicultura e Produção de Ruminantes (GEFORP), instalada na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, em Macaíba-RN.

Foram utilizados 36 ovinos machos da raça Santa Inês, oriundos do plantel do GEFORP, com peso inicial médio de 18,0 ± 1,5 kg e idade inicial média de 90 ± 10 dias, distribuídos em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e nove repetições, sendo cada animal uma unidade experimental.

Os tratamentos consistiram em diferentes fontes de proteína como ingredientes do suplemento concentrado, sendo estes: farelo de soja, farelo de algodão, farelo de glúten de milho 21 (FGM-21) e DDG de milho.

Ao início do período experimental, os animais foram identificados com colares de cores diferentes para cada tratamento e, após receberam vacinas contra raiva e clostridioses e tratamento contra endo e ectoparasitas, passaram por 14 dias de adaptação ao manejo e às instalações experimentais.

Para controle de verminoses, foram realizadas, a cada 28 dias, coletas de fezes para análises de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) através da técnica de Gordon e Whitlock (1939). Animais com médias superiores a 500 foram tratados com anti-helmíntico.

Durante todo o período experimental (incluindo o período de adaptação), os animais foram mantidos em pastejo das 08:00h às 16:00h, quando foram recolhidos às baias individuais, onde receberam suplemento em quantidade equivalente a 2,5% do peso corporal, com base na matéria seca. Tanto na pastagem, quanto nas baias, os animais tinham acesso livre à água.

O concentrado fornecido no período experimental foi constituído por milho em grão moído, uma fonte de proteína referente ao tratamento (farelo de soja ou farelo de algodão ou FMG-21 ou DDG), ureia, sal comum e mistura mineral (Tabela 1), de modo a atender as exigências preconizadas pelo NRC (2007) para atender as exigências nutricionais de mantença de ovinos em crescimento, permitindo ganhos médios diários de 100 g/dia. Os concentrados foram formulados para serem isonitrogenados (19% de proteína bruta), sendo ajustados com ureia e sulfato de amônio em virtude dos diferentes percentuais de proteína bruta das fontes proteicas alternativas ao farelo de soja.

Tabela 1. Composição dos concentrados experimentais (em anexos)

Os animais foram mantidos em experimento durante 60 dias, quando foram submetidos à dieta hídrica e jejum de sólidos de 16 horas e, em seguida, abatidos. No momento do abate, os animais foram insensibilizados por concussão cerebral e, após constatação do estado de inconsciência, procedeu-se a sangria pela seção da artéria carótida e veia jugular.

Ao término da esfola e evisceração, foram retiradas a cabeça (secção na articulação atlanto-occipital) e as patas (secção nas articulações metacarpianas e metatarsianas). Em seguida, com auxílio de um potenciômetro com eletrodo de inserção (Testo®, modelo 205), foram aferidos o pH e a temperatura da carcaça 0 hora post mortem no músculo Semimembranosus. As carcaças obtidas foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ) e, em seguida, alocadas em câmara frigorífica (± 4ºC), dependuradas pelo tendão calcâneo comum por meio de ganchos, com as articulações metatarsianas distanciadas em 14 cm.

O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado cheio e vazio para determinação do peso do corpo vazio (PCVz) e do rendimento biológico ou verdadeiro [RV (%) = PCQ/PCVz × 100].

Após 24 horas de refrigeração, foram aferidos o pH e a temperatura da carcaça 24 horas post mortem e realizou-se a morfometria da carcaça, com auxílio de fita métrica e hipômetro, tomando-se as seguintes medidas na carcaça inteira: comprimento interno, profundidade do tórax, largura do tórax, comprimento da perna, perímetro da perna, largura da garupa, perímetro da garupa e perímetro torácico. Foram calculados os índices de compacidade da perna (quociente entre a largura da garupa e o comprimento da perna) e da carcaça (quociente entre o peso da carcaça fria e o comprimento interno da carcaça).

Feitas as mensurações, as carcaças foram novamente pesadas, descontando-se o peso dos rins e da gordura perirrenal, para obtenção do peso de carcaça fria (PCF) e cálculo da perda por resfriamento [PR (%) = PCQ – PCF/PCQ × 100]. Foram calculados, ainda, os rendimentos de carcaça quente [RCQ (%) = PCQ/PCA × 100] e comercial [RC (%) = PCF/PCA × 100].

As carcaças foram longitudinalmente seccionadas e as meias-carcaças foram pesadas, sendo as esquerdas divididas em seis regiões anatômicas, segundo metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007), originando os cortes cárneos comerciais, a saber: pescoço, paleta, perna, lombo, costelas e serrote. Foram registrados os pesos individuais de cada corte e, posteriormente, calculada a proporção de cada corte oriundo da meia-carcaça esquerda em relação ao peso reconstituído da mesma, para obtenção do rendimento dos cortes comerciais.

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (2009), considerando o modelo matemático:

$Yij = \mu + Fi + \varepsilon ijk$, em que:

Yij = valor observado;

μ = média geral do experimento;

Fi = Efeito fixo da fonte de proteína (i = 1, 2, 3,4);

εij = erro experimental aleatório.

Resultados e Discussões

O peso de carcaça quente e o peso de carcaça fria foram influenciados (P = 0,002; P = 0,004) pela fonte de proteína utilizada no concentrado. Para ambas as variáveis, os animais que receberam DDG diferiram daqueles alimentados com FGM-21 e farelo de algodão, enquanto não foram observadas diferenças entre DDG e farelo de soja. O farelo de algodão não diferiu do farelo de soja nem do FGM-21 (Tabela 2 em anexo)

Tabela 2. Características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com diferentes fontes de proteína e terminados a pasto.

O peso de corpo vazio também foi influenciado (P = 0,006) pela fonte de proteína. Os animais alimentados com DDG diferiram daqueles que receberam FGM-21 e farelo de algodão, que não diferiram entre si. O farelo de soja não diferiu dos demais tratamentos. Segundo Owens et al. (1995), o peso de corpo vazio é importante porque elimina a influência do conteúdo do trato gastrointestinal, permitindo avaliar melhor o peso efetivamente constituído pelos tecidos do animal.

O rendimento de carcaça quente foi influenciado (P = 0,038) pela fonte de proteína utilizada no concentrado. Os animais alimentados com DDG diferiram daqueles que receberam farelo de algodão e FGM-21, mas apresentaram rendimento semelhante ao observado para o farelo de soja. Os tratamentos com farelo de soja e farelo de algodão foram semelhantes entre si, enquanto o farelo de algodão apresentou rendimento semelhante ao FGM-21.

O rendimento de carcaça fria foi influenciado (P = 0,044) pela fonte de proteína. O rendimento de carcaça fria diferiu entre DDG e FGM-21, enquanto os tratamentos com farelo de soja e farelo de algodão foram semelhantes entre si e não diferiram dos tratamentos com DDG e FGM-21.

Em relação ao rendimento biológico, observou-se diferença significativa (P = 0,012). Os tratamentos com farelo de soja e farelo de algodão diferiram entre si, assim como o farelo de soja e o FGM-21. O tratamento com DDG diferiu do farelo de algodão e foi semelhante ao farelo de soja e FGM-21, enquanto o FGM-21 e farelo de algodão foram semelhantes entre si.

O conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI) não foi afetado (P = 0,160) pela fonte de proteína, com média de 8,208 kg, indicando que as diferenças observadas no peso de carcaça e no peso de corpo vazio não podem ser explicadas simplesmente por diferenças na quantidade de conteúdo presente no trato gastrointestinal.

O índice de compacidade da perna (ICP) apresentou diferença significativa (P = 0,005) entre as fontes de proteína. O tratamento com DDG foi semelhante ao farelo de soja e diferiu dos tratamentos com farelo de algodão e FGM-21. O farelo de soja foi semelhante aos demais tratamentos, enquanto o farelo de algodão foi semelhante ao FGM-21.

O índice de compacidade da carcaça (ICC) apresentou diferença (P = 0,049) entre as fontes de proteína. O tratamento com DDG foi semelhante aos tratamentos com FGM-21 e farelo de soja e diferiu do farelo de algodão. Os tratamentos com FGM-21, farelo de algodão e farelo de soja foram semelhantes entre si.

Nos pesos dos cortes, a paleta apresentou diferença significativa entre os tratamentos (P = 0,007). O peso da paleta foi semelhante entre os tratamentos com DDG, farelo de algodão e farelo de soja, enquanto o tratamento com FGM-21 diferiu do DDG e foi semelhante aos demais tratamentos (Tabela 3 em axexo)

Tabela 3. Pesos e rendimentos de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com diferentes fontes de proteína e terminados a pasto.

O peso do pescoço não foi afetado (P = 0,053) pela fonte de proteína, observando-se média de 1,043 kg para o peso desse corte.

O peso das costelas foi influenciado pela fonte de proteína (P = 0,011). O tratamento com DDG diferiu dos tratamentos com FGM-21 e farelo de algodão, sendo semelhante ao farelo de soja. Os tratamentos com FGM-21, farelo de algodão e farelo de soja foram semelhantes entre si.

No caso do serrote, houve diferença significativa entre os tratamentos (P = 0,006). Os tratamentos com DDG e farelo de soja foram semelhantes entre si e diferiram do FGM-21. O farelo de algodão foi semelhante aos demais tratamentos.

O lombo apresentou diferença significativa entre os tratamentos (P = 0,034). O tratamento com DDG diferiu do FGM-21, enquanto os tratamentos com farelo de algodão e farelo de soja foram semelhantes a ambos.

O pernil, que é um dos cortes de maior importância comercial, também apresentou diferença significativa (P = 0,010). Os tratamentos com DDG e farelo de soja foram semelhantes entre si e diferiram do FGM-21, enquanto o farelo de algodão foi semelhante aos demais tratamentos.

Quanto aos rendimentos dos cortes comerciais, a fonte de proteína não influenciou os rendimentos de paleta (P = 0,550), pescoço (P = 0,278), serrote (P = 0,056), lombo (P = 0,618), pernil (P = 0,466) e costela (P = 0,203), indicando que a participação proporcional desses cortes na carcaça foi semelhante entre os tratamentos.

De modo geral, as fontes de proteína avaliadas exerceram pouca influência sobre a participação percentual dos cortes comerciais na carcaça. Em relação aos pesos dos cortes, o DDG apresentou desempenho favorável, com resultados semelhantes aos obtidos com o farelo de soja na maioria das variáveis avaliadas. Esses resultados evidenciam o potencial do DDG como fonte proteica alternativa ao farelo de soja, sem comprometer o rendimento dos cortes comerciais da carcaça.

Conclusão

O DDG apresentou desempenho semelhante ao farelo de soja para as principais características de carcaça e para a maioria dos cortes comerciais, indicando seu potencial como alternativa ao farelo de soja na alimentação de ovinos Santa Inês terminados intensivamente a pasto.

Referências

CARVALHO, D.; PORTELLA, M.; MENEZES, L.; RUFINO JUNIOR, J.; BRAGA, C.; TERRES, L.; SOARES, J. Suplementação energética, proteica ou múltipla para ovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade. Boletim de Industria Animal, v. 76, e1448, 2019.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Campina Grande: Editora UFCG, 2007. 120 p.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; ROBERTO, F. F. S.; DANTAS, J. L. S. Suplementação estratégica para animais em pasto. Pubvet, v. 12, n. 1, 1-10, 2018.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. p. 29–44. In: Medeiros, S. R.; Marino, C. T. Nutrição Animal. EMBRAPA, Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requeriments of small ruminants. 1. ed. Washington, DC, USA: NAP, 362p., 2007.

SANTOS, L. L.; BORGES, G. R. Fatores que influenciam no consumo de carne ovina. CBR -Consumer Behavior Review, v. 3, n. 1, 42-56, 2019.

SILVA, H. J. T.; SANTOS, P. F. A.; NOGUEIRA JUNIOR, E. C.; & VIAN, C. E. D. F. Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil. Revista de Política Agrícola, v. 29, n. 1, 142, 2020.

SPEROTTO, F. C. S.; BRANDÃO, F. J. B.; LEITE, A. DE L.; PADILHA, P. DE M.; & BIAGGIONI, M. A. M. Caracterização química e proteômica dos grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho. Energia na agricultura, v. 33, n. 1, p. 87-91, 2018.

URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; BISPO, S. V.; SILVA. E. C.; SUASSUNA, J. M. A.; OLIVEIRA, J. P. F. Gérmen integral de milho em substituição ao milho na dieta de ovinos Santa Inês: características de carcaça e composição tecidual. Acta Veterinaria Brasilica, v. 10, n. 2, p. 165-171, 2016.

URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; RANGEL, A. H. N.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ANDRADE, R. P. X.; NOVAES, L. P. Lamb feeding strategies during the pre-weaning period in intensive meat production systems. Tropical and Subtropical Agroecosystems, v. 20, n. 1, 2017.

URBANO, S. A.; RODRIGUES, J. C. N.; RIBEIRO, P. H. C.; SILVA, Y. D. S. SILVA, R. F. NETO, J. V. E.; RANGEL, A. H. D. N.; DE OLIVEIRA, J. P. F.; MEDEIROS, H. R. Nutrient intake, performance, carcass characteristics, meat quality, and cost analysis of sheep submitted to intermittent supplementation on massai grass pastures. Animals, v. 13, 1267-1278, 2023.

OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S.; COLEMAN, S. W. Review of some aspects of growth and devepopment of feedlot cattle. Journal of Animal Science, v. 73, n. 10, p. 3152-3172, 1995.

Anexos



Composição dos Concentrados



tabela 02



Tabela 03

CÓDIGO: SB1429

AUTOR: DANIELA DE OLIVEIRA GOMES

COAUTOR: EMMANUELLA DE OLIVEIRA MOURA ARAÚJO

COAUTOR: DANIELLE CAVALCANTI SALES

COAUTOR: LUIS MEDEIROS DE LUCENA

ORIENTADOR: ADRIANO HENRIQUE DO NASCIMENTO RANGEL

TÍTULO: Identificação de agentes de mastite por cultura bacteriana on-farm no leite cru detanques.

Resumo

A qualidade microbiológica do leite cru reflete diretamente o nível de controle sanitário das propriedades leiteiras. A mastite bovina permanece como um dos principais desafios sanitários da pecuária de leite, sendo causada por agentes contagiosos e ambientais. O objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade da cultura bacteriana on-farm no monitoramento e identificação de patógenos causadores de mastite a partir do leite de tanques de respriamento. Analisaramse 29 amostras de leite provenientes de tanques de resfriamento em propriedades leiteiras do Rio Grande do Norte. Os resultados indicaram alta diversidade e prevalência de microrganismos, com 27/29 (93,1%) das amostras apresentando crescimento positivo, revelando ampla circulação de patógenos e contaminação de múltiplas origens. Entre os agentes contagiosos, destacou-se a presença expressiva de Staphylococcus aureus e Streptococcus agalactiae/Streptococcus dysgalactiae. Além disso, isolou-se uma grande variedade de patógenos ambientais e oportunistas, como Streptococcus uberis, Escherichia coli, Klebsiella/Enterobacter spp., Pseudomonas spp., Serratia spp. e Prototheca spp.. Conclui-se que o sistema de cultura on-farm constitui uma ferramenta estratégica eficiente para o diagnóstico microbiológico rápido, auxiliando a tomada de decisão no manejo sanitário do rebanho e na melhoria da qualidade do leite.

Palavras-chave: Cultura bacteriana. Mastite bovina. Qualidade do leite. Monitoramento

TITLE: Identification of mastitis agents by on-farm bacterial culture in raw bulk tank milk.

Abstract

The microbiological quality of raw milk directly reflects the sanitary control status of dairy herds. Bovine mastitis remains one of the main sanitary and economic challenges in dairy production, caused by contagious and environmental pathogens. This study aimed to evaluate the applicability of on-farm bacterial culture in monitoring and identifying mastitis agents in cooling tanks. A total of 29 raw milk samples from cooling tanks were evaluated using on-farm culture plates. Results showed high pathogen diversity, with 27 out of 29 samples testing positive (93.1%), indicating widespread circulation of microorganisms. Among contagious agents, Staphylococcus aureus and Streptococcus agalactiae/Streptococcus dysgalactiae were frequently detected. Furthermore, several environmental pathogens were isolated, including Streptococcus uberis, Escherichia coli, Klebsiella/Enterobacter spp., Pseudomonas spp., Serratia spp., and Prototheca spp.. In conclusion, on-farm bacterial culture represents an efficient and strategic tool for rapid microbiological diagnosis, supporting decision-making in herd health management and improving milk quality.

Keywords: Bacterial culture. Bovine mastitis. Milk quality. Microbiological moni

Introdução

A qualidade microbiológica do leite cru é um dos principais indicadores da saúde do rebanho e da eficiência das práticas higiênico-sanitárias adotadas durante a ordenha. A qualidade microbiológica do leite cru reflete diretamente o nível de manejo sanitário das propriedades leiteiras. Nesse contexto, a mastite bovina, que é a inflamação da glândula mamária causada por microrganismos patogênicos, continua sendo um dos maiores problemas sanitários e econômicos da pecuária. A mastite bovina traz impactos que se mostram pela queda de produtividade, pela depreciação da qualidade e da segurança do leite, pelo aumento dos custos com tratamento e descarte de leite, e, em casos mais graves, pelo descarte prematuro dos animais afetados (SANTOS; FONSECA, 2007).

Os agentes que causam mastite são divididos em duas categorias principais. Os patógenos contagiosos, como Staphylococcus aureus e Streptococcus agalactiae, são transmitidos principalmente de animal para animal durante a ordenha. Os patógenos contagiosos contam com a higiene do ordenhador, da correta manutenção e higienização dos equipamentos de ordenha e da desinfecção dos tetos após a retirada das teteiras (pós-dipping). Os patógenos ambientais, como Escherichia coli, Streptococcus uberis e outras enterobactérias, vem da contaminação das instalações, da cama dos animais, dos dejetos e da água da propriedade. Isso determina as estratégias de controle e prevenção, porque cada grupo de patógenos precisa de medidas de manejo.

O diagnóstico preciso e rápido do agente causador da mastite é indispensável. O diagnóstico ajuda a criar controle sanitário eficaz e utilizar antibióticos de forma racional, diminuindo custos desnecessários.

A técnica on-farm permite obter um diagnóstico microbiológico presuntivo rapidamente, possibilitando o monitoramento contínuo da qualidade do leite armazenado em tanques de resfriamento e a tomada de decisão imediata sobre tratamento, isolamento de animais ou ajustes no manejo de ordenha. Por isso, o

objetivo foi avaliar o perfil microbiológico e a prevalência dos principais agentes causadores da mastite em amostras de leite cru de tanques, usando a cultura bacteriana on-farm como ferramenta diagnóstica.

Metodologia

O estudo avaliou 29 amostras de leite cru refrigerado, coletadas diretamente de tanques de resfriamento em propriedades leiteiras. O diagnóstico microbiológico foi realizado no Laboratório de Qualidade do Leite (LABOLEITE) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), utilizando placas de cultura bacteriana on-farm SmartColor 2 (OnFarm, Piracicaba/SP, Brasil), feitas especificamente para o diagnóstico rápido de mastite.

As amostras foram inoculadas nas placas e incubadas a 37°C por 24 horas, seguindo as orientações do fabricante. Após esse período, a leitura das placas foi feita por meio de um aplicativo do próprio sistema SmartColor 2 e também de forma manual e visual, comparando o crescimento com o material de referência do fabricante. A identificação dos microrganismos foi baseada nas cores e no padrão de crescimento observado nas placas, permitindo classificar os patógenos em contagiosos (Staphylococcus aureus, Streptococcus agalactiae e Streptococcus dysgalactiae) e ambientais/oportunistas (Streptococcus uberis, Escherichia coli, Klebsiella/Enterobacter spp., Pseudomonas spp., Serratia spp., Prototheca spp., Lactococcus spp. e Enterococcus spp.). Em algumas amostras foi feito um teste complementar para diferenciar Streptococcus agalactiae de Streptococcus dysgalactiae, identificando qual dos dois estava presente em cada amostra.

Resultados e Discussões

Das 29 amostras analisadas, 27 (93,1%) apresentaram crescimento microbiano positivo, evidenciando uma elevada prevalência e preocupante circulação de microrganismos no leite armazenado nos tanques. Constatou-se a presença frequente de múltiplos agentes na mesma amostra, caracterizando um padrão de

contaminação de origens mistas (contagiosa e ambiental). A alta ocorrência desse crescimento simultâneo evidencia que as contaminações não estão restritas a um único problema sanitário, mas sim a uma sobreposição de fatores ambientais e de manejo.

Dentre os patógenos contagiosos, observou-se alta recorrência de Staphylococcus aureus e de Streptococcus agalactiae/Streptococcus dysgalactiae ao longo dos meses avaliados.

Esse achado sugere falhas persistentes nos protocolos de ordenha, tais como deficiências no pré e pósdipping, higienização inadequada dos tetos e falhas na desinfecção dos conjuntos de ordenha. A prevalência dessas bactérias específicas é um alerta crítico, visto que patógenos como o Staphylococcus aureus são associados a infecções de alta severidade e difícil eliminação. Isso ocorre devido à capacidade do microrganismo de formar biofilmes, uma matriz extracelular que adere ao tecido da glândula mamária. O biofilme atua como uma barreira física que protege a colônia bacteriana contra a resposta imunológica do hospedeiro e confere alta resistência aos tratamentos com antibióticos.

A identificação das bactérias ambientais e oportunistas (como Escherichia coli, Klebsiella/Enterobacter spp., Streptococcus uberis, Pseudomonas spp., Serratia spp. e Prototheca spp.) indica deficiências no manejo higiênico da cama, do ambiente de pastejo, do descanso dos animais e da qualidade da água utilizada na limpeza das instalações.

A ocorrência conjunta de patógenos contagiosos e ambientais compromete sensivelmente os índices de qualidade do leite (como Contagem de Células Somáticas e Contagem Bacteriana Total) e representa risco à saúde pública e à durabilidade dos derivados lácteos.

A presença e a circulação sustentada desses agentes patogênicos representam um dos maiores problemas sanitários e econômicos na bovinocultura leiteira do país. Segundo Santos e Fonseca (2019), as infecções intramamárias configuram a enfermidade mais onerosa para a atividade, resultando em severas perdas produtivas diretas e indiretas. Entre os principais prejuízos estão a redução no

volume e na qualidade tecnológica do leite, o aumento dos custos com tratamentos veterinários, a penalização no pagamento do leite por indústrias e o descarte prematuro de matrizes. Ademais, a dinâmica de infecção desses agentes agrava a problemática nos rebanhos. Patógenos contagiosos, como o Staphylococcus aureus, geram quadros subclínicos crônicos e atuam como reservatórios contínuos na propriedade, enquanto a incidência de mastite por patógenos ambientais figura como um desafio crescente frente à intensificação dos sistemas de produção. Somado a isso, Langoni et al. (2017) alertam que a alta prevalência dessas bactérias e as falhas de manejo impulsionam o uso intensivo de antimicrobianos, favorecendo a seleção de cepas multirresistentes, o que encarece o controle profilático, dificulta a cura clínica e eleva os riscos associados à saúde pública na cadeia láctea.

Conclusão

A cultura bacteriana on-farm demonstrou elevada aplicabilidade e eficiência como ferramenta de monitoramento microbiológico em tanques de leite cru. O estudo revelou uma alta prevalência de contaminação mista (contagiosa e ambiental), destacando a necessidade de correções nos procedimentos de ordenha e nas condições de higiene das instalações. O uso dessa metodologia viabiliza intervenções mais rápidas e assertivas no controle da mastite e na melhoria da qualidade do leite produzido.

Referências

Comparative analysis of four commercial on-farm culture methods to identify bacteria associated with clinical mastitis in dairy cattle. PLOS ONE, 2018.

EMBRAPA GADO DE LEITE. Diagnóstico microbiológico da mastite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999 (Circular Técnica, 55).

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. Barueri: Manole, 2007.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. Barueri: Manole, 2019.

LANGONI, H. et al. Considerações sobre o tratamento das mastites. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, v. 15, n. 3, p. 38-45, 2017.

Anexos



Execução do procedimento de cultura microbiológica on-farm com uso de EPIs e técnica asséptica ao redor da chama.



Placa de cultivo on-farm dividida em seções apresentando crescimento bacteriano para identificação do agente causador da mastite.



Resultado positivo do diagnóstico microbiológico on-farm exibido na interface do aplicativo.



Organização das placas de cultivo identificadas por QR Code para leitura individual e controle dos testes.



Teste de identificação de espécies de Streptococcus para diferenciação de patógenos contagiosos (S. agalactiae) e ambientais (S. dysgalactiae).

CÓDIGO: SB1473

AUTOR: MARIA LUIZA CUNHA DA COSTA

COAUTOR: FERNANDA DANIELE GONCALVES DANTAS

ORIENTADOR: GUALTER GUENTHER COSTA DA SILVA

TÍTULO: Quantificação de Estoque de Carbono Orgânico em Neossolo Quatzarênico sob Plantios Florestais e Pastagem Degradada

Resumo

O avanço da agricultura tem impactado o clima, aumentando as emissões de gases de efeito estufa, enquanto o solo atua como importante reservatório de carbono quando manejado adequadamente. Este trabalho objetivou estimar o estoque de carbono orgânico em Neossolo Quartzarênico sob três diferentes usos na Região Agreste do RN: Plantio de Eucalipto (PE), Área Degradada (AD) e Mata Nativa (MN). O estudo foi realizado em Macaíba-RN, com amostragem do solo coletada em sete profundidades (0-10 a 80-100 cm). O carbono orgânico foi determinado por combustão a seco e a densidade do solo pelo método do cilindro volumétrico, utilizando a equação de Veldkamp (1994). Os dados foram submetidos aos testes de Kruskal-Wallis e Dunn. A Mata Nativa apresentou os maiores estoques na camada superficial (54,95 Mg ha^{1} em 0-10 cm), enquanto o Plantio de Eucalipto e a Área Degradada registraram 16,04 Mg ha^{1} e 15,37 Mg ha^{1}, respectivamente. Nas camadas subsuperficiais (40 a 100 cm), o Plantio de Eucalipto destacou-se pelo elevado acúmulo de carbono (atingindo 21,14 Mg ha^{1} em 60-80 cm), superando a Mata Nativa nessas profundidades. No perfil total (0-100 cm), o estoque acumulado seguiu a ordem MN (154,75 Mg ha^{1}) > PE (97,82 Mg ha^{1}) > AD (78,26 Mg ha^{1}). Conclui-se que o Plantio de Eucalipto é uma alternativa promissora para a recuperação do estoque de carbono em subsuperfície em Neossolos Quartzarênicos, contribuindo para a sustentabilidade e mitigação das mudanças climáticas (ODS 13 e ODS 15 da ONU).

Palavras-chave: Carbono orgânico do solo; Sequestro de carbono; Eucalyptus spp.;

TITLE: QUANTIFICATION OF ORGANIC CARBON STOCKS IN A QUARTZIPSAMMENT UNDER FOREST PLANTATIONS AND DEGRADED PASTURE

Abstract

The advancement of agriculture has impacted climate, increasing greenhouse gas emissions, while soil is recognized as an important carbon reservoir when properly managed. Given the scarcity of studies on carbon stocks in soils in Rio Grande do Norte, this study aimed to estimate organic carbon stocks in a Quartzipsamment under three different land uses in the Agreste Region of RN: Eucalyptus Plantation (PE), Degraded Area (AD), and Native Forest (MN). The study area is located in Macaíba, RN, with soil sampling at seven depths (0-10 to 80-100 cm). Organic carbon was determined by dry combustion and soil density by the volumetric cylinder method, using Veldkamp's equation (1994) to calculate carbon stocks. Data were analyzed by Kruskal-Wallis and Dunn tests. Native Forest presented the largest topsoil stocks (54.95 Mgha^{1} in 0-10 cm), while Eucalyptus Plantation and Degraded Area recorded 16.04 Mgha^{1} and 15.37 Mgha^{1}, respectively. At deeper subsoil layers (40 to 100 cm), Eucalyptus Plantation stood out with high carbon accumulation (reaching 21.14 Mgha^{1} at 60-80 cm), surpassing Native Forest at these depths. Across the total profile (0-100 cm), total carbon stock followed the order MN (154.75 Mgha^{1}) > PE (97.82 Mgha^{1}) > AD (78.26 Mgha^{1}). Eucalyptus Plantation is a promising alternative for restoring subsoil organic carbon stocks in Quartzsand Neosols, contributing to climate change mitigation and alignment with the United Nations Sustainable Development Goals (SDG 13 SDG 15).

Keywords: Soil organic carbon; Carbon sequestration; Eucalyptus spp.;

Introdução

A agricultura intensiva, sem a adoção de práticas de manejo e conservação do solo, tem contribuído para um significativo impacto no clima, intensificando a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e gerando grandes impactos para a população (UNEP, 2008). No entanto, o solo, como meio de sustentação e desenvolvimento das plantas, é reconhecido como um grande reservatório de carbono quando manejado de forma equilibrada, especialmente em sistemas florestais e conservacionistas. A problemática da emissão de GEEs tem sido amplamente discutida na atividade agrícola, uma vez que a retirada da vegetação nativa acelera o aquecimento global (Souza, 2012). No entanto, existem meios de induzir o solo a armazenar o carbono da atmosfera, contribuindo para a atenuação do efeito estufa e, consequentemente, das mudanças climáticas. Dentre os diferentes sistemas florestais, os plantios de eucalipto (Eucalyptus spp.) destacam-se pela elevada taxa de crescimento, rápido acúmulo de biomassa e expressivo aporte de serapilheira, desempenhando um papel crucial na ciclagem de nutrientes e no aporte de matéria orgânica ao solo (Nahon, 2023). Essa dinâmica alinha-se diretamente com as diretrizes da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), reforçando o papel do manejo florestal no alcance do ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e do ODS 15 (Vida Terrestre), que visam combater a degradação dos solos e atenuar os impactos das mudanças climáticas. Avaliando diferentes condições edafoclimáticas, Medeiros (2019) compilou diversos estudos realizados no Nordeste brasileiro sobre estoques de carbono. Apesar desta relevância, ainda são escassas as pesquisas específicas sobre a capacidade de armazenamento de carbono em solos arenosos sob cultivos florestais no estado do Rio Grande do Norte, o que representa uma lacuna de conhecimento para a definição de estratégias regionais de manejo sustentável. O gênero Eucalyptus é amplamente utilizado em reflorestamento e silvicultura no Brasil devido à sua rápida adaptabilidade, elevada produtividade de

madeira e grande capacidade de produção de fitomassa (Lima et al., 2020). O aporte contínuo de folhas e galhos na superfície, aliado a um sistema radicular profundo, favorece a manutenção da umidade, reduz a erosão e incrementa progressivamente os teores de matéria orgânica ao longo do perfil do solo (Pulrolnik et al., 2009). Estudos como os de Gama-Rodrigues et al. (2008) e Pegoraro et al. (2011) demonstram a eficiência de florestas de eucalipto no sequestro de carbono do solo, destacando seu potencial na mitigação ambiental e na recuperação de áreas degradadas. Portanto, este trabalho tem como objetivo principal quantificar o estoque de carbono orgânico em um Neossolo Quartzarênico sob Plantio de Eucalipto, Área Degradada e Mata Nativa na zona rural do município de Macaíba, na região agreste do Rio Grande do Norte, avaliando seu potencial para o sequestro de carbono e suporte às metas de desenvolvimento sustentável.

Metodologia

2.1. Descrição da Área de Estudo O estudo foi conduzido no Sítio São Clemente, localizado na comunidade Lagoa Seca, zona rural do município de Macaíba, na região agreste do Rio Grande do Norte. Segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta um clima com estação chuvosa predominante durante o outono e inverno (Cestaro, 2002). A área de estudo sofreu degradação ao longo de sucessivas práticas agrícolas e de pastagem, evidenciando a necessidade de medidas conservacionistas e de reflorestamento. O solo local é classificado como Neossolo Quartzarênico, de textura arenosa a franco-arenosa e topografia plana (Beltrão et al., 1975). 2.2. Seleção das Áreas de Estudo e Delineamento Experimental O experimento comparou três áreas contíguas com diferentes históricos de uso do solo: Mata Nativa (MN), representando a vegetação original de referência; Área Degradada (AD), caracterizada por pastagem degradada com histórico de uso intensivo; e Plantio de Eucalipto (PE), área reflorestada com Eucalyptus spp. Na área de eucalipto, a amostragem foi delineada para minimizar efeitos de borda, selecionando-se pontos representativos do povoamento florestal. 2.3. Caracterização da Coleta e Amostragem do Solo Para o estudo comparativo, foram escavadas trincheiras de 1,00 m de comprimento, 1,00 m de largura e até 1,0 m de profundidade, ou até alcançar a camada de impedimento, em cada uma das áreas. A coleta de amostras seguiu procedimentos semelhantes a estudos realizados em regiões semiáridas, como os desenvolvidos em Sobral, Ceará (Tonucci et al., 2023), no Sertão Pernambucano (Santana et al., 2019), e em Irecê, Bahia (Moreira, 2013). Os pontos de escavação das trincheiras foram selecionados aleatoriamente. Cada trincheira representou uma repetição. As trincheiras foram demarcadas para a coleta de amostras em diferentes profundidades: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, ou até que se verificasse homogeneidade na área. Em cada profundidade, a coleta de amostras de solo foi realizada em quatro faces da trincheira (norte, sul, leste, oeste) com o auxílio de uma espátula. As quatro amostras simples de cada profundidade foram combinadas para formar uma amostra composta. No PS e na MN, verificou-se que algumas camadas se demonstravam mais resistentes, fazendo-se necessária uma coleta com espessura superior a 1 cm. 2.4. Análise Laboratorial e Cálculo do Estoque de Carbono Após a coleta, as amostras de solo foram destorroadas, quando necessário, e submetidas à secagem ao ar para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Posteriormente, as amostras foram peneiradas em malhas de 10 (2 mm) e 70 (0,210 mm) para separação de partículas. A determinação do teor de carbono foi realizada por combustão a seco, utilizando um analisador elementar CHNS/O (modelo PE ou EA

2400 Series II CHNS/O, PerkinElmer, Norwalk, CT, USA), seguindo o padrão internacional descrito por Swift (1996). Os teores de carbono e a densidade do solo em cada profundidade foram utilizados para calcular o estoque de carbono orgânico do solo (ECO), conforme a equação proposta por Veldkamp (1994): Estoque=(CC×Ds×e)/10 Onde: Estoque: Estoque de carbono orgânico do solo (Mg ha^{-1}); CC: Concentração de carbono orgânico total (g kg^{-1}); Ds: Densidade do solo (g cm^{-3}); e: Espessura da camada (cm). 2.5. Análise de Dados Os dados foram organizados e tabulados usando o Microsoft Excel. As variáveis foram submetidas à análise de Kruskal-Wallis para testar a distribuição dos dados. As médias foram comparadas pelo teste de Dunn ($p < 0,05$). Análises estatísticas adicionais, incluindo o teste de correlação de Pearson ($p < 0,05$), foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2020) para identificar correlações entre as variáveis.

Resultados e Discussões

3.1. Variabilidade dos Estoques de Carbono Superficiais e Vulnerabilidade dos Neossolos Quartzarênicos A dinâmica do carbono orgânico no solo (COS) é altamente influenciada pela cobertura vegetal, pelo tipo de manejo e pelas propriedades físicas e químicas intrínsecas da classe pedológica (Soares, 2020). Na camada superficial (0-10 cm), a Mata Nativa (MN) destacou-se com o maior estoque de carbono (54,95 Mg ha^{-1}), superando expressivamente o Plantio de Eucalipto (16,04 Mg ha^{-1}) e a Área Degradada (15,37 Mg ha^{-1}) (Tabela 1). Essa superioridade marcante da vegetação nativa na camada de 0-10 cm decorre do aporte contínuo e diversificado de serapilheira, associado ao microclima protegido pelo dossel denso, que reduz a temperatura do solo e mitiga as taxas de mineralização da matéria orgânica. Em contrapartida, Neossolos Quartzarênicos possuem textura essencialmente arenosa (teores de argila tipicamente inferiores a 150 g kg^{-1}), o que limita a formação de complexos organominerais e deixa a matéria orgânica desprotegida contra a degradação microbiana (Beltrão et al., 1975). Na Área Degradada, a escassez de cobertura vegetal aliada à alta insolação da região agreste potiguar acelera a oxidação do carbono superficial. Já no Plantio de Eucalipto, embora a biomassa aérea seja elevada, o menor estoque na camada de 0-10 cm em relação à Mata Nativa reflete a fase de transição e o histórico prévio de degradação da área. Contudo, ao avaliar a camada subsequente (10-20 cm), o Plantio de Eucalipto já indica recuperação, atingindo 12,10 Mg ha^{-1} de carbono contra apenas 6,79 Mg ha^{-1} na Área Degradada — um incremento de 78,2% propiciado pelo início da ciclagem de orgânicos da floresta cultivada. 3.2 Qualidade da Serapilheira, Relação C/N e Recalcitrância da Matéria Orgânica A composição química do material vegetal depositado sobre o solo desempenha papel determinante na velocidade de humificação. A serapilheira de Eucalyptus spp. possui uma elevada relação C/N e altos teores de compostos recalcitrantes, como lignina, suberina e polifenóis (Pulrolnik et al., 2009). Enquanto os resíduos de gramíneas na Área Degradada apresentam rápida decomposição e pouca durabilidade no solo sob clima tropical estacional, os resíduos do eucalipto decompõem-se de forma mais lenta e gradual. Esse processo assegura uma liberação contínua de ácidos orgânicos de baixo peso molecular, que percolam pelo perfil arenoso, promovendo a formação e a manutenção do carbono orgânico solúvel ao longo do tempo. 3.3. Acúmulo Subsuperficial de Carbono e Fisiologia Radicular do Eucalipto Nas camadas intermediárias (20-30 cm e 30-40 cm), observou-se uma transição nos estoques de carbono: 20-30 cm: MN (16,62 Mg ha^{-1}), AD (7,52 Mg ha^{-1}) e PE (6,21 Mg ha^{-1}). 30-40 cm: AD (10,28 Mg ha^{-1}), MN (10,00 Mg ha^{-1}) e PE (8,49

Mg ha⁻¹). A grande singularidade do trabalho manifesta-se nas camadas subsuperficiais mais profundas (40 a 100 cm), onde o Plantio de Eucalipto apresentou estoque de carbono superior: 40-60 cm: MN (22,54 Mg ha⁻), PE (16,67 Mg ha⁻) e AD (12,90 Mg ha⁻). 60-80 cm: PE (21,14 Mg ha⁻), AD (14,56 Mg ha⁻) e MN (9,67 Mg ha⁻). 80-100 cm: PE (17,17 Mg ha⁻), MN (16,83 Mg ha⁻) e AD (10,84 Mg ha⁻). Nas faixas de 60-80 cm e 80-100 cm, o estoque sob Eucalipto superou inclusive o da Mata Nativa. Esse fenômeno é explicado pela morfologia e fisiologia do sistema radicular do gênero Eucalyptus. Diferente de ecossistemas herbáceos com raízes fasciculadas e superficiais, as essências florestais desenvolvem raízes pivotantes profundas e uma vasta rede de raízes finas capazes de explorar horizontes inferiores em busca de água e nutrientes (Pegoraro et al., 2011). A constante renovação (turnover) dessas raízes finas, somada à exsudação radicular em profundidade, deposita carbono orgânico diretamente no interior da matriz do solo. Em horizontes profundos, o carbono fica protegido das variações térmicas diárias e da erosão laminar, resultando em compartimentos de carbono de longa meia-vida e alta estabilidade (Tonucci et al., 2023). 3.4. O Papel da Densidade do Solo na Estimativa dos Estoques A densidade do solo (Ds) é um componente determinante no cálculo matemático do estoque pela equação de Veldkamp (1994). Na Área Degradada, o pisoteio contínuo do gado e o manejo inadequado provocam a compactação das camadas superficiais e subsuperficiais, aumentando os valores de Ds. Embora um valor mais elevado de Ds aumente o valor final do estoque calculado em determinados pontos da Área Degradada (como observado em 30-40 cm), a concentração real de carbono orgânico (CC, em gkg−1) nessa área permanece baixa. No Plantio de Eucalipto e na Mata Nativa, a descompactação biológica promovida pelo crescimento radicular e pela atividade da macro e mesofauna mantém a porosidade do solo adequada, garantindo que o acúmulo de carbono reflita um ganho real em biomassa orgânica, e não apenas um valor super ou subestimado dependo da variação da densidade do solo. 3.5. Estoque Acumulado (0-100 cm) e Conexão com os ODS Ao analisar o perfil completo de 0 a 100 cm de profundidade, a capacidade total de estocagem de carbono (Mg ha⁻¹) seguiu a ordem: Mata Nativa (154,75) > Plantio de Eucalipto (97,82) > Área Degradada (78,26). A conversão da pastagem degradada para o cultivo florestal de eucalipto proporcionou um incremento líquido de 19,56 Mg ha⁻¹ de carbono orgânico no perfil de 1 metro, representando um aumento de 25,0% no estoque total. Resultados semelhantes foram reportados por Gama-Rodrigues et al. (2008) e Santana et al. (2019) ao avaliarem a recuperação de solos arenosos por silvicultura no Nordeste brasileiro. Esse ganho substancial de carbono comprova que o reflorestamento com eucalipto contribui para o armazenamento de carbono atmosférico na região agreste do Rio Grande do Norte. Essa prática contribui diretamente para: ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima): Mitigação do efeito estufa por meio da fixação duradoura de CO2 no solo. ODS 15 (Vida Terrestre): Reversão do processo de degradação das terras e restauração das funções ecossistêmicas dos Neossolos Quartzarênicos.

Conclusão

O tipo de uso e manejo do solo em Neossolo Quartzarênico na Região Agreste do RN altera significativamente o estoque e a distribuição vertical do carbono orgânico no solo. A Mata Nativa conserva os maiores estoques totais de carbono no perfil do solo (154,75 Mg ha⁻¹ no total de 0-100 cm), concentrando a maior parte da matéria orgânica na camada superficial (0-20 cm). O Plantio de Eucalipto demonstrou elevado potencial de

incorporação de carbono em profundidade, registrando 97,82 Mg ha⁻¹ no perfil total de 0-100 cm, superando a Área Degradada (78,26 Mg ha⁻¹), principalmente pelo acúmulo nas camadas subsuperficiais de 40 a 100 cm. Conclui-se que o cultivo de eucalipto é uma estratégia eficiente para a recuperação dos estoques de carbono e melhoria da qualidade do solo em áreas degradadas no Agreste Potiguar, contribuindo ativamente para a prestação de serviços ambientais, mitigação das mudanças climáticas e o alcance das metas globais pactuadas no ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e no ODS 15 (Vida Terrestre).

Referências

BELTRÃO, V. A.; FREIRE, L. C. M.; SANTOS, M. F. Levantamento Semidetalhado da Área do Colégio Agrícola de Jundiaí - Macaíba/RN. Recife: SUDENE Recursos de Solos, 1975. CESTARO, L. A. Climatologia e recursos hídricos do Rio Grande do Norte. Natal: Editora da UFRN, 2002. GAMA-RODRIGUES, E. F. et al. Alterações nos estoques de carbono e nitrogênio do solo devido à mudança do uso da terra. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 1105-1115, 2008. LIMA, R. B. et al. Biomassa e estoque de carbono em povoamentos de Eucalyptus spp. no Nordeste do Brasil. Scientia Forestalis, v. 48, e3120, 2020. MEDEIROS, A. D. S. Fatores de mudança nos estoques de carbono do solo devido ao uso da terra no semiárido brasileiro. Tese (Doutorado) - CECA/UFAL, 2019. MOREIRA, M. M. Estoque de carbono e nitrogênio em áreas de vegetação nativa e antropizada no município de Irecê-BA. Dissertação (Mestrado) - UFRB, 2013. NAHON, S. M. R. Ferramentas moleculares para avaliação da saúde do solo em sistemas agroflorestais e florestais. Dissertação - UFRA, 2023. PEGORARO, R. F. et al. Estoques de carbono e nitrogênio no solo sob cultivo de eucalipto de diferentes idades. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, p. 843-850, 2011. PULROLNIK, K. et al. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob floresta nativa e eucalipto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, p. 1125-1132, 2009. R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. SANTANA, M. S. et al. Carbon and nitrogen stocks of soils under different land uses in Pernambuco state, Brazil. Geoderma Regional, v. 16, e00205, 2019. SOARES, D. G. Variação no estoque de carbono em sistemas agrícolas e florestais. Dissertação - UFT, 2020. SOUZA, J. L. de; PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, M. A. Potencial de sequestro de carbono em solos agrícolas. Idesia, v. 30, n. 1, p. 7-15, 2012. SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D. L. (Ed.). Methods of Soil Analysis: Chemical Methods. Madison: SSSA/ASA, 1996. p. 1011-1069. TONUCCI, R. G. et al. Agroforestry system improves soil carbon and nitrogen stocks in depth after land-use changes in the Brazilian semi-arid region. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 47, e0220124, 2023. UNEP. Kick the habit: A UN Guide to Climate Neutrality. United Nations Environment Programme, 2008. VELDKAMP, E. Organic carbon stock changes in tropical soils after transition from forest to pasture. Soil Science Society of America Journal, v. 58, p. 175-180, 1994.

Anexos



TABELA 1. Estoque de carbono (mg/ha-1) em seus diferentes usos e manejos. PS: plantio de Sabiá; AD: área degradada; MN: mata nativa. **: significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Dunn.

CÓDIGO: SB1481

AUTOR: KEDMA CARLA SANTANA DO NASCIMENTO

COAUTOR: WILKALLY CRISLIAN LAYNNE DE MOURA

COAUTOR: PAULA EVANYN PESSOA DO NASCIMENTO

COAUTOR: JOSE RICARDO SOUZA DA SILVA

COAUTOR: ELAINE CRISTINA ALVES DA SILVA

COAUTOR: DENYS SANTOS DE SOUZA

ORIENTADOR: TATIANE KELLY BARBOSA DE AZEVEDO CARNAVAL

TÍTULO: VALIDADE DO FLOCULANTE NATURAL A BASE DE TANINO DE *Anacardium occidentale*: parte 2

Resumo

Resumo

A crescente escassez e degradação dos recursos hídricos torna necessária a busca por alternativas sustentáveis aos coagulantes químicos convencionais no tratamento de água. Este trabalho avaliou a aplicabilidade e o tempo de vida útil de um coagulante natural obtido a partir de taninos extraídos da casca de Anacardium occidentale (cajueiro), cationizado pela reação de Mannich. Os taninos foram extraídos, quantificados pelo método de Stiasny e caracterizados por FTIR. O coagulante foi testado em ensaios de Jar-test em quatro idades de armazenamento (0, 3, 6 e 9 meses), avaliando-se turbidez e pH da água ao longo de 60 minutos de sedimentação. O coagulante recém-formulado apresentou o melhor desempenho, com eficiência de remoção de turbidez de aproximadamente 82,5%, enquanto as amostras armazenadas por 3 e 6 meses apresentaram queda expressiva de eficiência (em torno de 40%), com recuperação parcial aos 9 meses (52,2%), sugerindo perda progressiva, porém não linear, da capacidade coagulante. O pH da água tratada permaneceu, em todas as idades, dentro da faixa recomendada pela legislação brasileira de potabilidade. Os resultados confirmam o potencial do tanino de *Anacardium occidentale* como coagulante natural,

renovável e de baixo impacto ambiental, evidenciando, contudo, a existência de um prazo de validade prático que deve ser considerado em sua aplicação.

Palavras-chave: Jar-Test; Turbidez; Tratamento de água.

TITLE: Validity of the natural flocculant based on tannin from Anacardium occidentale: part 2

Abstract

The growing scarcity and degradation of water resources make it necessary to seek sustainable alternatives to conventional chemical coagulants in water treatment. This study evaluated the applicability and shelf life of a natural coagulant obtained from tannins extracted from cashew (*Anacardium occidentale*) bark, cationized through the Mannich reaction. Tannins were extracted, quantified by the Stiasny method, and characterized by FTIR. The coagulant was tested through Jar-test assays at four storage ages (0, 3, 6, and 9 months), evaluating water turbidity and pH over 60 minutes of sedimentation. The freshly formulated coagulant showed the best performance, with a turbidity removal efficiency of approximately 82.5%, while samples stored for 3 and 6 months showed a marked decline in efficiency (around 40%), with partial recovery at 9 months (52.2%), suggesting a progressive, though non-linear, loss of coagulant capacity. The pH of the treated water remained, at all ages, within the range recommended by Brazilian drinking-water standards. The results confirm the potential of A. occidentale tannin as a renewable, low-environmental-impact natural coagulant, while also revealing a practical shelf-life limitation that should be considered in its application.

Keywords: Jar-test; Turbidity; Water treatment.

Introdução

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional nas últimas décadas tem sido expressivo, principalmente nos centros urbanos (IBGE, 2023), afetando diretamente a qualidade de vida da população, gerando aumento do consumo de água e mudanças em diversos setores, como industriais, agrícolas e de mineração, o que ocasiona déficit no abastecimento e na qualidade da água das grandes cidades. A água é um elemento primordial à vida animal e vegetal, estando diretamente relacionada à saúde e às condições de vida de uma comunidade. Como consequência do elevado nível de urbanização, ocorre o desmatamento, que contribui negativamente para o armazenamento dos recursos hídricos naturais em quantidade e qualidade, cada dia mais escassos para atender às

necessidades da sociedade moderna. O tratamento de água para abastecimento público tem se tornado um grande desafio; entretanto, estudos devem ser realizados acerca da reutilização desse recurso, sobretudo quanto ao tratamento de águas contaminadas. Dessa forma, o uso de taninos vegetais no tratamento da água torna-se uma alternativa. A fim de amenizar os impactos causados pelos coagulantes químicos, nos últimos anos vêm sendo realizados estudos que buscam alternativas para melhorias na distribuição da água, entre elas a aplicação do tanino, devido às suas propriedades na redução dos teores de metais e iodo (KONRADT-MORAES et al., 2007). Para Das et al. (2020), os compostos derivados de taninos vegetais têm se mostrado eficientes no tratamento de efluentes e águas destinadas ao consumo humano. Os polímeros à base de taninos têm atraído maior interesse comercial nos últimos anos, principalmente pelo baixo custo, por serem amplamente distribuídos nas cascas de espécies arbóreas e pela eficácia em ampla faixa de pH (BELLO et al., 2020). Segundo Vijayaraghavan et al. (2011), o tanino se torna um agente coagulante alternativo aos sais poliméricos sintéticos, que possuem inconvenientes como alteração do pH da água e impactos toxicológicos, além de riscos à saúde humana; em contrapartida, os taninos são biodegradáveis, não tóxicos, não corrosivos e de origem renovável (SOUSA, 2015). No Brasil, empresas já utilizam coagulantes orgânicos no tratamento de água e esgoto; a empresa TANAC exporta cerca de 85% de sua produção para mais de 70 países, cerca de 30.000 toneladas anuais de extratos, colocando o país entre os maiores exportadores tânicos do mundo (TANAC, 2013). A Acácia negra (Acacia mearnsii De Wild) é a espécie mais importante na produção de tanino vegetal no Brasil (IBGE, 2017); seu coagulante líquido acelera em até 40 segundos a decantação da lama na água, sendo utilizado pelo SAAE de Governador Valadares na retomada da captação de água com barro do Rio Doce (FRANCO, 2016). Trabalhos recentes de Anjos et al. (2022) e Anjos et al. (2024) encontraram grande potencial para produção de agentes coagulantes a partir da casca de Anacardium occidentale. Diante do exposto, a busca por tecnologias que utilizem os recursos de forma sustentável torna-se um desafio importante, sendo relevantes estudos sobre identificação, desenvolvimento, aplicação e tempo de vida útil de coagulantes naturais. Assim, avaliar a aplicabilidade, eficiência e vida útil dos taninos vegetais extraídos de espécies com potencial para clarificação da água constitui alternativa para o desenvolvimento social e econômico e para a mitigação de impactos ambientais, área ainda pouco explorada e promissora.

Metodologia

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área

Foram utilizadas cinco árvores saudáveis de Anacardium occidentale obtidas na Área Experimental da UAECIA/EAJ/UFRN, em Macaíba-RN. O solo é classificado como latossolo amarelo de textura arenosa e topografia plana (BELTRÃO et al., 1975). O clima é uma transição entre os tipos As e BSw (tropical chuvoso, Köppen), com temperatura média anual de 27,1 °C, umidade relativa de 76% e precipitação entre 863,7 e 1.070,7 mm (IDEMA, 2013).

2.2 Coleta e preparo das cascas

Foram retiradas amostras das cascas do fuste sem comprometer a planta, pesadas para determinação da umidade inicial, secas ao ar e moídas em forrageira para extração dos taninos. Uma amostra por indivíduo (~200 g) foi destinada à quantificação de taninos condensados em laboratório, com granulometria reduzida em moinho tipo Willey.

2.3 Extração e quantificação das substâncias tânicas

O material passado na peneira de 16 mesh (1,00 mm) e retido na de 60 mesh (0,25 mm) foi homogeneizado, com teor de umidade determinado em base seca. As substâncias tânicas foram extraídas em água destilada, com três amostras de 25 g de material seco por indivíduo, em balões de 500 mL com 250 mL de água destilada (1:10 p/v), sob refluxo por 2 h, em duas sequências de extração. Após cada extração, o material foi filtrado em peneira de 150 mesh (0,105 mm) e tecido de flanela, homogeneizado e filtrado em cadinho sinterizado (porosidade 2), sendo concentrado para 500 mL. Três alíquotas de 50 mL foram retiradas: duas para determinação do teor de taninos condensados (TTC) e uma evaporada em estufa (103 ± 2 °C, 48h) para o teor de sólidos totais (TST):

TST(%) = (Mi – Mf)/Mi × 100 (1) Mi = massa inicial (g); Mf = massa final após secagem (g).

O TTC foi determinado pelo método de Stiasny (GUANGCHENG et al., 1991, com modificações): aos 50 mL de extrato bruto foram adicionados 4 mL de formaldeído (37%) e 1 mL de HCl concentrado, com refluxo por 30 min, formando complexos tanino-formaldeído insolúveis, separados em funil de Büchner (10 cm × 4 cm). O precipitado foi seco em estufa (103 ± 2 °C, 24h) para cálculo do índice de Stiasny:

I(%) = (M2/M1) × 100 (2) M1 = massa de sólidos em 50 mL de extrato; M2 = massa do precipitado.

TTC(%) = TST × I / 100 (3)

O teor de não taninos foi obtido pela diferença entre TST e TTC.

2.4 Cationização (agente floculante à base de extrato vegetal)

Realizada com base na reação de Mannich (KONRATH; FAVA, 2006), em três etapas: (i) 5,4 g de cloreto de amônio e 24,4 g de formaldeído foram aquecidos a 80 °C por 2h, avaliando-se visualmente a mudança de cor (amarelo claro a incolor); (ii) o produto foi misturado a 28,0 g de solução aquosa de tanino (50%) por 30 min a 60 °C; (iii) foram adicionados 0,2 g de monoetanolamina, com reação por 3h a 50 °C.

2.5 Análise por FTIR

Foi realizada para caracterizar os taninos e confirmar a cationização, em espectrofotômetro Shimadzu IRAffinity-1. As amostras foram secas (60 °C, 3h). Foram preparadas pastilhas de KBr (referência) e KBr com 5% p/p da amostra, com 32 varreduras e resolução de 4 cm^{-1} (4000–400 cm^{-1}).

2.6 Ensaios de coagulação

Amostras de água foram coletadas no açude Olho D'Água (UAECIA/EAJ) e os taninos cationizados foram avaliados aos 0, 3, 6 e 9 meses como coagulante, quanto à vida útil. O Jar-test foi o método padrão adotado, com 1,8 L de água de turbidez conhecida e 0,1 L de solução coagulante (200 $mg.L^{-1}$), sob agitação de 130 rpm/2 min e 35 rpm/20 min. Após 1h, foi coletada amostra do centro do béquer para avaliação de turbidez e pH.

Resultados e Discussões

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estabilidade do pH da água em função do tempo de armazenamento do tanino

A Figura 1 apresenta o comportamento do pH da água tratada ao longo do tempo de sedimentação (0 a 60 min), para o coagulante avaliado logo após a formulação (0 mês) e após 3, 6 e 9 meses de armazenamento.

Em todas as idades do coagulante, observou-se redução do pH da água bruta (em torno de 7,1 a 7,5) logo nos primeiros minutos após a adição do produto, estabilizando-se, ao final dos 60 min, entre 6,45 e 7,08. O tratamento com o coagulante recém-formulado (0 mês) manteve o pH mais elevado e estável ao longo de praticamente todo o ensaio (7,10 a 7,24 entre 2 e 30 min), com leve queda aos 40 min (6,71) e posterior recuperação até 7,08 aos 60 min. Já as amostras armazenadas por 3, 6 e 9 meses apresentaram queda mais acentuada e precoce do pH, já nos primeiros 2 a 10 min, estabilizando-se em valores mais baixos (6,42 a 6,80) até o final do ensaio, com variação pouco expressiva entre si a partir dos 20 min.

Em todos os casos, os valores finais de pH permaneceram dentro da faixa recomendada pela legislação brasileira de potabilidade (6,0 a 9,5, conforme Portaria de Consolidação GM/MS nº 5/2017, Anexo XX), o que indica que, mesmo com o avanço do tempo de armazenamento, o coagulante tânico cationizado não compromete a adequação do pH da água tratada. Esse comportamento é coerente com o caráter levemente ácido característico de coagulantes à base de tanino, decorrente da etapa de cationização via reação de Mannich, que introduz grupamentos amínicos protonáveis na estrutura do polifenol (KONRATH; FAVA, 2006), e está de acordo com o observado por Bello et al. (2020) para taninos aminometilados aplicados na clarificação de água, que também não geram alterações drásticas de pH capazes de inviabilizar o uso do coagulante.

3.2 Cinética de clarificação da água (turbidez) em função do tempo de armazenamento do tanino

A Figura 2 e a Tabela 1 apresentam a redução da turbidez da água (NTU) em função do tempo de sedimentação, para o coagulante nas quatro idades avaliadas. A água bruta utilizada nos ensaios apresentou turbidez inicial de 150 NTU.

O coagulante recém-formulado (0 mês) apresentou o melhor desempenho, reduzindo a turbidez de 150 para 37,4 NTU já nos primeiros 20 min e alcançando 27,70 NTU aos 60 min, o que corresponde a uma eficiência de remoção de aproximadamente 82,5%. Esse resultado é compatível com o potencial coagulante relatado por Anjos et al. (2022, 2024) para taninos de Anacardium occidentale, reforçando a viabilidade da espécie como fonte de coagulante natural.

Após 3 e 6 meses de armazenamento, observou-se queda expressiva na eficiência de clarificação, com turbidez residual aos 60 min de 87,06 e 97,03 NTU, respectivamente (eficiências de 41,1% e 39,8%), valores próximos entre si e sensivelmente inferiores ao do coagulante recém-preparado. Esse comportamento sugere perda de capacidade coagulante ao longo do armazenamento, fenômeno já discutido na literatura para coagulantes tânicos, geralmente atribuído à degradação hidrolítica ou oxidativa dos grupamentos fenólicos e à redução da densidade de carga catiônica responsável pelos mecanismos de neutralização de carga e formação de pontes interparticuladas (BELLO et al., 2020; DAS et al., 2020).

Curiosamente, a amostra armazenada por 9 meses não seguiu uma tendência de queda contínua de desempenho, apresentando eficiência de remoção intermediária (52,2%), superior à observada aos 3 e 6 meses, embora ainda distante do desempenho inicial. Esse comportamento não monotônico pode estar relacionado a alterações conformacionais adicionais na estrutura do tanino cationizado ao longo do armazenamento prolongado (como possível continuidade lenta de reações de condensação/polimerização), que poderiam restabelecer, em parte, sítios ativos para a floculação, ou a variações experimentais entre bateladas de coagulante. Tal oscilação reforça a necessidade de ensaios complementares (como a análise por FTIR já prevista na metodologia) para caracterizar as transformações estruturais do tanino ao longo do tempo e explicar com mais precisão essas variações de desempenho.

De modo geral, os resultados indicam que, embora o coagulante à base de tanino de Anacardium occidentale mantenha capacidade de clarificação mesmo após 9 meses de armazenamento, sua eficiência é significativamente reduzida em relação ao produto recém-formulado, o que é um aspecto relevante a ser considerado para fins de aplicação prática e definição de prazo de validade do produto.

Conclusão

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que o coagulante tânico cationizado, produzido a partir da casca de Anacardium occidentale, apresenta potencial efetivo para a clarificação de água, com desempenho mais expressivo quando aplicado logo após sua formulação, alcançando eficiência de remoção de turbidez de aproximadamente 82,5% aos 60 minutos de sedimentação.

Verificou-se, no entanto, redução significativa da eficiência de clarificação ao longo do armazenamento, com valores de remoção de turbidez em torno de 40% aos 3 e 6 meses, sugerindo perda progressiva da capacidade coagulante, provavelmente associada a alterações estruturais nos grupamentos fenólicos e à redução da densidade de carga catiônica do polímero tânico. A oscilação observada aos 9 meses, com recuperação parcial da eficiência (52,2%), evidencia que essa perda de desempenho não segue um padrão estritamente linear, apontando para a necessidade de estudos complementares - sobretudo a análise por FTIR já prevista na metodologia - para melhor compreender as transformações químicas do coagulante ao longo do tempo de armazenamento.

Quanto ao pH, o coagulante manteve a água tratada dentro da faixa recomendada pela legislação brasileira de potabilidade (6,0 a 9,5) em todas as idades avaliadas, o que reforça sua viabilidade de uso sem comprometer esse parâmetro de qualidade.

De forma geral, os resultados confirmam o potencial do tanino de Anacardium occidentale como matéria-prima renovável para produção de coagulantes naturais no tratamento de água, alinhado a alternativas mais sustentáveis frente aos coagulantes químicos convencionais. Contudo, evidenciam a existência de um prazo de validade prático para o produto, sendo recomendável, para trabalhos futuros, a ampliação do período de monitoramento além dos 9 meses, a caracterização estrutural do coagulante por FTIR nas diferentes idades de armazenamento e a avaliação de condições de estocagem (temperatura, luminosidade, embalagem) que possam prolongar sua vida útil e estabilidade coagulante.

Referências

REFERÊNCIAS

ANJOS, B. F.; AZEVÊDO, T. K. B.; SILVA, B. R. F.; BRAGA, R. M.; PIMENTA, A. S.; ANDRADE, F. A. F. Tannins from cashew tree (Anacardium occidentale) bark as a flocculant for water clarification. Revista Ambiente e Água, v. 17, n. 3, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2815.

ANJOS, B. F.; AZEVÊDO, T. K. B.; SILVA, E. C. A.; NASCIMENTO, P. E. P.; PAIVA, K. L. B.; SILVA, L. C.; PIMENTA, A. S. Assessment of chemically modified vegetable tannins as coagulants for water treatment. Revista Ambiente e Água, v. 19, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2985.

BELLO, A.; VIRTANEN, V.; SALMINEN, J. P.; LEIVISKÄ, T. Aminomethylation of spruce tannins and their application as coagulants for water clarification. Separation and Purification Technology, v. 242, p. 116765, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.116765.

BELTRÃO, V. A.; FREIRE, L. C. M.; SANTOS, M. F. Levantamento Semidetalhado da Área do Colégio Agrícola de Jundiaí – Macaíba/RN. Recife: SUDENE – Recursos de Solos, Divisão de Reprodução, 1975.

DAS, A. K.; ISLAM, M. N.; FARUK, M. O.; ASHADUZZAMAN, M.; DUNGANI, R. Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. South African Journal of Botany, v. 135, p. 58-70, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008.

FRANCO, L. C. G. Comparativo dos tratamentos de água do rio doce após o rompimento da barragem da Samarco. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 13., 2016, Poços de Caldas. Anais [...]. Poços de Caldas, 2016.

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L.; YAZAKI, Y. Extractives yields, Stiasny values and polyflavanoid contents in barks from six Acacia species in Australia. Australian Forestry, v. 54, n. 3, p. 154-156, 1991. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00049158.1991.10674572.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da extração vegetal e da silvicultura. v. 31, p. 55, 2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). Perfil do seu município: Macaíba. Natal: IDEMA, 2013.

KONRADT-MORAES, L. C.; BERGAMASCO, R.; TAVARES, C. R. G.; BONGIOVANI, M. C.; HENNIG, D. Avaliação da eficiência de remoção de cor e turbidez, utilizando como agente coagulante os taninos vegetais, com a finalidade de obtenção de água tratada. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24., 2007, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.

KONRATH, R. A.; FAVA, F. J. Processo de preparação de um agente floculante à base de extrato vegetal. BR n. PI 0500471-3 A, 2006.

SOUSA, T. B. Uso de taninos de espécies florestais no tratamento de água para abastecimento. 2015. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

TANAC. Construindo o futuro todos os dias. Montenegro: TANAC, 2013.

VIJAYARAGHAVAN, G.; SIVAKUMAR, T.; KUMAR, V. Application of plant based coagulants for waste water treatment. International Journal of Advanced Engineering Research and Studies, v. 1, p. 88-92, 2011.

Anexos



Tabela 1 - Turbidez residual (NTU, média ± desvio-padrão) e eficiência de remoção (%) aos 60 min de sedimentação, por tempo de armazenamento do tanino



Figura 1 - Estabilidade do pH da água em função do tempo de armazenamento do tanino de Anacardium occidentale



Figura 2 - Cinética de clarificação da água (turbidez) em função do tempo de armazenamento do tanino de Anacardium occidentale

CÓDIGO: SB1505

AUTOR: HEITOR CAVALCANTE GOMES

ORIENTADOR: AFRANIO CESAR DE ARAUJO

TÍTULO: A Literatura de Cordel como Ferramenta para o Ensino da Biologia - Recital biológico

Resumo

A partir deste trabalho realizado, foi possível perceber que a literatura de cordel pode contribuir de forma positiva para o ensino da Biologia. O Recital Biológico, que consiste na leitura do cordel em sala de aula, trouxe uma proposta de metodologia diferente, utilizando um conjunto de elementos, como rimas, músicas, humor e ilustrações, para apresentar conteúdos que normalmente são trabalhados de maneira mais tradicional e comum. A experiência mostrou que esse conjunto de elementos pode ajudar a despertar o interesse dos estudantes, favorecer a concentração e tornar o contato com os conteúdos de Biologia mais leve e atrativo. Além disso, a utilização do cordel possibilita unir o conhecimento científico a uma manifestação cultural bastante presente na região Nordeste, aproximando o conteúdo da realidade dos alunos. Dessa forma, o Recital Biológico apresenta potencial para ser utilizado como um recurso complementar às aulas cotidianas de Biologia. A proposta não busca substituir outros métodos de ensino, mas oferecer mais uma possibilidade para tornar as aulas dinâmicas e participativas, além de facilitar a aproximação dos estudantes com a disciplina. Assim, o uso da literatura de cordel no ambiente escolar pode contribuir tanto para o aprendizado dos alunos quanto para a valorização da cultura nordestina.

Palavras-chave: Ensino de Biologia,leitura do cordel como uma ferramenta didática

TITLE: Cordel literature. Biology teaching. Biological Recital. Teaching resource.Education.

Abstract

Based on this study, it was possible to observe that cordel literature can contribute positively to the teaching of Biology. The Biological Recital, which consists of reading cordel poems in the classroom, introduced a different teaching method by using elements such as rhymes, music, humor, and illustrations to present content that is usually taught in a more traditional way. The experience showed that these elements can help spark students' interest, improve their concentration, and make learning Biology more enjoyable and engaging. In addition, the use of cordel literature connects scientific

knowledge with a cultural expression that is strongly present in Brazil's Northeast region, bringing the content closer to the students' reality. Therefore, the Biological Recital has the potential to be used as a complementary resource in regular Biology classes. The proposal does not aim to replace other teaching methods but to offer another possibility for making classes more dynamic and participatory, as well as helping students feel closer to the subject. Thus, using cordel literature in the school environment can contribute both to students' learning and to the appreciation of Northeastern Brazilian culture.

Keywords: Biology Education, reading cordel literature as a teaching tool.

Introdução

A literatura de cordel, patrimônio cultural e imaterial brasileiro desde 2009, tem profundas relações com as cantigas dos antigos trovadores e menestréis da idade média. Sua origem no Brasil remonta o século XVIIII, quando foi trazida pelos portugueses e encontrou campo fértil no nordeste brasileiro (MOREIRA etal, 2019). Conforme Serra (2019), especula-se que a literatura de cordel deva ter chegado primeiramente em Salvador, Bahia, de onde irradiou-se para outros estados do Nordeste, em especial, Paraíba e Pernambuco. O paraibano de Pombal Leandro Gomes de Barros, a partir da segunda metade do século XIX e início do século XX começou a produzir os seus folhetos. Autor de clássicos como 'A história do boi misterioso', 'A seca no Ceará', 'O testamento da cigana Esmeralda' e a 'História do cachorro dos mortos', Barros é considerado o pioneiro da literatura de cordel no Brasil. Em Recife, Pernambuco, montou uma tipografia onde editava, publicava e vendia seus livretos. Batizado de cordel por ser vendido preso a barbantes nas feiras nordestinas, incialmente pelos portugueses, as publicações eram compradas por pessoas de várias classes sociais em uma época em que, conforme Ferraro (2009), mais de 70% da população brasileira era analfabeta. As famílias reuniam-se em torno de alguém que soubesse ler e, este fazia a leitura em voz alta dos textos para deleite dos ouvintes. De acordo com Aquino et. Al (2020) os cordéis tiveram ampla aceitabilidade, também pelo baixo preço dos folhetos, mas principalmente pelo tom humorístico das histórias contadas e por contar retratar fatos do cotidiano das pessoas. Cangaço, romances, política, desvios de conduta, crenças e descrenças em Deus. Estas e outras temáticas sempre fizeram parte do rico universo do cordel. Conforme Santos et al. (2021) a literatura de cordel, em função da sua linguagem simples, transmite conhecimentos das mais variadas áreas, pois permite adaptar as temáticas e faze-las chegar a diversos contextos sociais, sendo um importante meio de comunicação social. Há muito a literatura de cordel extrapolou as barreiras do interior do Nordeste e é hoje, utilizada das mais variadas formas para transmissão de informações e saberes. Os autores enfatizam as rimas, a musicalidade e os versos curtos como elementos que facilitam a memorização de informações importantes. Elementos que, no passado, ajudaram a perpetuar lendas e histórias dos povos. Mais que nunca, a educação vive uma fase difícil, o pós-pandemia apresentou estudantes cada vez mais distraídos e desinteressados pelas práticas pedagógicas convencionais. A internet, apesar de poderosa ferramenta, se bem utilizada, oferece um leque de distrações que tiram o foco das aulas e dos livros. Alternativas metodológicas que tragam o aluno de "volta à escola" nunca foram tão urgentes. Conforme Moreira et al. (2019), a busca pela qualidade educacional, leva a alternativas de ensino que possam atrair a atenção dos alunos, torne-os mais participativos e facilitem a aprendizagem. A linguagem poética do

cordel se coloca como um instrumento amenizador das dificuldades que se apresentam nos dias atuais. Lopes e Oliveira (2023) em trabalho que avaliou a literatura de cordel como recurso para o ensino de matemática evidenciou a necessidade de propostas de ensino mais atrativas que promovam mais individualidades e particularidades cognitivas e criativas. Aquino et al. (2020) colocaram a literatura de cordel como alternativa pedagógica eficaz para a melhoria da prática pedagógica e como oportunidade para despertar talentos, empatia e bom humor. Os autores mencionaram potencial do cordel para o ensino lúdico, criativo, prazeroso e contextualizado. Lucena (2015) sugeriu que o cordel poderia ser uma importante ferramenta para o estímulo da criatividade em sala de aula. Rocha et al (2021) trabalhando com turmas de ensino médio no Ceará, encontrou na literatura de cordel um recurso didático estimulante da escrita e auxiliar no processo de leitura e interpreta

Metodologia

O trabalho será realizado na Escola Agrícola de Jundiaí/Universidade Federal do Rio Grande do Norte com estudantes do ensino técnico integrado ao médio. A Escola Agrícola de Jundiaí, criada em 1949 com o nome de Escola Prática de Agricultura, localiza-se no município de Macaíba, a 25 Km de Natal. Em 1967foi incorporada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte e rebatizada como Colégio Agrícola de Jundiaí – CAJ. Somente em 2002 passou a ser denominada de Escola Agrícola de Jundiaí – EAJ e desde 2007 funciona como unidade acadêmica especializada em ciências agrárias com cursos técnicos integrados ao ensino médio, graduações e pós-graduações. No tocante ao ensino técnico, atende hoje, 1031 alunos, sendo 357 na modalidade técnico integrado ao médio e 674 na modalidade subsequente. O trabalho será realizado em duas frentes, o Recital Biológico e o Biologia em Cordel na TV. Recital Biológico Turmas alvo: • Semestre I: primeiros, segundos e terceiros anos dos cursos de técnicos integrados ao médio de agroindústria e informática • Semestre II: primeiros, segundos e terceiros anos dos cursos de técnicos integrados ao médio de aquicultura e agropecuária Serão realizadas, bimestralmente, nas turmas alvo, leituras de cordéis previamente preparados, envolvendo temas de biologia que já tenham sido abordados em aulas anteriores. As apresentações serão realizadas em sala de aula com música típica do Nordeste ao fundo e projeção do texto e ilustrações alusivas a cada trecho projetado em Datashow. As ilustrações serão uma releitura de figuras, estruturas, plantas, e pessoas, normalmente presente em livros didáticos, mas como um simulacro de xilogravura, típica da literatura de cordel. Durante as apresentações, os declamadores utilizarão indumentária característica do homem do campo nordestino. Ao final das apresentações, os folhetos com texto e ilustrações serão entregues aos alunos. Bimestralmente, os alunos das turmas alvo farão uma avaliação da técnica do cordel como instrumento para o ensino da biologia. Para tanto, cada aluno preencherá um formulário pré-estruturado com questões objetivas que permitirão a avaliação da sua percepção acerca do instrumento utilizado. As questões presentes no formulário estarão relacionadas à: (1) afinidade do aluno com a biologia, (2) releituras do cordel após a declamação em sala de aula, (3)percepção do aluno sobre a eficácia do cordel como instrumento para o ensino da biologia, conforme a metodologia adotada, (4) manutenção da concentração no momento da declamação em sala de aula, (5) importância do uso de ilustrações, (6) importância da caracterização do declamador (uso de indumentária típica) e (7) importância da jocosidade nos textos. Os dados obtidos serão submetidos à uma análise estatística descritiva, com medidas de tendência central

(média, moda e mediana) e medidas de dispersão(amplitude, desvio, variância e desvio padrão. Será determinado o coeficiente de correlação entre variáveis.

Resultados e Discussões

Ao realizar o Recital Biológico, prática com o cordel em sala de aula, foi possível observar o potencial da literatura de cordel como uma ferramenta alternativa para ensinar a ciência da Biologia de forma mais fluida e que aproxime os estudantes da matéria. O método busca fugir das aulas convencionais, utilizando ritmo, humor, música e ilustrações como formas de atrair a atenção dos estudantes.Durante as práticas, foi possível perceber que o uso de rimas, músicas e uma linguagem mais informal tornava as aulas mais atrativas e dinâmicas, trazendo um ambiente mais participativo. As ilustrações esperadas em xilogravura também ajudam a relacionar os versos ao material didático, facilitando o entendimento e contribuindo para o aprendizado.A utilização desses diferentes elementos possibilitou um aumento na concentração dos alunos, buscando manter a atenção durante a explicação do conteúdo. Além disso, o cordel permite que o estudante possa revisar o assunto mesmo após as aulas, utilizando os versos como uma forma diferente de relembrar o que foi estudado.O questionário também buscou analisar as opiniões dos alunos sobre a utilização dos cordéis como forma de ampliar o aprendizado da Biologia. Os aspectos considerados foram a afinidade com a disciplina, a importância das ilustrações e a presença do humor nos textos. Esses elementos foram incluídos porque a proposta do cordel não é apenas transmitir o conteúdo, mas também despertar o interesse e incentivar a participação dos estudantes.Os dados coletados por meio do questionário foram organizados em tabelas e gráficos no Excel, facilitando o entendimento e a análise das respostas obtidas. Foram utilizadas medidas estatísticas, como média, moda, mediana e desvio padrão. Esse processo possibilitou transformar as respostas dos estudantes em dados que puderam ser representados por meio de gráficos, permitindo observar a afinidade dos alunos com a matéria e analisar a eficácia do cordel como recurso didático.De modo geral, a proposta apresenta a literatura de cordel como uma ferramenta com grande potencial para o ensino da Biologia, tornando o conteúdo mais leve, criativo e próximo da realidade dos estudantes. Dessa forma, o Recital Biológico mostra que é possível utilizar diferentes formas de ensinar para tornar as aulas mais interessantes, incentivar a participação dos alunos e facilitar a compreensão dos conteúdos trabalhados.

Conclusão

A partir da realização do Recital Biológico, foi possível observar que a literatura de cordel pode ser utilizada como uma ferramenta complementar para o ensino da Biologia. A apresentação dos conteúdos por meio de rimas, música, humor e ilustrações mostrou uma forma diferente de trabalhar assuntos que normalmente são apresentados de maneira mais tradicional em sala de aula. Durante as práticas, esse conjunto de elementos ajudou a despertar o interesse dos estudantes e a manter a concentração durante as apresentações. Além disso, a utilização de uma linguagem mais simples e próxima dos alunos tornou os conteúdos mais leves e atrativos, mostrando o potencial do cordel para aproximar os estudantes da Biologia.Os questionários aplicados também foram importantes para conhecer a opinião dos alunos sobre o Recital Biológico e

analisar aspectos como a concentração, a importância das ilustrações, o humor e a eficácia do cordel como recurso didático. Dessa forma, foi possível avaliar não apenas a realização da atividade, mas também a percepção dos próprios estudantes sobre essa forma de aprendizagem. Portanto, a literatura de cordel apresenta potencial para ser utilizada como um recurso complementar nas aulas de Biologia, sem substituir os métodos tradicionais de ensino. A utilização desse recurso também permite aproximar o conhecimento científico da cultura nordestina, valorizando uma manifestação cultural presente na realidade dos estudantes. Assim, o Recital Biológico pode contribuir para tornar o ensino da Biologia mais dinâmico, participativo e próximo dos alunos.

Referências

AQUINO, P. M. P; FERREIRA, V. C.; BARCELLOS, L. A. Literatura de cordel: um recurso inovador nas aulas de ensino religioso. Revista Práxis Educacional, Vitória da Conquista, v.16, n.43, p.388-405, 2020. FERRARO, Alceu R. História inacabada do analfabetismo no Brasil. São Paul: Cortez, 2009. LOPES, A. I. S.; OLIVEIRA, C. A. Literatura de cordel como recurso didático no ensino de matemática. Revista Devir Educação, Lavras, v. 7, n.1, e-686, 2023. LUCENA, K., G, M. O uso do folheto de cordel no ensino da temática Indígena. Encontros de Vista, Recife, n. 16, v. 2, p. 72-88, 2015. MOREIRA, V. A. S.; BOLSONI, M. V. S; ARAÚJO, A. F.; SALAZAR, L. B. Literatura de cordel x mídia na alfabetização e a motivação do gestor escolar, Tecnia, Gioânia, v.4, n.1, 2019. PEREIRA, L. M. G.; ROMÃO, E. P.; PANTOJA, L. D. M.; PAIXÃO, G. C. O cordel no ensino de microbiologia: a cultura popular como ferramenta pedagógica no ensino superior. Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde [Internet]. 2014, v.8, n.4, p. 512-524. Disponível em:http://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/814. ROCHA, K. C. B.; PEREIRA, C. H. S.; PLUMA, D. P.; RODRIGUES, I. A.; SILVA, J. R. F. POETAS EM EVOLUÇÃO, O CORDEL NO ENSINO DE BIOLOGIA. Revista Conexão Com Ciência, Fortaleza, n.1, v.5, 2021. SANTOS, P. P. P de O.; LOPES, B. B. G.; SOUZA, N. de. Covid-19 e literatura de cordel: educação em saúde pela folk comunicação. RIF, Ponta Grossa, v. 19, n.43, p.247-265, 2021. SANTOS, W. J.; SILVA, I. P. Concepções de professores de ciências da natureza acerca das potencialidades didáticas da literatura de cordel. In: SILVA, W. R.;SILVA, I. P.; HECKLER, V. (org.). Indagações online em Temas de Física: pesquisa-formação com professores. Maceió: Edufal, 2019. SERRA, K C.; ARAUJO, A.; LIMA, W. J. C.; FEITOSA, A. M.; SILVA, I. P. Experiências de autoria na construção de cordéis de física em contextos presenciais e online. In: SILVA, W. R.; SILVA, I. P.; HECKLER, V. (org.). Indagações online em Temas de Física: pesquisa-formação com professores. Maceió: Edufal, 2019.p. 195-218. SILVA, P. A. S.; GOMES, R. J. Literatura de cordel: desvendando o lugar na Geografia escolar. Revisa Ensino de Geografia, Recife, v. 3, n. 1, 2020. SIQUEIRA, E. C.; FRANÇA, J. A. A.; HOLANDA, S. C. Oficinas de cordel com temas de biologia. In: Daniel Luís Viana Cruz (org.). Ensino das ciências: biologia.v. 1. Triumfo, PE: Omnis Scientia, 2021. p. 65-75. BARBOSA, Tainnara Freitas. Poema animal: o uso do cordel como método avaliativo no ensino de zoologia. 2018. 36 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/62519

Anexos



gráficos e tabelas



gráficos e tabelas2



gráficos e tabelas3



gráficos e tabelas4



gráficos e tabelas 5



gráficos e tabelas 6



gráficos e tabelas7



gráficos e tabelas 8



gráficos e tabelas 9



gráficos e tabelas 10



gráficos e tabelas11

CÓDIGO: SB1542

AUTOR: LUCAS DE LIMA PEREIRA CABRAL

COAUTOR: DANIELLE CAVALCANTI SALES

COAUTOR: EMMANUELLA DE OLIVEIRA MOURA ARAÚJO

COAUTOR: LUIS MEDEIROS DE LUCENA

ORIENTADOR: ADRIANO HENRIQUE DO NASCIMENTO RANGEL

TÍTULO: Monitoramento da qualidade do leite em fazendas e indústrias potiguares - estudo de fraudes no leite

Resumo

de acidez e peróxido de hidrogênio visa mascarar defeitos de qualidade ou maximizar lucros para os produtores e as indústrias, gerando sérios riscos à saúde pública e perdas financeiras expressivas para o setor lácteo. O objetivo deste trabalho foi identifA adulteração do leite cru por substâncias como água, amido, cloretos, neutralizantes icar possíveis fraudes e não conformidades com a legislação vigente em amostras de leite cru provenientes de propriedades rurais e indústrias de laticínios do Rio Grande do Norte. As atividades foram desenvolvidas no Laboratório de Qualidade do Leite (LABOLEITE/UFRN), onde se avaliaram os parâmetros de densidade, índice crioscópico e a presença de adulterantes (água, amido, cloretos, neutralizantes de acidez e peróxido de hidrogênio). Do total de análises físico-químicas realizadas, 242 foram destinadas à mensuração de densidade e 92 à verificação do índice crioscópico, apresentando percentuais de não conformidade com a legislação de 9,1% e 37,0%, respectivamente. Adicionalmente, 296 amostras foram submetidas aos testes para detecção de substâncias fraudulentas, não sendo observada a presença dessas substâncias em nenhuma delas. Os resultados obtidos fornecem um panorama sobre a qualidade do leite cru potiguar, gerando subsídios para o monitoramento, a orientação de produtores e o aprimoramento das boas práticas na cadeia produtiva leiteira regional.

Palavras-chave: leite cru. qualidade. adulteração. segurança alimentar.

TITLE: Monitoring milk quality in farms and dairy industries in Rio Grande do Norte: study of milk fraud

Abstract

Adulteration of raw milk with substances such as water, starch, chlorides, acidity neutralizers, and hydrogen peroxide aims to mask quality defects or maximize profits for producers and the industry, posing serious public health risks and causing significant financial losses for the dairy sector. The objective of this study was to identify potential fraud and non-compliance with current regulations in raw milk samples from farms and dairy processing plants in Rio Grande do Norte. The work was conducted at the Milk Quality Laboratory (LABOLEITE/UFRN), where parameters such as density, cryoscopic index, and the presence of adulterants (water, starch, chlorides, acidity neutralizers, and hydrogen peroxide) were evaluated. Of the total physicochemical analyses performed, 242 measured density and 92 assessed the cryoscopic index, revealing non-compliance rates of 9.1% and 37.0%, respectively. Additionally, 296 samples were tested for fraudulent substances, none of which were detected. The results provide an overview of the quality of raw milk in Rio Grande do Norte, offering data to support monitoring, producer guidance, and the improvement of good practices within the regional dairy supply chain.

Keywords: raw milk. quality. fraud. food safety.

Introdução

O leite é um alimento de grande importância para a alimentação humana e apresenta também grande relevância econômica para o setor agropecuário. Além do consumo direto, é utilizado como matéria-prima para a fabricação de diversos produtos, como queijos, iogurtes, manteiga e outros derivados. Por esse motivo, garantir a qualidade do leite é importante tanto para a saúde do consumidor quanto para a sustentabilidade da cadeia produtiva.

A qualidade do leite está relacionada a diversos fatores que ocorrem desde a produção até o processamento industrial. A alimentação e a saúde dos animais, as condições de higiene durante a ordenha, a limpeza dos equipamentos, o armazenamento e o transporte podem influenciar diretamente as características do produto (de PAULA; CARDOSO; RANGEL, 2010).

Além dos problemas relacionados à higiene e à composição, também podem ocorrer fraudes no leite. Essas práticas podem ser realizadas com o objetivo de aumentar o volume do produto, reduzir perdas econômicas ou esconder alterações relacionadas à sua qualidade. Entre as possíveis adulterações estão a adição de água, amido, cloretos, substâncias neutralizantes e peróxido de

hidrogênio. Todas essas fraudes representam riscos à saúde do consumidor, além de causarem perdas financeiras significativas para produtores e indústrias (VARGAS et al., 2019; NASSU et al., 2001).

A adição de água é uma das alterações que pode ocorrer no leite e provoca a diluição de seus componentes naturais. Essa alteração pode ser identificada por meio de análises como índice crioscópico e densidade. Em algumas situações, outras substâncias podem ser adicionadas com o objetivo de corrigir características alteradas pela diluição e dificultar a identificação da fraude. O amido, por exemplo, pode alterar a densidade do leite e ser utilizado para tentar mascarar a adição de água. Já substâncias neutralizantes podem ser utilizadas para reduzir a acidez do produto, enquanto o peróxido de hidrogênio pode ser utilizado de maneira irregular com a finalidade de aumentar a conservação do leite.

A Instrução Normativa nº 76 estabelece os regulamentos técnicos de identidade e qualidade do leite e determina que o produto não deve apresentar substâncias estranhas à sua composição (BRASIL, 2018). Dessa forma, as análises laboratoriais são importantes para verificar se as amostras estão de acordo com os padrões estabelecidos.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo identificar a presença de fraudes em amostras de leite cru provenientes de fazendas e indústrias potiguares.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Qualidade do Leite (LABOLEITE), localizado na Escola Agrícola de Jundiaí, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Foram avaliadas amostras de leite cru provenientes de fazendas comerciais e indústrias lácteas parceiras do projeto, no período de janeiro/2025 a maio/2026. Na chegada ao laboratório, as amostras foram avaliadas quanto à integridade e temperatura e encaminhadas para as análises previstas.

A densidade relativa a 15/15 °C foi determinada utilizando um termolactodensímetro. Para a análise, aproximadamente 500 mL de leite foram colocados em uma proveta e o equipamento foi inserido na amostra para obtenção dos valores de temperatura e densidade. Quando necessário, os valores foram corrigidos de acordo com a temperatura da amostra. O limite aceitável para densidade relativa pela IN76 é entre 1,028 g/mL e 1,034 g/mL (BRASIL, 2018).

O índice crioscópico foi obtido pelo método de absorção infravermelha com transformada de Fourier (IVTF) no equipamento DairySpec FT® (Bentley

Instruments Inc., Chaska MN, EUA). O limite de referência aceitável para a crioscopia pela IN76 é entre -0,530 °H e -0,555 °H (BRASIL, 2018).
Para o teste de amido, foram utilizados 5 mL de leite e cinco gotas de solução de Lugol em placa de Petri. A alteração da coloração da amostra foi observada para se registrar o resultado do teste (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).
Para a detecção de possíveis substâncias neutralizantes da acidez, foram utilizados 5 mL da amostra de leite e cinco gotas de solução de alizarina a 2% em etanol 70%. A coloração obtida após a reação foi utilizada para classificação do resultado (BRASIL, 2018).

A possível presença de peróxido de hidrogênio foi avaliada utilizando fitas reativas específicas (Cap-Lab®). As fitas foram colocadas em contato com as amostras e a alteração da coloração foi observada após aproximadamente 15 segundos, conforme o procedimento utilizado.

Para o teste de cloretos, foram misturados em tubo de ensaio 1 mL de leite, 1 mL de solução de cromato de potássio a 5% e 1 mL de solução de nitrato de prata a 10%. Após a mistura e agitação, a coloração apresentada foi observada e o resultado registrado. Todas as pesquisas de substâncias adicionadas ao leite devem ser negativas, para estarem de acordo com a legislação (BRASIL, 2018).

Os resultados das análises foram organizados em banco de dados e posteriormente comparados aos limites da IN 76 utilizados como referência. As amostras foram classificadas qualitativamente como em “de acordo” ou “desacordo” com a legislação.

Resultados e Discussões

Durante o período de realização da pesquisa foram analisadas 630 amostras de leite cru enviadas por fazendas e laticínios parceiros ao laboratório. Em relação à densidade (n=242), foram observados valores entre 1,022 e 1,040, com média de 1,031 g/mL, com 9,1% das amostras (22/242) em desacordo com a legislação. Destas, uma proporção de 68% das amostras (15/22) estavam com valores de densidade abaixo do limite mínimo permitido, que é 1,028 g/mL e os outros 32% (7/22), extrapolaram o limite máximo. Valores acima dos níveis estabelecidos podem indicar desnatamento ou adição de produtos corretivos ao leite (MÜLLER, 2023). Por outro lado, quando o parâmetro está abaixo do nível, isso pode indicar adição de água, problemas nutricionais ou de saúde do animal (de PAULA; CARDOSO; RANGEL, 2010).

O índice crioscópico (n=92) apresentou média de -0,541 °H, variando entre -0,587 e -0,419 °H. Este foi o parâmetro com maior percentual de amostras em desacordo com a legislação com 37% (34/92) das amostras fora dos limites. Destes, metade das amostras

ultrapassou o limite mínimo aceitável (> -0,530 °H) com valores mais próximos de zero, indicando adição intencional de água no leite. E a outra metade, superou o limite máximo aceitável pela legislação (< -0,555 °H), apresentando ponto de congelamento muito baixo. Isso sugere desenvolvimento de acidez por falha de refrigeração ou adição de sais ao leite.

Os resultados referentes aos testes de fraudes encontram-se na Tabela 1. Os testes para a presença de substâncias fraudulentas foram realizados em 296 amostras (18,9%) enviadas ao laboratório. Todas as amostras estavam de acordo com a legislação, o que é importante para a cadeia produtiva. Abrantes, Campêlo e Silva (2014) destacam que diferentes tipos de adulteração podem ocorrer no leite e que os testes são importantes para identificar essas alterações. Aragão (2021) apresenta diferentes formas de fraude e seus impactos sobre a qualidade e a segurança do leite. Entretanto, no presente estudo não foi encontradas fraudes por adição de amido, alcalinizantes, cloreto, formol, açúcares, soda cáustica e peróxidos. Mas, o uso das substâncias adulterantes poderiam estar relacionadas à tentativa de serem corrigidas artificialmente a acidez do leite, e a alteração no aspecto visual, por exemplo.

Oito amostras estavam em desacordo com a legislação IN 76 considerando simultaneamente os limites adequados de crioscopia (entre -0,530 °H e 0,555 °H) e densidade (entre 1,028 g/mL e 1,034 g/mL). Na prática, a adição intencional de água dilui os sólidos totais do leite (proteínas, lactose, minerais), reduzindo a proporção de massa (densidade) e aproximando o ponto de congelamento do leite ao da água pura (0 °H). Entretanto, alterações nesses parâmetros também podem estar relacionadas a fatores naturais e às características da matéria-prima. Daquelas oito amostras, seis eram de um único estabelecimento, e em três delas também foram solicitadas pesquisas de fraudes por adição de amido e peróxidos, mas os resultados foram negativos. Assim, os resultados sugerem que pesquisas complementares de substâncias fraudulentas sejam amplamente adotadas sempre que possível para se verificar a adição de reconstituintes de densidade e índice crioscópico (ex. cloretos, sacarose e amido), como também substâncias neutralizantes e conservantes, como bicarbonato, hidróxido de sódio ou peróxido de hidrogênio.

A avaliação da qualidade do leite também deve considerar que algumas alterações podem ocorrer por fatores relacionados ao próprio animal e ao manejo. De Paula, Cardoso e Rangel (2010) destacam a importância das análises físico-químicas para avaliar o leite cru e identificar alterações em suas características.

Além da identificação de possíveis fraudes, o desenvolvimento da pesquisa permitiu observar a importância do controle de qualidade em diferentes etapas da cadeia produtiva. A qualidade do leite não depende apenas da indústria, mas também das condições de produção, higiene, armazenamento e transporte.

Conclusão

O desenvolvimento do projeto permitiu acompanhar a avaliação da qualidade do leite cru por meio de testes específicos para identificação de fraudes. Foram encontradas alterações na densidade e índice crioscópico, em desacordo com a legislação. Os dados obtidos podem contribuir para o conhecimento sobre a qualidade do leite no Rio Grande do Norte e para ações de orientação e melhoria das práticas realizadas na cadeia produtiva.

Referências

ABRANTES, M. R.; DA SILVA CAMPELO, C.; DA SILVA, J. B. A. Fraude em leite:
métodos de detecção e implicações para o consumidor. Revista do Instituto Adolfo Lutz,
v. 73, n. 3, p. 244-251, 2014.

ARAGÃO, E. M. Principais fraudes no leite de bovinos: tipos, métodos de detecção e impactos na saúde pública. 2021. 40 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Graduação em Zootecnia, Nossa Senhora da Glória, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Brasília, 2018.

DE PAULA, F. P.; CARDOSO, C. E.; RANGEL, M. A. C. Análise físico-química do leite cru refrigerado proveniente das propriedades leiteiras da região sul fluminense. Revista Eletrônica TECCEN, v. 3, n. 4, p. 7-17, 2010.
FAGNANI, R. Principais fraudes em leite. MilkPoint, Piracicaba, 2016.
GOULART, V. C.; BOTELHO, L. F. R.; OLIVEIRA, R. S.; FERREIRA, M. A. Comparação de métodos qualitativos para a detecção de peróxido de hidrogênio em leite
cru e UHT. Revista do COMEIA, v. 1, n. 1, p. 51-60, 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MARQUES, A. E. F. et al. Análise de adulterantes no leite de vaca in natura comercializado informalmente no interior do estado do Ceará. Educação, Ciência e Saúde, v. 6, n. 2, p. 37-51, 2019.
MÜLLER, T. Qualidade do leite bovino das propriedades produtoras de leite e das indústrias do Vale do Taquari-RS. 2023.

RANGEL, A. H. N. et al. Avaliação da qualidade do leite cru com base na contagem de células somáticas em rebanhos bovinos comerciais no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Archives of Veterinary Science, v. 18, p. 40-45, 2013.

ONU. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2019.

CÓDIGO: SB1570

AUTOR: WILKALLY CRISLIAN LAYNNE DE MOURA

COAUTOR: KAYO LUCAS BATISTA DE PAIVA

COAUTOR: PAULA EVANYN PESSOA DO NASCIMENTO

COAUTOR: KEDMA CARLA SANTANA DO NASCIMENTO

COAUTOR: DENYS SANTOS DE SOUZA

COAUTOR: JOSE RICARDO SOUZA DA SILVA

ORIENTADOR: TATIANE KELLY BARBOSA DE AZEVEDO CARNAVAL

TÍTULO: Efeito do tempo de armazenamento nas propriedades floculantes do tanino de Terminalia catappa

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar o uso de taninos da casca da castanhola (Terminalia catappa) como coagulantes no tratamento de água, de acordo com seu tempo de armazenamento. Coletaram-se cascas em Macaíba-RN, que passaram por secagem, moagem e extração em água a 70 °C. O extrato seco foi modificado pela reação de Mannich e armazenado em recipiente escuro em temperatura ambiente. Os testes ocorreram em Jar Test (dose de 150 mg/L), avaliando turbidez e pH nos tempos de 0, 3, 6 e 9 meses. No início, o tanino reduziu a turbidez para 3,37 NTU, mostrando boa eficiência na limpeza e mantendo a alcalinidade da água. Porém, notou-se a perda da capacidade de coagulação com o passar dos meses. Os resultados indicam estabilidade e alta eficiência até o terceiro mês, seguidas por uma acentuada queda na capacidade de clarificação entre o sexto e o nono mês, embora o pH tenha se mantido estável. Conclui-se que os taninos de T. catappa são opções ecológicas eficientes para o tratamento de água, mas precisam de controle do tempo de prateleira para definir sua validade na indústria.

Palavras-chave: Tratamento de água; Tempo de prateleira; Clarificação.

TITLE: Effect of storage time on the flocculating properties of Terminalia catappa tannin

Abstract

This study evaluated the use of tannins from the bark of the tropical almond (Terminalia catappa) as coagulants in water treatment, based on their storage time. Bark was collected in Macaíba-RN, followed by drying, grinding, and water extraction at 70 °C. The dry extract was modified by the Mannich reaction and stored in a dark container at room temperature. Tests were performed in a Jar Test (150 mg/L dose), evaluating turbidity and pH at 0, 3, 6, and 9 months. Initially, the tannin reduced turbidity to 3.37 NTU, showing good cleaning efficiency and maintaining water alkalinity. However, a loss of coagulation capacity was noted over the months. During the 9 months, the product changed its efficiency, with a drop in clearing capacity between the sixth and ninth month, but without altering the pH. It is concluded that T. catappa tannins are good ecological options, but need shelf life control to define their validity in industry.

Keywords: Water treatment; Shelf life; Clarification.

Introdução

A busca por novas alternativas para o tratamento de água tem crescido devido à necessidade de água potável e à pressão sobre os rios e lagos. Nesse cenário, as etapas de coagulação e floculação são muito importantes nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), pois ajudam a juntar a sujeira, diminuir a água turva e retirar a matéria orgânica, processos básicos para deixar a água própria para o uso humano (Bratby, 2016).

Normalmente, essas etapas utilizam produtos minerais, como o cloreto férrico e o sulfato de alumínio, por causa do seu bom resultado na remoção de partículas. Mas o uso contínuo desses materiais inorgânicos produz muito lodo metálico, muda bastante o pH da água e pode trazer riscos à saúde pelo alumínio que sobra. Esses fatores motivam a busca por opções mais naturais (Choy et al., 2014; Yin, 2010). Entre as alternativas estudadas, destacam-se os coagulantes feitos de plantas ricas em taninos.

A planta Terminalia catappa L., conhecida como castanhola, tem se mostrado útil pela presença de taninos em suas folhas e cascas, além de ser fácil de encontrar no Brasil. Isso faz dela um material interessante para criar produtos voltados à limpeza da água (Lin et al., 2001). Como demonstrado recentemente por Silva et al. (2025), o uso de taninos cationizados extraídos da casca dessa espécie, desenvolvidos no âmbito acadêmico regional, apresenta excelente desempenho inicial como coagulante natural no tratamento de águas.

Depois de ser extraído, sabe-se que o tanino pode perder o efeito com o passar do tempo. Vários fatores afetam o uso dos taninos, como o armazenamento por muitos meses. Entender isso é uma parte essencial para saber se o produto pode ser usado na prática e qual é a sua validade.

Este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento e a estabilidade temporal do coagulante extraído da casca da castanhola (Terminalia catappa) ao longo do seu armazenamento.

Metodologia

A pesquisa usou cascas tiradas do tronco de cinco castanholas (Terminalia catappa) na cidade de Macaíba-RN, através de técnicas de coleta que não prejudicaram a saúde das árvores. O solo da região é o Latossolo Amarelo de textura arenosa (Beltrão et al., 1975), e o clima é tropical chuvoso, tipo As e BSw pela classificação de Köppen. O município tem temperatura média anual de 27,1 °C, umidade de 76% e chuvas entre 863,7 e 1.070,7 mm (IDEMA, 2013).

Após a coleta, as cascas foram secas em estufa, moídas e guardadas. Para obter o extrato, 30 g da casca moída foram colocadas em béqueres com 300 mL de água destilada, sendo aquecidas em banho-maria a 70 °C por 3 horas. Depois, a mistura foi passada em uma peneira fina (200 mesh). A parte sólida que sobrou passou por uma segunda extração igual. Os líquidos das duas partes foram misturados e secos para formar o tanino em pó.

Para preparar o coagulante, o extrato passou pela reação de Mannich, usando a base de Konrath e Fava (2006). Aqueceu-se 5,4 g de cloreto de amônio com 24,4 g de formaldeído a 80 °C em um balão de vidro por 2 horas, até a cor amarela ficar transparente. A esse líquido, adicionou-se 28,0 g de uma mistura de água e tanino a 50%, mexendo por 30 minutos a 60 °C. No final, colocou-se 0,2 g de monoetanolamina, deixando a reação por mais 3 horas a 50 °C.

Os testes de coagulação foram feitos no Laboratório de Produtos Florestais Não Madeireiros, usando amostras de água coletadas na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, campus Escola Agrícola de Jundiaí. Para testar o produto ao longo do tempo, aplicou-se a dose de 150 mg/L do tanino, que foi guardado em diferentes tempos de prateleira (0, 3, 6 e 9 meses). As avaliações ocorreram em um aparelho Jar Test com cubas de 1 L de água, com agitação rápida de 130 rpm por 2 minutos, e depois agitação lenta de 35 rpm por 10 minutos. Depois de 1 hora de descanso, amostras do meio de cada cuba foram retiradas para medir a turbidez (NTU) e o pH.

Os dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores (tempo de prateleira x tempo de sedimentação), seguida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para avaliar o efeito do tempo de prateleira e do tempo de sedimentação.

Resultados e Discussões

Os taninos da casca da Terminalia catappa mostraram que podem ser usados para limpar a turbidez da água. De acordo com a Tabela 1, o produto novo (0 meses de armazenamento) conseguiu baixar a turbidez inicial da água, que era de 150 NTU, para 3,37 NTU após 60 minutos de descanso.

O resultado de limpeza do produto natural no começo (0 meses) confirma a sua capacidade de aglomerar as partículas de sedimentação devido à reação de Mannich. Essa reação coloca grupos amínicos no polímero, aumentando suas cargas positivas, o que ajuda a formar os flocos (Beltrán-Heredia & Sánchez-Martín, 2009; Tomasi et al., 2022).

Conforme observado na Tabela 2, um aspecto relevante do coagulante vegetal foi manter o equilíbrio natural da água. Todos os testes com o polímero natural, independente do tempo guardado, mantiveram a água com o pH próximo do neutro, variando entre 6,18 e 7,56. Esse resultado é uma vantagem para o meio ambiente, pois evita a formação de lodos extras que acontecem quando se tenta corrigir o pH da água no final do tratamento com produtos químicos (Leiviskä & Santos, 2023).

A análise dos perfis de turbidez evidencia que a eficiência do coagulante está diretamente relacionada à manutenção de sua densidade de carga catiônica. O processo de modificação via reação de Mannich insere grupamentos amínicos na estrutura polimérica do tanino, conferindo-lhe caráter catiônico essencial para a neutralização das cargas negativas dos colóides presentes na água (Beltrán-Heredia & Sánchez-Martín, 2009; Tomasi et al., 2022). Nos primeiros meses de armazenamento, essa alta densidade de cargas favorece tanto a desestabilização eletrostática quanto a formação de pontes interpartículas, resultando em flocos densos e de rápida decantação (Tomasi et al., 2022).

Em contrapartida, o declínio acentuado na capacidade de clarificação observado a partir do sexto mês reflete a degradação temporal dos sítios ativos do biopolímero. Como apontado por Katayon et al. (2006), compostos orgânicos extraídos de biomassa vegetal sofrem alterações estruturais progressivas quando mantidos sob condições ambientais padrão de estocagem, o que reduz gradativamente a sua reatividade físico-química e limita a vida útil comercial do insumo. Essa perda de estabilidade temporal reforça a necessidade de controle rigoroso do tempo de prateleira ou o emprego de tecnologias de preservação (como refrigeração e controle de umidade) para garantir a padronização do produto em larga escala (Badawi et al., 2023).

Ademais, a estabilidade do pH observada ao longo de todo o período experimental constitui uma das principais vantagens operacionais do coagulante orgânico frente aos sais metálicos convencionais (Leiviskä & Santos, 2023). Enquanto o uso de coagulantes inorgânicos consome alcalinidade e exige correções químicas frequentes no efluente, o tanino de T. catappa preservou o equilíbrio hidrogeniônico da água em uma faixa neutra (entre 6,18 e 7,56), consolidando sua vantagem ambiental na mitigação de resíduos secundários no tratamento de água (Yin, 2010).

Sobre a validade do produto com o passar do tempo (que é o foco principal deste estudo), as análises mostram que, aos 60 minutos de descanso, os testes de 0 e 3 meses de prateleira tiveram resultados parecidos na estatística. O valor alcançado até o terceiro mês atende ao Valor Máximo Permitido (VMP) de 5 NTU, ou fica próximo do ideal para a primeira etapa do tratamento (Ministério da Saúde, 2021). Isso mostra que o produto continua bom para limpar a água durante esse período.

No entanto, as avaliações do sexto e do nono mês mostraram uma queda clara na eficiência, ficando diferentes dos primeiros meses na estatística. Essa perda de qualidade com o armazenamento indica que os compostos do produto começam a se degradar com o tempo, o que diminui a sua capacidade de formar flocos de sujeira.

A literatura também aponta que a validade de produtos naturais é afetada pelo tempo guardado e pelo local de estocagem. Estudos indicam que guardar por muito tempo sem cuidar de fatores como luz e temperatura acelera a perda do efeito do produto (Katayon et al., 2006).

Em suma, os resultados confirmam o potencial da casca da Terminalia catappa como coagulante natural, mas evidenciam a necessidade de atenção quanto à sua estabilidade temporal. Com base nos dados, recomenda-se para os próximos testes diminuir o tempo guardado para no máximo três meses em temperatura ambiente, ou melhorar a forma de armazenamento para tentar fazer o produto durar mais.

Conclusão

Os taninos da casca da Terminalia catappa são uma opção viável e eficiente para o meio ambiente no tratamento inicial da água, trazendo a vantagem de manter o pH neutro e evitando o uso de outros produtos químicos no final do processo.

O estudo confirmou que o tempo de prateleira é o principal fator que limita a aplicação do produto, pois ele só consegue manter uma eficiência parecida até o terceiro mês armazenado. A partir do sexto mês, nota-se uma perda na capacidade de limpar a água, mesmo mantendo o pH equilibrado. Por isso, recomenda-se que novas pesquisas busquem melhores formas de embalar e guardar o produto (como refrigeração e bloqueio da luz), com o objetivo de aumentar o seu tempo de validade para o uso na indústria.

Referências

Badawi, A. K., Salama, R. S., & Mostafa, M. M. M. (2023). Natural-based coagulants/flocculants as sustainable market-valued products for industrial wastewater treatment: A review of recent developments. RSC Advances, 13(28), 19335–19355. https://doi.org/10.1039/D3RA01999C

Beltrán-Heredia, J., & Sánchez-Martín, J. (2009). Removing heavy metals from polluted surface water with a tannin-based flocculant agent. Journal of Hazardous Materials, 165(1–3), 1215–1218. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.09.104

Beltrão, V. A., Freire, L. C. M., & Santos, M. F. (1975). Levantamento semidetalhado da área do Colégio Agrícola de Jundiaí – Macaíba/RN. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.

Bratby, J. (2016). Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment (3rd ed.). IWA Publishing.

Choy, S. Y., Prasad, K. M. N., Wu, T. Y., Raghunandan, M. E., & Ramanan, R. N. (2014). Utilization of plant-based natural coagulants as future alternatives towards sustainable water clarification. Journal of Environmental Management, 145, 125–140. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.024

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. (2013). Perfil do município de Macaíba.

Katayon, S., Noor, M. J. M. M., Asma, M., Ghani, L. A. A., Thamer, A. M., Azni, I., Ahmad, J., Khor, B. C., & Suleyman, A. M. (2006). Effects of storage conditions of Moringa oleifera extracted solution on its performance in water purification. Bioresource Technology, 97(13), 1455–1460. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.07.031

Konrath, R. A., & Fava, F. J. (2006). Processo de preparação de um agente floculante à base de extrato vegetal (Patente BR n. PI 0500471-3 A). Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Leiviskä, T., & Santos, S. C. R. (2023). Purifying water with plant-based sustainable solutions: Tannin coagulants and sorbents. Groundwater for Sustainable Development, 23, Article 101004. https://doi.org/10.1016/j.gsd.2023.101004

Lin, T. C., Hsu, F. L., & Chou, C. J. (2001). Tannins and related compounds from Terminalia catappa and Terminalia parviflora. Journal of the Chinese Chemical Society, 48(6), 1053–1058. https://doi.org/10.1002/jccs.200100153

Ministério da Saúde. (2021). Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Diário Oficial da União. https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562

Silva, L. C., Azevêdo, T. K. B., Souza, D. S., Nascimento, P. E. P., Paiva, K. L. B., & Meza, J. (2025). Natural coagulant for water treatment based on cationized tannins from Terminalia catappa bark. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, 20, Article e3060. https://doi.org/10.4136/ambiagua.3060

Tomasi, I. T., Machado, C. A., Boaventura, R. A. R., Botelho, C. M. S., & Santos, S. C. R. (2022). Tannin-based coagulants: Current development and prospects on synthesis and uses. Science of the Total Environment, 822, Article 153454. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153454

Yin, C. Y. (2010). Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. Process Biochemistry, 45(9), 1437–1444. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2010.05.030

Anexos



Tabela 1 – Valores médios de turbidez (NTU) da água tratada com o coagulante orgânico de T. catappa, em função do tempo de armazenamento (prateleira) e do tempo de sedimentação



Tabela 2 – Valores médios de pH da água tratada com o coagulante orgânico de T. catappa, em função do tempo de armazenamento (prateleira) e do tempo de sedimentação



Figura 1 – Evolução do pH e da turbidez (NTU) da água tratada em função do tempo de sedimentação e de prateleira (armazenamento) do coagulante.

CÓDIGO: SB1578

AUTOR: MARIA EDUARDA BEZERRA SANTIAGO

COAUTOR: FRANCIELY VITÓRIA CARLOS DO NASCIMENTO

ORIENTADOR: KARINA RIBEIRO

TÍTULO: Avaliação de atratividade de rações contendo Spirulina platensis em substituição a farinha de peixe para Penaeus vannamei em diferentes tipos de fabricação

Resumo

A produção de *Penaeus vannamei* atingiu cerca de 7,7 milhões de toneladas em 2024, consolidando a espécie entre as mais expressivas para a aquicultura mundial (FAO, 2026). A microalga Spirulina platensis destaca-se como ingrediente promissor devido ao seu elevado valor proteico e atratividade (FOX, 1996). O objetivo deste trabalho foi avaliar a atratividade de rações contendo diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por S. platensis (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), formuladas de forma isoproteica, e nas apresentações de péletes convencionais e microencapsuladas em pérolas de alginato. Os testes de atratividade utilizaram 15 juvenis de P. vannamei, mantidos em aquários em jejum por 24h. As dietas microencapsuladas em pérolas de alginato não apresentaram palatabilidade, sem registros de atração ou ingestão pelos camarões. Em contrapartida, as rações convencionais em péletes demonstraram alta aceitabilidade em todos os tratamentos (T1 a T5), com captura e ingestão em até 1 min, sem diferenças estatísticas significativas entre os níveis de substituição ($p > 0,05$). Conclui-se que o encapsulamento em alginato inviabilizou o consumo, mas a inclusão de *S. platensis* em péletes convencionais otimiza a resposta alimentar de *P. vannamei*.

Palavras-chave: Spirulina; Vannamei; Atratividade

TITLE: Evaluation of the attractiveness of feeds containing Spirulina platensis as a substitute for fish meal for Penaeus vannamei produced using different manufacturing methods.

Abstract

Production of *Penaeus vannamei* reached approximately 7.7 million tonnes in 2024, cementing the species' status as a major contributor to global aquaculture (FAO, 2026). The microalga Spirulina platensis stands out as a promising ingredient due to its high protein content and attractiveness (FOX, 1996). This study aimed to evaluate the attractiveness of isoprotein feeds containing varying levels of fish meal replacement with *S. platensis* (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%), prepared as either conventional pellets or microencapsulated alginate beads. Attractiveness tests involved 15 juvenile P. vannamei specimens, which were fasted for 24 hours in aquaria. Diets microencapsulated in alginate beads showed no palatability, with no observed attraction or ingestion by the shrimp. In contrast, conventional pellet feeds demonstrated high acceptability across all treatments (T1 to T5), with capture and ingestion occurring within one minute and no statistically significant differences observed among replacement levels ($p > 0.05$). It is concluded that alginate encapsulation prevented consumption, whereas the inclusion of *S. platensis* in conventional pellets optimizes the feeding response of *P. vannamei*.

Keywords: Spirulina; Vannamei; Attractiveness

Introdução

A aquicultura desempenha papel fundamental na produção mundial de alimentos de origem aquática, tendo alcançado, em 2024, 103 milhões de toneladas de animais aquáticos, correspondendo a 53% da produção mundial. Por sua vez, o camarão-branco-do-Pacífico (*Penaeus vannamei*) é uma das cinco principais espécies de animais aquáticos (FAO, 2026). A alimentação dessa espécie tem como pilares vitaminas, minerais, proteínas, aminoácidos, lipídios e carboidratos (CARVALHO, 2014). Dessa maneira, a farinha de peixe nas dietas de camarões peneídeos constitui-se como o principal ingrediente protéico, principalmente por ser rica em aminoácidos essenciais e ácidos graxos insaturados (HUFA n-3), que são essenciais para o ótimo desenvolvimento dos camarões. Apesar disso, a farinha de peixe é um ingrediente caro, escasso (Tacon e Metian, 2002; Hardy, 2010), limitado e sua utilização excessiva vem sendo severamente criticada por organizações ambientais, além disso, fatores como o extrativismo realizado para elaboração desse ingrediente reforça a insatisfação (Hardy, 2010). Devido a isso, se torna necessário a procura de novos recursos para a formulação de novas dietas. Entretanto, apesar da grande variedade de ingredientes já testados no mundo, a minoria possui algum potencial nutritivo, pois a maior parte dos produtos testados apresentam limitações quanto à disponibilidade em larga escala e valor nutricional, entre elas deficiência de aminoácidos essenciais, especialmente lisina e metionina e presença de fatores antinutricionais (FRANCIS et al., 2001). Em meio a essas alternativas, a *Spirulina platensis* destaca-se como um produto promissor por apresentar elevado valor nutricional, especialmente como fonte protéica, além de possuir alta palatabilidade para animais cultivados em ambientes aquáticos. A nutrição aquícola busca continuamente otimizar a atratividade das dietas e minimizar a lixiviação de nutrientes, reduzindo custos operacionais e a degradação da qualidade da água. A microalga *S. platensis* destaca-se como ingrediente promissor devido ao seu elevado valor proteico e atrativo (FOX, 1996).

Sendo assim, a forma como essa dieta está sendo fabricada influencia diretamente na atratividade do animal para com o alimento. A forma convencional da alimentação das dietas é a peletização. SegundoMoro e Rodrigues (2015, p. 12) Este processo consiste em transformar uma mistura de ingredientes, finamente moídos, em um aglomerado denso e livre de material particulado, o pelete. E tem como vantagens, melhorar o desempenho dos animais; reduzir as perdas de alimento; reduzir o consumo seletivo; melhorar a densidade da mistura; permitir melhor manejo do alimento. Por outro lado, há outras formas estruturais de dietas para organismo aquáticos. Desta forma, a encapsulação de insumos por gelificação torna-se uma opção para inovar as alternativas de alimentação para camarões. A gelificação iônica é uma técnica utilizada que baseia-se na interação entre polímeros e íons para promover a reticulação das cadeias poliméricas. O alginato de sódio destaca-se como um dos materiais empregados nesse processo devido à sua capacidade de formar estruturas gelificadas na presença de íons cálcio. Na gelificação externa, o material a ser encapsulado é incorporado à solução de alginato e, posteriormente, essa mistura é gotejada em pequenas gotas sobre uma solução contendo cloreto de cálcio. O contato entre o alginato e os íons cálcio promove a reticulação das cadeias poliméricas, resultando na formação de estruturas gelificadas com capacidade de incorporar o material de interesse (RAJMOHAN; BELLMER, 2019). Avaliar a atratividade de rações contendo diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por *S. platensis* (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), formuladas de forma isoproteica, e nas apresentações de péletes convencionais e microencapsuladas em pérolas de alginato.

Metodologia

O experimento foi conduzido parcialmente no LAPEC – Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura, localizado na Escola Agrícola de Jundiaí, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Foram elaboradas rações experimentais contendo diferentes concentrações de Spirulina platensis (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) em substituição à farinha de peixe, utilizando ingredientes adequados e devidamente selecionados, de forma a garantir uma dieta nutricionalmente balanceada. Inicialmente, procedeu-se à separação dos ingredientes necessários à formulação, entre os quais estavam óleos, aminoácidos e sais minerais. Em seguida, foi realizada a pesagem dos ingredientes secos, respeitando a proporção estabelecida para a produção de 500 g de ração. Na sequência, realizou-se a pesagem dos ingredientes líquidos, seguida da mistura gradual dos componentes secos e líquidos. Os peletes convencionais foram confeccionados no seguinte processo: em cada tratamento, foram separados 200 g de ração, aos quais se adicionaram entre 60 e 80 mL de água, de modo a promover o umedecimento da mistura e, consequentemente, a adequada homogeneização dos ingredientes. A homogeneização e a massa obtida foi submetida a um espremedor manual, através do qual a ração adquiriu o formato de peletes de tamanho uniforme. Posteriormente, os pellets foram dispostos em bandejas e levados à estufa mantida a 60 °C, durante um período de 24 horas para a completa secagem da ração. Após esse período a ração foi resfriada naturalmente e armazenada em freezer, de forma a preservar suas características físico-químicas e nutricionais até o momento do fornecimento aos organismos experimentais.Para as ração em pérolas parte das dietas formuladas foram gelificadas ionicamente no LABBIO - Laboratório de Bioprocessos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), pela metodologia e fundamento do mecanismo preconizado por Grant et al., (1973). A formação das estruturas gelificadas foi realizada

pelo método de gelificação iônica externa, utilizando alginato de sódio como agente gelificante e cloreto de cálcio ($CaCl_2$) como agente reticulante. A mistura contendo 0,60g de alginato de sódio e 2g da ração foi homogeneizada com 20mL de água quente e posteriormente transferida para uma seringa. Em seguida, a solução foi gotejada manualmente em um béquer contendo solução de 2,94 g de $CaCl_2$ com água destilada, promovendo a formação instantânea das estruturas gelificadas pelo contato entre o alginato e os íons Ca^{2+}. Esse processo ocorre devido à interação dos íons de cálcio com os blocos de ácido gulurônico presentes nas cadeias do alginato, promovendo a reticulação entre as cadeias poliméricas e a formação da estrutura tridimensional do gel, mecanismo descrito pelo modelo GRANT., et al. (1973). Posteriormente, 15 camarões da espécie P. vannamei foram separadose mantidos em um aquárioe ficaram em jejum por um período de 24 horas para esvaziar o trato digestivo e sentirem-se atraídos pelo alimento, após esse período, 4 camarões foram distribuídos em 4 aquários retangulares de 10 litros com água idêntica ao ambiente que estavam, na qual a cada repetição realizava-se trocas totais da água depositada no aquário para que não houvesse alteração na qualidade de água, evitando assim, alterações na atratividade. Foram realizadas 4 repetições/tratamento com cada concentração da dieta, totalizando, 20 unidades experimentais. Após 5 minutos de aclimatação os animais eram contidos a uma extremidade do aquário, isso era feito com o auxílio de uma placa vermelha que era colocada dentro do aquário para restringir a exploração do animal no ambiente aquático durante 1 minuto, enquanto a dieta estava sendo depositada na extremidade oposta de todas a unidades experimentais. Em seguida a placa era retirada e com o auxílio do cronômetro era observado o tempo de atratividade do animal nas microcápsulas de S.platensis. Durante o experimento foram realizadas janelas de observações com duração de 10 minutos, em que neste período era analisado o comportamento dos camarões. Foi delimitado os seguintes comportamentos: se o indivíduo ingeriu a ração, manuseou ou ignorou. A primeira parte da avaliação consistiu em ofertar as pérolas de alginato de cálcio de diferentes concentrações de *Spirulina platensis*, posteriormente, foram ofertados os peletes convencionais

Resultados e Discussões

A atratividade de dietas microencapsuladas com alginato para organismos aquáticos (como larvas de peixes, camarões e moluscos) é um dos maiores desafios e, ao mesmo tempo, uma das grandes vantagens da tecnologia alimentar na aquicultura. O uso de produtos microencapsulantes auxiliam a manter as características nutricionais das dietas evitando a lixiviação. O experimento realizou observações de atratividade em dietas que foram microencapsuladas com alginato. O alginato funciona como uma excelente matriz estrutural, mas, por ser um polissacarídeo neutro extraído de algas marrons, ele não possui atratividade química própria para a maioria das espécies carnívoras ou onívoras. Portanto, a aceitação da dieta depende inteiramente do que é colocado dentro da cápsula e de como ela estimula os sentidos do animal. As janelas de observações de atratividade da dieta para o P. vannamei evidenciaram que os camarões não foram atraídos pelas dietas microencapsuladas em pérolas de alginato, visto que os animais nao se aproximaram das dietas, não manipulam ou tentaram comer, demonstrando que o produto pode não ser atrativo para os animais dessa espécie. FAto se confirma quando avaliamos que as rações produzidas a partir de péletes convencionais demonstraram alta atratividade em todos os tratamentos (T1 a T5). Neste caso, observamos captura e ingestão em até 1 min de

exposição do animal a dieta, sem diferenças estatísticas significativas entre os níveis de substituição ($p > 0,05$). Os resultados obtidos para os convencionais péletes reforçam estudos anteriores que indicam o grande potencial nutricional da S. platensis como ingrediente atrativo em dietas para camarões. (SILVA NETO et al., 2012), observaram que a farinha de Spirulina atuou como um atrativo alimentar para o P. vannamei. A rápida captura e ingestão dos péletes convencionais observadas na presente pesquisa, está de acordo com os resultados Costero;Meyers (1993) que perceberam que a utilização de quimioatrativos pode reduzir o tempo de reação do camarão para com a ração.

Conclusão

Pode-se concluir que a inclusão de S. platensis em péletes convencionais otimiza a resposta alimentar de *P. vannamei*. Entretanto, o microencapsulamento da dieta com o uso de alginato inviabilizou o consumo, necessitando de investigações de novas matrizes de encapsulamento, como gelatinas e outros hidrocolóides, sendo futuras avaliações de atratividade e eficiência nutricional para a espécie.

Referências

CARVALHO, R. A. P. L. F. Nutrição de camarões marinhos: dos conceitos básicos às proteínas. Revista da ABCC, ano XVI, n.1, p.24-26, janeiro, 2014.

COSTERO, M.; MEYERS, S. P. Evaluation of chemoreception by Penaeus vannamei under experimental conditions. The Progressive Fish-Culturist, v. 55, n. 3, p. 157–162, 1993. DOI: 10.1577/1548-8640(1993)055<0157:EOCBPV>2.3.CO;2.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.The State of World Fisheries and Aquaculture 2026: Blue Transformation in Action. Rome: FAO, 2026. A edição de 2026 informa que a produção aquícola de animais aquáticos alcançou 103 milhões de toneladas em 2024.

FOX, R. D.Spirulina: Production & Potential. Aix-en-Provence: Edisud, 1996. 232 p.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture, v. 199, n. 3–4, p. 197–227, 2001. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00526-9.

GRANT, G. T.; MORRIS, E. R.; REES, D. A.; SMITH, P. J. C.; THOM, D. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model. FEBS Letters, v. 32, p. 195–198, 1973. DOI: 10.1016/0014-5793(73)80770-7.

HARDY, R. W. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. Aquaculture Research, v. 41, n. 5, p. 770–776, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x.

MORO, G. V.; RODRIGUES, A. P. O.Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2015. 29 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 14).

RAJMOHAN, D.; BELLMER, D. Characterization of Spirulina-Alginate Beads Formed Using Ionic Gelation. International Journal of Food Science, v. 2019, Article ID 7101279, 2019. DOI: 10.1155/2019/7101279.

SILVA-NETO, J. F.; NUNES, A. J. P.; SABRY-NETO, H.; SÁ, M. V. C. Spirulina meal has acted as a strong feeding attractant for Litopenaeus vannamei at a very low dietary inclusion level. Aquaculture Research, v. 43, p. 430–437, 2012. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2011.02846.x.

CÓDIGO: SB1616

AUTOR: KEBLER FÉLIX DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA

TÍTULO: Efeito do uso de biocarvão no movimento dos sais num solo cultivado com sorgo

Resumo

A salinidade do solo constitui um dos grandes desafios à produção agrícola em regiões semiáridas, podendo comprometer o desenvolvimento das culturas e favorecer a degradação ambiental. Nesse contexto, o presente estudo avaliou o efeito da aplicação de biocarvão sobre a dinâmica dos sais em solo cultivado com sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) e irrigado com águas de diferentes níveis de salinidade. O experimento foi conduzido na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), utilizando a cultivar BRS Ponta Negra, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 × 4. Foram avaliadas quatro doses de biocarvão (0, 10, 20 e 30 t ha^{-1}), associadas a quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m^{-1}). Foram realizadas coletas periódicas de solo para determinação da condutividade elétrica, do pH e dos íons presentes no extrato de saturação. Os resultados evidenciaram aumento da porcentagem de saturação de sódio com a elevação da salinidade da água e das doses de biocarvão, sendo os maiores valores observados nos tratamentos com maior dose. Assim, o biocarvão não foi eficiente para atenuar o acúmulo de sódio no solo nas condições avaliadas, podendo contribuir para a intensificação do estresse salino. Conclui-se que o uso de águas salinas exige monitoramento da dinâmica dos sais no solo e estratégias de manejo para reduzir os riscos de salinização e contribuir para a sustentabilidade da produção agrícola no semiárido.

Palavras-chave: Biocarvão. Salinidade. Sorgo. Solo. Irrigação salina. Sódio.

TITLE: Effect of biochar application on salt dynamics in a soil cultivated with sorghum

Abstract

Soil salinity represents a major challenge to agricultural production in semi-arid regions, as it can compromise crop development and foster environmental degradation. In this context, the present study evaluated the effect of biochar application on salt dynamics in a soil cultivated with sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) and irrigated with water at different salinity levels. The experiment was conducted at the Jundiaí

Agricultural School (EAJ/UFRN), using the cultivar BRS Ponta Negra, in a completely randomized design with four replications in a 4 × 4 factorial scheme. Four biochar doses (0, 10, 20, and 30 t ha^{-1}) were evaluated in combination with four electrical conductivity levels of irrigation water (0.2, 2.0, 4.0, and 6.0 dS m^{-1}). Periodic soil sampling was performed to determine electrical conductivity, pH, and soluble ions in the saturation extract. Results showed an increase in the exchangeable sodium percentage with higher water salinity and biochar doses, with the highest values observed in treatments receiving the maximum dose. Thus, biochar was not effective in mitigating sodium accumulation under the evaluated conditions and may even contribute to intensifying saline stress. In conclusion, using saline water requires continuous monitoring of soil salt dynamics and proper management strategies to reduce salinization risks and support sustainable agriculture in semi-arid regions.

Keywords: Biochar. Salinity. Sorghum. Soil. Saline irrigation. Sodium.

Introdução

De acordo com Ferreira (2016), a condutividade elétrica (CE) é o parâmetro mais empregado para expressar o nível de salinidade da água, pois sua correlação com a quantidade de sais dissolvidos na água é elevada, ou seja, quanto maior a salinidade maior será a capacidade de conduzir eletricidade. A condutividade elétrica do solo pode ser medida por contato, fazendo passar uma corrente elétrica em eletrodos isolados, ou indiretamente, com o uso de corrente induzida por um campo magnético, sem contato com o solo (MOLIN et al., 2005) O pH, figura-se como indicador de qualidade do solo do ponto de vista do desenvolvimento dos vegetais superiores influenciando a solubilidade, a concentração em solução e a forma iônica dos nutrientes no solo e, consequentemente, a absorção e utilização deles pela planta (SILVA et al., 2012). Os tipos de biocarvão e as interações entre biocarvão e solo dependem de alguns fatores, como a composição química da matéria prima que produz o biocarvão; as condições do processo de pirólise; granulometria e sistema de aplicação do biocarvão; e as condições edafoclimáticas do local de aplicação (JOSEPH et al., 2010).

O sorgo é uma gramínea de origem tropical que apresenta características xerófilas, desenvolvendo mecanismos eficientes de tolerância à seca. Pertencente ao grupo de plantas C4, essa espécie suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, mesmo em condições de limitação na disponibilidade de CO2, a partir do mecanismo de fechamento dos estômatos para minimização de perda de água (LANDAU; SANS, 2021). A atividade dos microrganismos no solo e suas interações com as raízes das plantas é prejudicada diminuindo a absorção, em situação de salinidade elevada (VAN HORN et al., 2014). O monitoramento da dinâmica dos sais no perfil do solo quando se faz o uso de água salina, seja baixa ou alta a sua concentração, é imprescindível para o desenvolvimento das plantas bem como para se evitar o processo de salinização do solo, principalmente nas regiões que possua baixa precipitação pluviométrica e alta evapotranspiração, situações características da porção semiárida do Rio Grande do Norte.

Metodologia

O experimento será realizado na casa de vegetação da EAJ e em condições de campo, localizada na Escola Agrícola de Jundiaí – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, pertencente a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no município de Macaíba – RN. Será utilizado o sorgo cv. BRS Ponta Negra, desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN, é classificada na categoria forrageiro de pequeno porte, apresentando um ciclo médio de 90 dias entre o plantio e o ponto de colheita, com dupla aptidão, produtividade média de grãos entre 3 a 5 t ha-1 (sequeiro) e de 6 a 8 t ha-1 (irrigado), um rendimento de massa verde de 40 a 60 t ha-1 (por corte) e de massa seca de 14 a 15 t ha-1 (por corte), e florescimento entre 60 a 75 dias (SANTOS et al., 2007). No experimento 2, serão avaliadas quatro doses do doses de Biocarvão (0, 10, 20 e 30 t ha-1), e as plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra serão irrigadas com quatro níveis de salinidade da água (0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m-1). O delineamento experimental utilizado será o inteiramente casualizado com quatro repetições no esquema fatorial 4 x 4, totalizando 16 tratamentos. Para o preparo da solução salina, serão utilizados os sais de NaCl, CaCl2.2H2O e MgCl2.6H2O dissolvidos em água de açude, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mmolc L-1 = CE x 10), extraída de Rhoades et al. (2000). Para a instalação do experimento, aproximadamente 25 kg de solo arenoso serão colocadas em vasos plásticos perfurados na face inferior. Antes, porém, será colocada uma camada de brita de 2 cm, para facilitar a drenagem. A semeadura será realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. A aplicação da adubação química será de ureia (0,94 g vaso-1), cloreto de potássio (0,49 g vaso-1) e superfosfato simples (1,96 g vaso-1), seguindo a recomendação para a cultura (LIMA et al., 2010). Deverá ser realizado o monitoramento diário do ensaio para evitar o ataque de pragas e infestação de doenças. A cada 20 dias, durante o período experimental, serão realizadas coleta de amostras de solo de cada vaso na profundidade de 20 cm, nas quatro repetições de cada tratamento, serão homogeneizadas formando uma amostra composta por tratamento, logo em seguida serão acondicionadas em sacos plásticos correspondente a cada tratamento, para determinações de íons, condutividade elétrica do extrato de saturação e pH. As análises serão realizadas no Laboratório de Ensino e Pesquisa da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, seguindo metodologia proposta por Silva (1999). Os resultados das variáveis serão submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com $p < 0,05$ (comparação das doses de bokashi) utilizando-se o programa Sisvar. A análise de regressão será empregada para a avaliação dos efeitos da salinidade da água de irrigação e da interação, quando significativa. Além da metodologia científica do projeto, teremos discussões diárias junto ao bolsista para evidenciar as dificuldades e conquistas do projeto.

Resultados e Discussões

Figura 1 – Porcentagem de saturação de sódio em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

Verifica-se na Figura 1, que houve incremento da porcentagem de saturação de sódio com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação assim como com o incremento das doses de biocarvão. Sendo os maiores valores observados na maior dose de biocarvão (40 t ha-1).

Conclusão

A aplicação de doses crescentes de biocarvão associada ao aumento da condutividade elétrica da água de irrigação promoveu o incremento da Porcentagem de Saturação de Sódio (PST) no solo cultivado com sorgo cv. BRS Ponta Negra. Contrariando o potencial condicionador esperado do insumo, o biocarvão não atuou como mitigador do acúmulo de sódio nas condições deste experimento, podendo intensificar os riscos de degradação física e química do solo e prejudicar o desenvolvimento vegetal no semiárido. Fica evidente que o uso de águas salinas requer um plano rigoroso de monitoramento da dinâmica de sais. Sugere-se a avaliação complementar de técnicas de manejo como a aplicação de lâminas de lixiviação e o uso de gesso agrícola aliadas ao estudo do perfil característico dos biocarvões aplicados.

Referências

FERREIRA, A. R. Adaptabilidade, estabilidade e tolerância de acessos de meloeiro a salinidade. Mestrado em manejo de solo e água - UFRS. Mossoró, 2016. 50f: il. Dissertação

JOSEPH, S.; CAMPS-ARBESTAIN, M.; LIN, Y.; MUNROE, P.; CHIA, C. H.; HOOK,J.; VAN ZWIETEN, L.; KIMBER, S.; COWIE, A.; SINGH, B. P.;LEHMANN, J.; FOIDL, N.; SMERNIK, R. J.; AMONETTE, J. E. An investigation into the reactions of biochar in soil. Australian Journal of Soil Research, v. 48, p. 501515, 2010.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Cultivo de sorgo: Clima. Sistema de Produção, 2, 6 eds., 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/clima.htm>. Acessado em: 22 abr 2025.

LIMA, J.M. P.; LIRA, M. A.; LIMA, M. L.; ESPÍNOLA SOBRINHO, E.; FREIRE, H. Sorgo: plante certo para colher muito. Natal- RN: EMPARN, 2010. 24p.; v.16

MOLIN, J.P.; GIMENEZ, L.M.; PAULETTI, V.; SCHMIDHALTER, U.; HAMMER, J. Mensuração da condutividade elétrica do solo por indução e sua correlação com fatores de produção. Engenharia Agrícola, v.25, n.2, p.420-426, 2005.

PINTO, D. F.P. Composto bokashi com inóculo nativo e comercial, farinha de penas e a disponibilidade de nitrogênio e fósforo. Dissertação USP ESALQ, Piracicaba, 2018. 60 p

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. The use saline waters for crop production. Roma: FAO, 2000. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48)

SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P.; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. BRS Ponta Negra variedade de Sorgo Forrageiro. Comunicado Técnico, EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, setembro, 2007. 6p.

SILVA, F. C. Manual de análise químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p

SILVA, J. B. G.; MARTINEZ, M. A.; PIRES, C. S.; ANDRADE, I. P. S.; SILVA, G. T. Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 250 - 263, 2012.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; LACERDA, C. F., AZEVEDO, B. M., SILVA, G. L.; COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. Revista agro@ mbiente on-line, v.8. n.3, p.359-367, 2014.

VAN HORN, D. J.; OKIE, J. G.; BUELOW, H. N.; GOOSEFF, M. N.; BARRETT, J. E.; TAKACS-VESBACHA, C. D. Soil microbial responses to increased moisture and organic resources along a salinity gradient in a polar desert. Applied and Environmental Microbiology, v.80, n.10, p. 30343043, 2014.

Anexos



Figura 1 – Porcentagem de saturação de sódio em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

CÓDIGO: SB1684

AUTOR: FRANCISCO MATEUS LIMA FAUSTINO

ORIENTADOR: HAILSON ALVES FERREIRA

TÍTULO: Prospecção de fitonematoides em áreas de produção de mamoeiro no RioGrande do Norte

Resumo

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das principais frutíferas do Nordeste brasileiro, mas sua produção é ameaçada por fitonematoides, cuja ocorrência no Rio Grande do Norte permanece pouco documentada. Este estudo teve como objetivo identificar os principais nematoides fitoparasitas associados ao mamoeiro em três áreas produtoras do estado (Vera Cruz, Pedro Velho e Pureza), correlacionando sua presença com características do manejo, do solo e do histórico de cultivo. Coletaram-se amostras de solo e raízes em dez pontos por área, processadas pelos métodos de Jenkins (1964) e Coolen e D'Herde (1972). Identificaram-se dez gêneros fitoparasitas, com dominância de *Meloidogyne* spp. e *Rotylenchulus* spp., que juntos somaram mais de 98% da população total. A distribuição desses gêneros variou entre as áreas, associada à textura do solo, ao histórico de cultivo e ao consórcio com outras culturas. As densidades populacionais superaram o limiar de dano relatado na literatura, sem comprometimento aparente da produtividade. Constatou-se ainda ausência de diagnóstico nematológico prévio nas três propriedades, associada ao uso empírico de nematicidas e biológicos. Os resultados reforçam a necessidade de prospecção nematológica rotineira e de manejo integrado adaptado às condições edafoclimáticas locais.

Palavras-chave: Mamoeiro. Fitonematoide. Rio Grande do Norte. Manejo.

TITLE: Prospecting of plant-parasitic nematodes in papaya production areas in RioGrande do Norte, Brazil

Abstract

Papaya (*Carica papaya* L.) is a major fruit crop in northeastern Brazil, yet its production is threatened by plant-parasitic nematodes, whose occurrence in Rio Grande do Norte remains poorly documented. This study aimed to identify the main phytoparasitic nematodes associated with papaya in three producing areas of the state (Vera Cruz, Pedro Velho and Pureza), correlating their presence with management, soil and cropping history. Soil and root samples were collected at

ten points per area and processed using Jenkins (1964) and Coolen and D'Herde (1972) methods. Ten phytoparasitic genera were identified, dominated by *Meloidogyne* spp. and *Rotylenchulus* spp., which together accounted for over 98% of the total population. Genus distribution varied among areas, associated with soil texture, cropping history and intercropping with other crops. Population densities exceeded the damage threshold reported in the literature, without apparent impact on productivity. All three properties lacked prior nematological diagnosis, relying instead on empirical nematicide and biocontrol use. These findings highlight the need for routine nematological prospection and integrated management adapted to local edaphoclimatic conditions.

Keywords: Papaya. Plant-parasitic nematode. Rio Grande do Norte. Management.

Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) figura entre as principais frutíferas tropicais cultivadas no Brasil, país que ocupa a quarta posição no ranking mundial de produção, com 1.107 mil toneladas colhidas em 2022, volume correspondente a 7,64% da oferta global (FAO, 2024). Espírito Santo e Bahia concentram cerca de 70% da produção nacional, seguidos pelo Ceará, pelo Rio Grande do Norte, por Minas Gerais e pela Paraíba (Reis *et al*., 2025).

No estado do Rio Grande do Norte, especificamente, a fruticultura consolidou-se como atividade de relevância socioeconômica, gerando emprego e renda, sobretudo em áreas de solos de tabuleiro costeiro, cujas condições edafoclimáticas favorecem o cultivo comercial de diferentes culturas frutíferas, incluindo o do mamão (Coelho; Santos; Simões, 2021). Por outro lado, tais condições também favorecem a instalação e a multiplicação de fitopatógenos de solo, entre os quais se destacam os nematoides fitoparasitas (Moura; Torres, 2004).

Os fitonematoides são parasitas obrigatórios de plantas que se instalam nas raízes e prejudicam a absorção de água e nutrientes. Como consequência, as lavouras apresentam sintomas como crescimento reduzido, folhas amareladas e queda na produtividade, frequentemente confundidos com deficiências nutricionais ou estresses abióticos, o que dificulta o diagnóstico e amplia as perdas (Asmus, 2021).

A ocorrência de fitonematoides associados ao mamoeiro representa um dos principais entraves fitossanitários à sustentabilidade da cultura. Destacam-se as espécies do gênero *Meloidogyne*, especialmente *Meloidogyne incognita*, popularmente conhecida como nematoide-das-galhas, e do gênero *Rotylenchulus*, com destaque para o *Rotylenchulus reniformis* (Barbosa, 2022). Segundo Ritzinger (2000), a infestação por *Meloidogyne incognita* pode causar reduções de até 36,6% na produtividade do pomar de mamoeiro, estimando-se que o incremento de apenas um espécime a cada cinco gramas de raiz seja suficiente para provocar uma perda de aproximadamente 0,35% na produção de frutos.

Em levantamento realizado em áreas comerciais de mamoeiro na Paraíba, Matos *et al*. (2012) constataram a predominância de *Rotylenchulus* e *Meloidogyne* entre os fitoparasitas, com índices de maturidade e de parasitismo de plantas indicativos de expressiva interferência antrópica sobre a comunidade nematológica do solo, um resultado que reforça a necessidade de investigações regionais capazes de prospectar os fitonematoides associados à cultura em diferentes contextos edáficos e de manejo.

A descrição da estrutura da comunidade de fitonematoides permite interpretar não apenas a intensidade do parasitismo, mas também o grau de perturbação e a condição biológica do solo, uma vez que esses organismos respondem sensivelmente a alterações no manejo agrícola e nas propriedades físico-químicas do substrato (Goulart, 2009).

Essa abordagem, amplamente empregada em outras fruteiras e culturas anuais no Nordeste brasileiro, ainda é escassamente aplicada ao mamoeiro cultivado no Rio Grande do Norte, estado em que os levantamentos disponíveis sobre nematoides concentram-se, em sua maioria, em outras culturas de importância regional, a exemplo do melão (Torres *et al*., 2006).

Diante da expansão da produção de mamão no Rio Grande do Norte e da ausência de quantificação sistemática das perdas causadas por fitonematoides na cultura, justifica-se a realização de um levantamento que subsidie estratégias de manejo integrado adaptadas às condições edafoclimáticas locais. Assim, o presente estudo tem como objetivo identificar os principais nematoides fitoparasitas ocorrentes em áreas agrícolas, correlacionando sua presença com características do manejo, do solo e do histórico das áreas.

Metodologia

As coletas de solo e de raízes foram realizadas em áreas agrícolas localizadas nos municípios de Vera Cruz (6°00'57.4"S 35°25'16.0"W), Pedro Velho (6°25'48.53"S 35°13'47.52"W) e Pureza (5°20'33.93"S 35°28'39.13"W) (Figura 1), no estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

A seleção dos locais considerou a disponibilidade de produtores interessados em participar do estudo, bem como o critério de distanciamento geográfico entre as áreas, de modo a garantir maior representatividade regional dos dados. Dessa forma, foram contemplados um município da Microrregião do Agreste Potiguar (Vera Cruz), um da Microrregião do Litoral Sul (Pedro Velho) e um da Microrregião do Litoral Nordeste (Pureza). A localização e os pontos amostrais de cada área foram registrados in loco por meio de aparelho de Sistema de Posicionamento Global (GPS), apresentados no Quadro 1, em conjunto com as principais informações das áreas analisadas.

A coleta das amostras ocorreu no mês de julho de 2026, nas condições de área amostrada, temperatura e umidade relativa apresentadas no Quadro 2.

As amostras de solo e de raízes foram coletadas na camada de 0 a 20 cm de profundidade da região rizosférica, com a umidade natural do solo preservada, evitando-se condições de encharcamento ou de ressecamento excessivo. Para as raízes, priorizou-se a coleta das porções mais finas (raízes secundárias, terciárias e subsequentes, denominadas radicelas).

A coleta seguiu caminhamento em ziguezague pela área, com retirada de amostras junto a plantas que apresentavam sintomas moderados associados ao parasitismo por fitonematoides. Em cada ponto, foram coletadas amostras simples de solo rizosférico (300 cm^3) e de raízes funcionais (20 g), acondicionadas em saco plástico único, devidamente etiquetado, e transportadas em caixa térmica até o Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), unidade acadêmica de ciências agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Posteriormente, as amostras de solo e de raízes foram enviadas para análise no Laboratório de Nematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

A extração dos fitonematoides do solo foi conduzida pelo método de flotação centrífuga em solução de sacarose (Jenkins, 1964), enquanto a extração radicular seguiu o método de trituração e centrifugação em sacarose (Coolen; D'Herde, 1972). As suspensões finais obtidas foram aferidas e calibradas individualmente para a obtenção do volume final (V). Alíquotas homogeneizadas de 1 mL foram transferidas para câmara de contagem de Peters e analisadas sob microscópio óptico para identificação em nível de gênero e quantificação. A população total estimada em cada ponto foi calculada pela multiplicação direta do número de espécimes observados na alíquota pelo volume total da respectiva suspensão (V), sendo os dados expressos em indivíduos por 300 cm^3 de solo e indivíduos por 20 g de raiz.

A identificação dos nematoides em nível de gênero ou de família foi realizada com o auxílio de chaves de identificação disponíveis na literatura especializada, com base em Ferraz e Brown (2016), Mai e Mullin (1996) e Tarjan, Esser e Chang (1977). A partir da identificação, procedeu-se à análise de abundância e de dominância dos táxons registrados. Ao término das análises, todo o material vegetal e o substrato utilizados foram autoclavados antes do descarte, garantindo a inativação completa dos nematoides e a biossegurança do processo. Ferramentas e bancadas foram desinfestadas com solução de hipoclorito.

O levantamento das informações relativas ao histórico de cultivo, ao manejo fitossanitário e aos sintomas percebidos pelos produtores foi realizado por meio da aplicação de um questionário de campo. O instrumento foi estruturado em seis blocos temáticos, abrangendo informações de identificação da propriedade, caracterização da área, histórico agrícola, cultura do mamoeiro e manejo fitossanitário. A aplicação do questionário ocorreu *in loco*, por meio de entrevista direta conduzida pelo pesquisador junto ao proprietário ou ao responsável

técnico pela área, concomitantemente à coleta das amostras de solo e de raízes em cada uma das três propriedades avaliadas. As informações obtidas por meio do questionário subsidiaram, em conjunto com os dados quantitativos de densidade populacional dos fitonematoides, a interpretação dos resultados, que são apresentados e discutidos a seguir.

Resultados e Discussões

A densidade populacional total e a frequência de ocorrência dos fitonematoides identificados no solo rizosférico (300 cm³) e nas raízes (20 g) de mamoeiro, discriminadas por área e por gênero, estão apresentadas na Tabela 1.

Do total de espécimes recuperados na rizosfera (78.623 nematoides), os fitonematoides responderam por 81,1% (63.783 indivíduos), enquanto os nematoides de vida livre representaram 18,9% (14.840 indivíduos), computados exclusivamente para o balanço populacional do solo. Nas raízes (20 g), a recuperação foi estritamente fitoparasitária (22.790 indivíduos). Foram identificados dez gêneros fitoparasitas associados ao mamoeiro, com ampla dominância de Meloidogyne spp. e Rotylenchulus spp., que, juntos, somaram mais de 98% da população total de fitonematoides, ainda que essa dominância tenha se distribuído de forma bastante distinta entre as três áreas amostradas.

Em Pureza (Área 3), registrou-se a maior pressão de infestação por *Meloidogyne* spp., com 16.199 indivíduos no solo, 9.669 nas raízes e 100% de ocorrência nos pontos amostrais. Por se tratar de endoparasita sedentário, as fêmeas desse gênero estabelecem sítios de alimentação no cilindro vascular da raiz, induzindo severa formação de galhas e comprometendo diretamente o fluxo de água e de fotoassimilados.

Já em Vera Cruz (Área 1) e em Pedro Velho (Área 2), destacaram-se as elevadas densidades rizosféricas de *Rotylenchulus* spp. (20.948 e 18.370 indivíduos por 300 cm³ de solo, respectivamente), acompanhadas de ocorrência simultânea de *Meloidogyne* spp. nas raízes. O hábito semiendoparasita sedentário de *Rotylenchulus* spp., que mantém a porção posterior do corpo externa à raiz, justifica sua expressiva concentração nas amostras de solo, provocando necrose cortical e definhamento do sistema radicular.

Pedro Velho (Área 2) distinguiu-se ainda por reunir a maior riqueza de fitoparasitas de todo o levantamento, sendo a única área com detecção concomitante de *Criconemoides* spp. (185 indivíduos), *Pratylenchus* spp. (110 indivíduos) e *Dolichodorus* spp. (60 indivíduos), que, somados a *Tylenchus*, *Ditylenchus*, *Hoplolaimus, Helicotylenchus* e *Trichodorus*, compuseram a fração secundária (<2%) da comunidade fitoparasitária.

Os valores absolutos registrados situam-se em patamar superior ao relatado por Matos *et al*. (2012) em três áreas de mamoeiro comercial em Mamanguape,

Paraíba, cujas amostras foram processadas também pelo método de extração de Jenkins (1964). Convertidas para a mesma base amostral (300 cm³ de solo), as densidades médias de *Meloidogyne* spp. relatadas por aqueles autores variaram entre aproximadamente 212 e 2.029 indivíduos, e as de *Rotylenchulus* spp. entre 745 e 3.153 indivíduos, isto é, uma a duas ordens de grandeza abaixo dos valores obtidos neste estudo para Vera Cruz e Pedro Velho.

Chama atenção, contudo, que a relação entre os dois gêneros se inverte quando a comparação é feita área a área. No levantamento paraibano (Matos et al., 2012), *Rotylenchulus* spp. predominou justamente na área de cultivo mais antigo e sucessivo de mamoeiro, ao passo que, no presente estudo, foi *Meloidogyne* spp. que dominou de forma quase exclusiva a área de plantio mais avançado (Pureza, terceiro ciclo consecutivo), com *Rotylenchulus* spp. praticamente ausente do solo dessa área. Essa inversão sugere que a composição da comunidade fitoparasitária associada ao histórico de monocultivo sucessivo do mamoeiro não segue um padrão único, dependendo também de condições edáficas locais, como a textura do solo.

Para as raízes, a densidade de *Meloidogyne* spp. em todas as áreas manteve-se dentro do intervalo relatado por Baldan *et al*. (2024) para a cultivar Aliança consorciada com café conilon no sul da Bahia, cuja população de *Meloidogyne* spp. por planta variou de 69 a 28.350 indivíduos por 10 g de raiz. Essa convergência reforça a plausibilidade biológica dos valores obtidos e indica que, apesar de elevada, a infestação na Área 3 (Pureza) não configura um valor discrepante em relação ao já documentado para essa cultivar em outras áreas produtoras do Nordeste.

O patamar de infestação por *Meloidogyne* spp. encontrado em todas as áreas analisadas supera o limiar de dano identificado por Ramakrishnan e Rajendran (1998), de um juvenil de segundo estádio (J2) de *Meloidogyne* spp. por grama de solo, como suficiente para afetar as funções fotossintética e respiratória do mamoeiro. Apesar disso, não se observou impacto dessa densidade populacional de fitonematoides na produtividade das áreas, que, segundo Oliveira e Coelho (2011), é, no Brasil, em média, de 40 t/ha para variedades do grupo Solo, como as variedades THB e Aliança, cultivadas nas três propriedades avaliadas.

Resultado semelhante foi relatado por Siqueira *et al.* (2009) em pomar comercial de mamoeiro cv. Formosa consorciado com goiabeira no município de Formosa, GO, em que, mesmo diante de intensa formação de galhas nas raízes causada por *Meloidogyne mayaguensis*, as plantas não apresentaram sintomas secundários na parte aérea e mantiveram elevada produção de frutos, evidência de tolerância da cultura ao parasitismo radicular mesmo sob pressão de inóculo intensa.

Esse padrão é compatível com o observado nas três áreas do presente estudo, em que densidades de *Meloidogyne* spp. muito acima do limiar de dano não se traduziram em quedas de produtividade, sugerindo que o mamoeiro, dentro da faixa de infestação aqui registrada, pode tolerar o parasitismo sem perdas produtivas expressivas de curto prazo. Ainda que o desgaste progressivo do

sistema radicular possa comprometer a longevidade produtiva do pomar a médio e longo prazo, trata-se de aspecto que este levantamento, de caráter transversal, não permite avaliar.

Ao realizar a análise integrada dos questionários de campo aplicados nas três propriedades, em conjunto com os dados da prospecção dos fitonematoides, observa-se um padrão de manejo reativo e não diagnóstico, uma vez que nenhuma delas havia realizado análise nematológica prévia à condução deste levantamento, tampouco utilizava mudas com certificação fitossanitária, ainda que todas já empregassem nematicidas químicos e agentes biológicos (Pochonia chlamydosporia na Área 1; NEMOUT® e BIOTRAC® na Área 2; Trichoderma spp. e VERANGO® Prime na Área 3) de forma empírica, sem identificação prévia dos gêneros presentes.

Esse descompasso entre a intervenção e o diagnóstico é consistente com a persistência de populações altas nas três áreas mesmo após sucessivas aplicações de produtos de controle e sugere que o manejo nematológico local carece de orientação técnica baseada em prospecção prévia. Exemplo disso é o fato de as três propriedades utilizarem matéria orgânica no manejo do solo, sem, contudo, adotar cobertura morta. Trata-se de uma combinação que, se por um lado favorece a fertilidade e a atividade biológica geral do solo, refletida na expressiva população de nematoides de vida livre registrada (14.840 indivíduos), por outro lado não é a mais recomendada para o controle de fitoparasitas.

De acordo com Oka (2010), a matéria orgânica é reconhecidamente capaz de reduzir populações de nematoides fitoparasitas por múltiplos mecanismos, como a liberação de compostos nematotóxicos pré-existentes no próprio material, a geração de substâncias tóxicas durante sua decomposição (como amônia e ácidos graxos), o estímulo a microrganismos antagonistas (fungos predadores e parasitas de ovos, bactérias produtoras de enzimas líticas) e as alterações físico-químicas do solo desfavoráveis ao patógeno. Esses mecanismos, contudo, dependem fortemente da qualidade, da dose e, sobretudo, da regularidade da aplicação do material orgânico.

A ausência de cobertura morta, por sua vez, embora não atue como nematicida direto, tem papel relevante na tolerância da cultura ao parasitismo. Em ensaio conduzido com bananeira, McIntyre *et al*. (2000) constataram que solos cobertos com palhada produziram mais do que o triplo da biomassa vegetal observada em solo descoberto, mesmo sob inoculação com nematoides, um efeito atribuído sobretudo à melhoria da fertilidade e da disponibilidade hídrica proporcionada pela cobertura, e não a uma redução direta da população do patógeno.

Assim, a ausência de cobertura morta nas três propriedades pode estar privando as plantas de um fator de tolerância ao parasitismo, ainda que a densidade populacional de nematoides no solo permaneça relativamente independente dessa prática isolada. Em conjunto, esses dois pontos sugerem que a combinação observada nas três áreas, isto é, matéria orgânica aplicada sem padronização e ausência de cobertura morta, representa uma oportunidade de manejo ainda não explorada, tanto para reduzir a pressão de inóculo quanto para aumentar a capacidade de tolerância das plantas à infestação já estabelecida.

O histórico de cultivo também parece relacionar-se com o perfil de infestação observado, assim como o consórcio, prática que consiste no cultivo simultâneo de outra espécie entre as fileiras do pomar e que pode atuar como fonte adicional e contínua de inóculo.

Na Área 1, onde o mamão é cultivado em solo argiloso, sem consórcio e com histórico de rotação com milho (*Zea mays*), batata (*Solanum tuberosum*) e macaxeira antes da implantação do mamoeiro, observou-se perfil de infestação intermediário entre as demais, o que reforça a influência conjunta do histórico de cultivo, do tipo de solo e do manejo de consórcio sobre a estrutura da comunidade de fitonematoides observada nas três áreas.

Na Área 2, o mamão é cultivado em solo arenoso, sucedendo o cultivo de coqueiro, e é consorciado com macaxeira (*Manihot esculenta*); essa área reuniu a maior riqueza de gêneros fitoparasitas e as maiores densidades de *Rotylenchulus* spp. Esse achado alinha-se à maior porosidade e ao maior espaço aéreo desse tipo de solo, condições que favorecem a movimentação de estádios infectantes no perfil rizosférico (Torres; Pedrosa; Moura, 2006). Além disso, a macaxeira é reconhecidamente hospedeira de nematoides fitoparasitas, incluindo espécies do gênero *Meloidogyne*, que nela induzem sintomas característicos de galhas radiculares, amarelecimento e redução de porte (Rosa *et al.*, 2014).

A Área 3, conduzida no terceiro plantio consecutivo de mamoeiro sobre o mesmo talhão, apresentou a maior densidade de *Meloidogyne* spp. registrada no estudo, padrão compatível com o acúmulo de inóculo associado ao monocultivo sucessivo de uma planta hospedeira suscetível, mesmo em solo argiloso, cuja textura é menos favorável à dispersão de nematoides do que solos com textura mais leve (Silva; Menezes, 2024). Em relação ao consórcio entre mamoeiro e coqueiro (*Cocos nucifera*) na Área 3, não foi localizada literatura conclusiva sobre seu status de hospedeiro para *Meloidogyne* spp. ou *Rotylenchulus* spp., o que impede atribuir-lhe um papel definido na dinâmica populacional observada nessa área.

Um fator comum às três propriedades é o sistema de irrigação por gotejamento, adotado em todas as áreas avaliadas, condição que, por ser constante entre elas, não pode por si só explicar as diferenças de perfil de infestação observadas. Segundo revisão de Café-Filho, Lopes e Rossato (2018), diferentemente da irrigação por sulco ou por aspersão, que geram fluxo contínuo de água livre sobre a superfície do solo, capaz de transportar passivamente estádios infectantes a distâncias maiores dentro e entre talhões, o gotejamento concentra a umidificação na vizinhança imediata de cada emissor, restringindo a formação de filmes de água contínuos em escala de campo e, consequentemente, limitando a dispersão dos nematoides para além da zona radicular de cada planta.

Esse padrão é consistente com estudos que demonstram que a movimentação passiva de juvenis de segundo estádio de *Meloidogyne incognita* ocorre principalmente na direção do fluxo de água no perfil do solo (Prot; Van Gundy, 1981; Fujimoto *et al.*, 2010), fluxo esse que a irrigação localizada tende a

minimizar em comparação aos demais métodos. Desse modo, os resultados sugerem que as diferenças observadas entre Vera Cruz, Pedro Velho e Pureza podem não decorrer de dispersão facilitada pela irrigação por gotejamento, uma vez que essa via de disseminação é justamente a que o sistema adotado tende a restringir. A explicação mais provável permanece, portanto, associada a falhas de manejo, à textura do solo, ao histórico de cultivo e ao consórcio praticado em cada propriedade.

Conclusão

O presente estudo evidenciou uma comunidade de fitonematoides diversificada e numericamente expressiva associada ao mamoeiro nas três áreas produtoras do Rio Grande do Norte, com *Meloidogyne* spp. e *Rotylenchulus* spp. respondendo por mais de 98% dos indivíduos identificados. A distribuição desses gêneros não foi uniforme entre as áreas: Pureza (Área 3), no terceiro plantio consecutivo de mamoeiro, concentrou a maior densidade de *Meloidogyne* spp., padrão compatível com o acúmulo de inóculo típico do monocultivo sucessivo; já Vera Cruz (Área 1) e Pedro Velho (Área 2) destacaram-se pelas elevadas populações de *Rotylenchulus* spp., com a Área 2 reunindo ainda a maior riqueza de gêneros fitoparasitas do estudo. Essas diferenças mostraram-se associadas não apenas à textura do solo, mas também ao histórico de cultivo e ao consórcio atualmente praticado em cada propriedade, a exemplo do papel da macaxeira, hospedeira reconhecida de *Meloidogyne* spp., como possível reservatório contínuo de inóculo em Pedro Velho.

Os valores de densidade populacional registrados superaram tanto os relatados em outros levantamentos regionais quanto o limiar de dano estabelecido na literatura para o mamoeiro, sem que, entretanto, se observasse comprometimento evidente da produtividade nas três áreas, achado consistente com relatos de tolerância do mamoeiro a infestações radiculares intensas. Esse resultado, contudo, não permite avaliar se essa tolerância se manterá ao longo do ciclo produtivo, tampouco descarta o risco de o desgaste progressivo do sistema radicular comprometer a longevidade dos pomares a médio e longo prazo.

A análise conjunta dos dados nematológicos com as informações levantadas nos questionários revelou, nas três propriedades, a ausência de diagnóstico nematológico prévio à implantação da cultura, o uso de mudas sem certificação fitossanitária e o emprego empírico de nematicidas e agentes biológicos, sem identificação prévia dos gêneros presentes. Esse descompasso entre manejo e diagnóstico reforça a necessidade de práticas de prospecção nematológica como etapa rotineira antes e durante o cultivo do mamoeiro na região.

Para investigações futuras, recomenda-se a inclusão da análise de pH e da granulometria completa do solo como variáveis explicativas complementares à textura já considerada, assim como a condução de levantamentos longitudinais capazes de acompanhar a relação entre densidade populacional e produtividade

ao longo de múltiplos ciclos produtivos e a realização de estudos específicos sobre o status de hospedeiro do coqueiro para *Meloidogyne* spp. e *Rotylenchulus* spp., lacuna identificada neste trabalho. Por fim, sugere-se a ampliação da amostragem para outros municípios produtores do Rio Grande do Norte, de modo a consolidar um panorama regional mais robusto sobre a ocorrência de fitonematoides na cultura, subsidiando estratégias de manejo integrado adaptadas às condições edafoclimáticas locais.

Referências

ASMUS, Guilherme Lafourcade. **Nematóides**. Agência Embrapa, 22 dez. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/web/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto/fundamentos/beneficios/ao-solo/biologia-do-solo/nematoides. Acesso em: 01 jul. 2026.

BALDAN, Winy Galacho *et al*. Population impact of *Meloidogyne* spp. on papaya cultivation intercropped with coffee plants. **Revista Cadernos Pedagógico**, Curitiba, v. 21, n. 13, p. 1-15, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n13-081. Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/11564. Acesso em: 17 jul. 2026.

BARBOSA, Dimmy Herllen Silveira. Nematoides e seu controle. In: OLIVEIRA, A. M. G.; MEISSNER FILHO, P. E. (ed.). **Mamoeiro do grupo solo:** cultivo, colheita, pós-colheita e comercialização. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 231-238. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1144021. Acesso em: 04 jul. 2026.

CAFÉ-FILHO, Adalberto C.; LOPES, Carlos Alberto; ROSSATO, Maurício. Management of plant disease epidemics with irrigation practices. In: ONDRAŠEK, Gabrijel (ed.). **Irrigation in Agroecosystems.** London: IntechOpen, 2018. DOI: 10.5772/intechopen.78253.

COELHO, Eugênio Ferreira; SANTOS, Dionei Lima; SIMÕES, Welson Lima. Irrigação de fruteiras tropicais (abacaxizeiro, bananeira, mamoeiro e mangueira). In: PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. (ed.). **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil:** técnica e cultura. Piracicaba: ESALQ-USP, 2021. p. 429-460. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1132906. Acesso em: 07 jul. 2026.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agricultural Research Centre, 1972. 77 p.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Crops and livestock products.** 2024. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Acesso em: 16 jul. 2026.

FERRAZ, Luiz Carlos Couto de Barros; BROWN, David John Fisher (org.). **Nematologia de plantas:** fundamentos e importância. Manaus: Norma Editora, 2016. 251 p.

FUJIMOTO, Taketo *et a*l. The effect of soil water flow and soil properties on the motility of second-stage juveniles of the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). **Soil Biology and Biochemistry**, [S. l.], v. 42, n. 7, p. 1065-1072, 2010. DOI: 10.1016/j.soilbio.2010.03.003. Acesso em: 13 jul. 2026.

GOULART, Alexandre Moura Cintra. **Coleta de amostras para análise de nematoides:** recomendações gerais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 31 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html. Acesso em: 01 jul. 2026.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, [S. l.], v. 48, p. 692, 1964. Disponível em: https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1885180. Acesso em: 01 jul. 2026.

MAI, William F.; MULLIN, Peter G. Plant parasitic nematodes: a pictorial key to genera. 5. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1996. 277 p.

MATOS, Daniela S. S. *et al*. Nematofauna associada ao cultivo comercial de mamoeiro no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 4, p. 614-619, 2012. DOI: 10.5039/agraria.v7i4a1857. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v7i4a1857. Acesso em: 13 jul. 2026.

McINTYRE, Beverly D. *et a*l. Effects of mulching on biomass, nutrients, and soil water in banana inoculated with nematodes. **Agronomy Journal**, [S. l.], v. 92, n. 6, p. 1081-1085, 2000. DOI: 10.2134/agronj2000.9261081x. Disponível em: https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronj2000.9261081x. Acesso em: 13 jul. 2026.

MOURA, Romero Marinho de; TORRES, Gustavo Rubens de Castro. Os fitonematóides na fruticultura irrigada do Nordeste: desafio a ser enfrentado. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 1, n. 1, p. 40-44, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348235188_OS_FITONEMATOIDES_NA_FRUTICULTURA_IRRIGADA_DO_NORDESTE_DESAFIO_A_SER_ENFRENTADO. Acesso em: 15 jul. 2026.

OKA, Yuji. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – A review. **Applied Soil Ecology**, [S. l.], v. 44, n. 2, p. 101-115, 2010. DOI: 10.1016/j.apsoil.2009.11.003. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139309001942. Acesso em: 13 jul. 2026.

OLIVEIRA, Arlene M. Gomes; COELHO, Eugenio Ferreira. **Mamoeiro.** Brasília, DF: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/910274/mamoeiro. Acesso em: 22 jul. 2026.

PROT, Jean-Claude; VAN GUNDY, S. D. Effect of soil texture and the clay component on migration of *Meloidogyne incognita* second-stage juveniles. **Journal of Nematology**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 213-217, 1981. Disponível em: https://journals.flvc.org/jon/article/view/65270. Acesso em: 13 jul. 2026.

RAMAKRISHNAN, S.; RAJENDRAN, G. Influence of *Meloidogyne incognita* on yield components and physiological functions of papaya. **Nematologia Mediterranea**, [S. l.], v. 26, p. 225-228, 1998. Disponível em: https://journals.flvc.org/nemamedi/article/view/69086/66746. Acesso em: 13 jul. 2026.

REIS, Ronielli Cardoso *et al*. **Características nutricionais e sensoriais de frutos de variedades de mamoeiro cultivadas em um sistema orgânico de produção.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2025. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1178089. Acesso em: 01 jul. 2026.

RITZINGER, Cecília Helena Silvino Prata. Nematóides. In: RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. S. (ed.). **Mamão fitossanidade (Frutas do Brasil)**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 51-58. Disponível em: https://frutvasf.univasf.edu.br/wp-content/uploads/2022/06/mamaofitossanidade.pdf. Acesso em: 01 jul. 2026.

ROSA, Juliana Magrinelli Osório *et al.* Nematoides fitoparasitas associados à mandioca na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, [S. l.], v. 44, n. 2, p. 271-275, 2014. DOI: 10.1590/S0044-59672014000200013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aa/a/KzzzL4ys4QDp7qmCPRB7zSR/?lang=pt&format=html. Acesso em: 13 jul. 2026.

SIQUEIRA, Kércya M. S. de *et al*. Detecção de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e mamoeiro no estado de Goiás, usando marcadores moleculares. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 256-260, 2009. DOI: 10.1590/S1982-56762009000400009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/tpp/a/8PBqVfRjQCBTdfgkbLqjVNF/?lang=pt. Acesso em: 13 jul. 2026.

TARJAN, Armen C.; ESSER, Robert P.; CHANG, Shih L. An illustrated key to nematodes found in fresh water. **Journal of the Water Pollution Control**

Federation, [S. l.], v. 49, n. 11, p. 2318-2337, 1977. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/25039452. Acesso em: 19 jul. 2026.

TORRES, Gustavo Rubens de Castro *et al*. Aspectos ecológicos de comunidade de nematóides associada a cultivo de Cucumis melo no Rio Grande do Norte. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 1-9, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305950852_Aspectos_Ecologicos_de_Comunidade_de_Nematoides_Associada_a_Cultivo_de_Cucumis_melo_no_Rio_Grande_do_Norte. Acesso em: 23 jul. 2026.

TORRES, Gustavo Rubens de Castro; PEDROSA, Elvira M. R.; MOURA, Romero M. Sobrevivência de *Rotylenchulus reniformis* em solo naturalmente infestado submetido a diferentes períodos de armazenamento. **Fitopatologia Brasileira**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 203-206, 2006. DOI: 10.1590/S0100-41582006000200015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/fb/a/sTBnDkJZ3Y5ZZB36zbThhwt/?lang=pt&format=html. Acesso em: 23 jul. 2026.

Anexos



Quadro 2 – Área de coleta, tipo de amostras e condições climáticas no momento da coleta



Figura 1 – Localização geográfica dos municípios de Vera Cruz, Pedro Velho e Pureza, Rio Grande do Norte, Brasil



Tabela 1 – Densidade populacional total e frequência de ocorrência de fitonematoides associados ao solo rizosférico (300 cm3) e às raízes (20 g) de mamoeiro nos municípios de Vera Cruz (Área 1), Pedro Velho (Área 2) e Pureza (Área 3), RN.



Quadro 1 – Principais informações das áreas produtoras analisadas



Figura 2 – Densidade populacional absoluta de Meloidogyne spp. (A) e Rotylenchulus spp. (B) em solo rizosférico (300 cm3) e raízes (20 g) de mamoeiro nos polos de produção de Vera Cruz (Área 1), Pedro Velho (Área 2) e Pureza (Área 3), RN

CÓDIGO: SB1695

AUTOR: PEDRO VICTOR FIGUEIREDO GARCIA

ORIENTADOR: MOALDECIR FREIRE DOMINGOS JUNIOR

TÍTULO: História do corpo e dos esportes no município de Macaíba/RN (1850–1930)

Resumo

Este artigo investiga a origem e o desenvolvimento das práticas corporais e esportivas em Macaíba/RN entre 1850 e 1930. O estudo analisa como o processo de formação urbana e a consolidação do município como entreposto comercial impactaram os usos do corpo e a ocupação dos espaços de lazer. Por meio de uma abordagem qualitativa, fundamentada na História Social e Cultural, foram analisadas fontes documentais e memorialísticas que revelam a coexistência entre manifestações informais e tradicionais, como as cavalhadas e a vaquejada, e o surgimento de esportes modernos, como o remo e o futebol. Os resultados indicam que as práticas corporais em Macaíba, nesse período, estavam relacionadas a celebrações religiosas, formas de distinção social e, progressivamente, à institucionalização esportiva, em diálogo com os ideais de modernidade e civilização da Belle Époque potiguar. Conclui-se que a institucionalização do esporte contribuiu para a transformação das formas de sociabilidade e para a atribuição de novos significados ao corpo no cotidiano urbano.

Palavras-chave: Macaíba. Práticas Corporais. História do Esporte. Sociabilidade

TITLE: History of the Body and Sports inthe Municipality of Macaíba/RN (1850–1930)

Abstract

This article investigates the origins and development of bodily and sporting practices in Macaíba/RN between 1850 and 1930. The study analyzes how the process of urban formation and the consolidation of the municipality as a commercial hub affected the uses of the body and the occupation of leisure spaces. Through a qualitative approach grounded in Social and Cultural History, documentary and memorial sources were analyzed, revealing the coexistence of informal and traditional manifestations, such as cavalhadas and vaquejada, and the emergence of modern sports, such as rowing and football. The results indicate that bodily practices in Macaíba during this period were associated with religious celebrations, forms of social distinction and, progressively, the institutionalization of sports, in dialogue with the ideals of modernity and civilization of the Potiguar Belle Époque. It is concluded that the institutionalization of sports

contributed to the transformation of forms of sociability and to the attribution of new meanings to the body in urban daily life.

Keywords: Macaíba. Bodily Practices. History of Sport. Sociability

Introdução

A celebração dos 170 anos do surgimento de Macaíba, em 2025, convida à investigação das transformações do espaço urbano e de seus impactos sobre as formas de sociabilidade e os usos do corpo. Em 1855, Fabrício Gomes Pedroza alterou o nome do antigo "Sítio Coité" para Macaíba, contribuindo para a consolidação do núcleo que posteriormente se desenvolveria como importante centro urbano e comercial do Rio Grande do Norte (Dantas, 2018). O esporte, ao difundir-se na sociedade potiguar a partir da segunda metade do século XIX, não representou apenas uma mudança nos hábitos de lazer, mas também passou a integrar transformações sociais, políticas e econômicas que marcaram o processo de modernização urbana. Nesse cenário, a História do Esporte pode ser compreendida em diálogo com a História das Práticas Corporais Institucionalizadas, abrangendo manifestações como a ginástica e a educação física escolar, o lazer institucionalizado e práticas corporais informais (Melo; Fortes, 2010). Entre 1850 e 1930, Macaíba vivenciou uma transição marcada pela coexistência entre práticas vinculadas às tradições rurais e novas formas de sociabilidade associadas aos ideais de modernidade. De um lado, permaneceram manifestações como a vaquejada e as cavalhadas; de outro, a influência da Belle Époque natalense e os intercâmbios comerciais realizados pelo rio Jundiaí contribuíram para a introdução de novas formas de lazer e práticas esportivas. A introdução de esportes modernos, como o remo, exemplifica esse processo. O registro de uma excursão realizada por remadores de Natal até Macaíba em 1916 e a posterior fundação do Clube Náutico Jundiahy, em 1918, evidenciam a organização de novas práticas corporais e esportivas no município (COSTA, 2021; MARINHO, 2008). Paralelamente, a instrução pública também participou desse processo de institucionalização, como demonstra a criação de uma cadeira de primeiras letras na povoação de Macaíba em 1865 (RIO GRANDE DO NORTE, 1866). Considerando essa dinâmica, este artigo busca contribuir para a construção de uma cartografia das práticas corporais e esportivas em Macaíba no recorte temporal de 1850 a 1930. O objetivo é investigar como as práticas corporais se relacionaram com as transformações do espaço urbano e com a coexistência entre tradições locais e novos ideais de progresso, considerando espaços como o rio Jundiaí, as praças, os salões frequentados pelas elites e os ambientes destinados à prática esportiva.

Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, ancorado nos campos da História Social e Cultural. Essa perspectiva busca compreender as práticas corporais e a formação dos esportes não apenas como eventos isolados, mas como processos relacionados à produção do espaço urbano, à transformação dos costumes e à ocupação de novos espaços de sociabilidade em Macaíba entre 1850 e 1930. O percurso investigativo foi organizado a partir do levantamento bibliográfico e da análise documental e memorialística. Foram utilizadas obras relacionadas à formação

urbana de Macaíba, à história social local e à história do esporte e das práticas corporais na sociedade potiguar. Na pesquisa documental e memorialística, foram considerados registros históricos relacionados à formação urbana, à instrução pública, às práticas esportivas e às formas de sociabilidade do município. Também foram utilizados periódicos e materiais disponíveis em acervos digitais, quando relacionados aos eventos e às práticas analisadas. A literatura memorialística teve papel importante na reconstrução das práticas cotidianas, especialmente no que diz respeito às brincadeiras infantis, às manifestações culturais e à vida social de Macaíba. Entre as obras utilizadas encontram-se trabalhos de Otacílio Alecrim, Eloy de Souza e Meneval Dantas. Os materiais foram submetidos à interpretação historiográfica, buscando relacionar diferentes tipos de fontes e confrontar os relatos memorialísticos com registros relacionados à institucionalização das práticas esportivas. Dessa forma, procurou-se compreender como diferentes usos do corpo estavam relacionados às transformações sociais e espaciais do município.

Resultados e Discussões

O Cenário de Formação: Macaíba como "Nó" Comercial e o Rio Jundiaí A compreensão das práticas corporais em Macaíba exige, inicialmente, uma análise da produção de seu espaço urbano. O surgimento de Macaíba como povoação em meados do século XIX e sua posterior evolução como núcleo urbano estiveram diretamente relacionados à importância de sua localização estratégica para a efetivação dos fluxos comerciais entre o litoral e o interior do estado (DANTAS, 2018). O sítio onde a cidade surgiu localiza-se na margem esquerda do rio Jundiaí, o que favoreceu o estabelecimento de estruturas destinadas ao transporte e ao escoamento de mercadorias agrícolas e pecuárias em direção a Natal e a outras regiões (DANTAS, 2018; DANTAS, 1985). Na década de 1860, Macaíba desempenhou papel de intermediária no sistema algodoeiro, impulsionado pelas transformações do mercado internacional decorrentes da Guerra de Secessão nos Estados Unidos. Nesse contexto, o algodão, conhecido como "ouro branco", tornou-se um dos principais produtos relacionados às transformações econômicas e urbanas locais (FARIAS, [s. d.]). Para a área portuária de Macaíba convergiam comboios de mulas e cavalos carregados de fardos de algodão produzidos no Seridó, posteriormente transportados pelo rio em direção a Natal (FARIAS, [s. d.]; DANTAS, 1985). O rio Jundiaí, influenciado pelas marés, permitia o acesso de botes e barcaças, tornando-se importante para o escoamento das mercadorias da província (FARIAS, [s. d.]; SOUZA, 2008). Pelo rio chegavam não apenas artigos de subsistência, mas também bens de luxo importados da Europa, comercializados na feira de Macaíba, que se tornou uma das maiores da região do agreste (FARIAS, [s. d.]; LIMA, 1941). O rio constituía, portanto, um espaço de intenso trabalho, no qual estivadores pesavam e despachavam cargas, mas também um espaço relacionado às formas de sociabilidade e ao ritmo da vida cotidiana. Práticas Corporais Informais e a Tradição "Rurbana" Antes da institucionalização esportiva, as práticas corporais em Macaíba estavam relacionadas às tradições rurais, às festividades e às manifestações religiosas. A sociabilidade oitocentista era marcada pelos "assustados", festas íntimas acompanhadas de piano e dança, e por divertimentos realizados em espaços públicos, como o pátio da Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição, cuja pedra fundamental foi lançada em 1858 (SILVA, 2012; MACEDO, 1976). Nesse contexto, destacavam-se práticas corporais informais como o bumba-meuboi, as danças de congo, os fandangos e as cavalhadas, manifestações inspiradas em práticas de cavalaria e adaptadas ao

contexto nordestino (SILVA, 2012). A vaquejada, associada às práticas de apartação do gado, estava relacionada ao trabalho dos vaqueiros em propriedades rurais como o Sítio Coité e a Fazenda Barra (SILVA, 2013). Originalmente vinculadas ao manejo do gado, essas atividades exigiam destreza e vigor físico dos vaqueiros e, gradualmente, passaram também a assumir caráter festivo e espetacular no espaço público (SILVA, 2013; MAIA, 2003). As memórias sobre a infância de Augusto Tavares de Lyra, integrante da elite local, revelam práticas lúdicas domésticas que contrastavam com a rudeza das pegas de boi. Eloy de Souza descreve Lyra como um menino de "infância quieta e silenciosa", que demonstrava preferência por brincadeiras que exigiam destreza manual e estratégia intelectual (SOUZA, 2008). Entre essas práticas encontrava-se a castanha no buraco, brincadeira que envolvia o arremesso de castanhas em direção a um pequeno orifício no chão. A atividade exigia precisão no lançamento e controle da força empregada (SOUZA, 2008). Também se destacava o jogo da onça, jogo de estratégia associado à tradição indígena, no qual os participantes utilizavam peças que representavam a onça e os cachorros. O objetivo consistia em movimentar as peças de modo a encurralar a onça, enquanto esta buscava capturar os cachorros (SOUZA, 2008; SILVA, 2012). Já o pau de sebo, diferentemente das brincadeiras domésticas, constituía uma prática pública de força e equilíbrio realizada no Largo das Cinco Bocas durante festividades. A atividade consistia na tentativa de subir em um mastro de madeira untado com gordura, sobre o qual eram colocados prêmios ou dinheiro (DANTAS, 2018). Enquanto isso, a Praça da Matriz recebia apresentações do chamado "circo de cavalinhos", ampliando as possibilidades de entretenimento e de observação de performances corporais no espaço urbano (DANTAS, 2018; ALECRIM, 2008). A Institucionalização do Remo em Macaíba (1910– 1925) O remo ocupou posição de destaque entre as práticas esportivas desenvolvidas em Macaíba entre o final do século XIX e as primeiras décadas do século XX. Nesse contexto, as práticas náuticas passaram a associar-se aos ideais de modernidade e às novas formas de sociabilidade da Belle Époque. O rio Jundiaí, anteriormente relacionado principalmente às atividades comerciais, passou também a constituir espaço de lazer e prática esportiva. Aos domingos, eram realizados passeios em botes como o "Rogério Primeiro" e na lancha "Julita", de mestre Antônio Damasceno, demonstrando a presença de atividades de lazer relacionadas ao rio (SILVA, 2012; DANTAS, 1985). O interesse pelo remo também foi favorecido pelo intercâmbio com Natal. Em 1916, remadores do Sport Club do Natal realizaram uma excursão de remo entre Natal e Macaíba, percorrendo 15 milhas, segundo os registros utilizados por Costa (2021) e Marinho (2008). Esse processo esteve relacionado à fundação do Clube Náutico Jundiahy, em 1918, sob orientação do Centro Náutico Natalense (MARINHO, 2008). A criação do clube contribuiu para a organização institucional da prática do remo, estabelecendo formas de associação, regras e participação em competições. A participação feminina nas regatas também ampliou as possibilidades de presença das mulheres em atividades esportivas e no espaço público, ainda que dentro dos limites sociais daquele período (MARINHO, 2008). A prática esportiva também se relacionava aos discursos de higiene física e educação cívica presentes na sociedade da época, que valorizavam o exercício corporal como parte da formação dos indivíduos (COSTA, 2021). A Chegada do Futebol e a Transformação das Práticas Esportivas A hegemonia do remo começou a ser desafiada pelo futebol a partir da década de 1920. Embora o remo estivesse associado às elites e dependesse de embarcações e infraestrutura específica, o futebol apresentava menores custos materiais e podia ser praticado em terrenos e campos improvisados (COSTA, 2021). Até meados da década de 1920, os clubes de remo ainda ocupavam posição de destaque, mas o futebol passou progressivamente a conquistar espaço como espetáculo

esportivo. A construção do Stadium Juvenal Lamartine, em 1928, em Natal, evidencia o processo de institucionalização e expansão do futebol na capital potiguar (COSTA, 2021). Em Macaíba, a prática do futebol passou a ocupar terrenos baldios e campos de várzea, ampliando os espaços disponíveis para a prática esportiva. Esse processo permitiu que grupos não necessariamente vinculados aos clubes náuticos tivessem acesso a novas formas de lazer e sociabilidade (COSTA, 2021). Assim, ao longo das primeiras décadas do século XX, o futebol passou a disputar com o remo a centralidade das práticas esportivas, acompanhando transformações nos espaços de lazer e nas formas de sociabilidade urbana. Corpo, Educação e Status Social A institucionalização das práticas corporais também ocorreu por meio da instrução pública. A elite macaibense participava de atividades que contribuíam para a construção de formas de distinção social. A poetisa Auta de Souza, apesar das limitações relacionadas à sua saúde, realizava passeios e cavalgadas, seguindo os códigos sociais de montaria à amazona (SILVA, 2012). A participação em bailes de agremiações como o Clube do Biscoito, no final do século XIX, também envolvia formas de comportamento e gestualidade socialmente controladas. Nesse contexto, a dança pode ser compreendida como uma prática corporal relacionada à sociabilidade e à distinção social (CASCUDO, 2008). Simultaneamente, atividades de caráter militar contribuíram para a construção de formas disciplinadas de utilização do corpo masculino. A organização do Batalhão Patriótico Silva Jardim é apresentada por Silva (2012) como parte desse processo, envolvendo treinamento militar, manobras e exercícios de ordem unida. Já no campo educacional, a ginástica passou a integrar o processo de formação corporal dos estudantes. No caso do Grupo Escolar Auta de Souza, essa prática estava relacionada aos discursos higienistas que valorizavam a formação de indivíduos saudáveis e moralizados (MARINHO, 2008).

Conclusão

A análise das práticas corporais em Macaíba entre 1850 e 1930 revela um processo de transformação marcado pela coexistência entre tradições locais e novas formas de sociabilidade associadas à modernidade. A cidade, consolidada como importante entreposto comercial, passou por mudanças que também repercutiram sobre os usos do corpo e sobre os espaços destinados ao lazer e às práticas esportivas. Nesse processo, o rio Jundiaí desempenhou papel central. Inicialmente relacionado às atividades comerciais e ao transporte de mercadorias, o rio passou também a constituir espaço de lazer e de práticas náuticas, especialmente com o desenvolvimento do remo. A fundação do Clube Náutico Jundiahy, em 1918, representou um momento importante de institucionalização das práticas esportivas no município, enquanto a participação feminina nas regatas ampliou as possibilidades de presença das mulheres nesse espaço. Ao mesmo tempo, manifestações como as cavalhadas, a vaquejada, os fandangos, o bumba-meu-boi, as danças de congo e diferentes brincadeiras continuaram compondo o cotidiano e a cultura corporal local. Dessa forma, a modernização esportiva não eliminou as práticas anteriores, mas passou a coexistir com elas. A expansão do futebol durante as primeiras décadas do século XX contribuiu posteriormente para uma transformação dos espaços e das formas de participação esportiva. Ao ocupar terrenos baldios e campos de várzea, o futebol ampliou as possibilidades de prática e de sociabilidade relacionadas ao esporte, ao mesmo tempo em que passou a disputar espaço com as modalidades náuticas. A pesquisa também evidencia a importância da educação e dos discursos relacionados à higiene e à disciplina corporal. A instrução

pública, a ginástica escolar, as atividades militares, os bailes e as práticas esportivas constituíram diferentes formas de utilização e representação do corpo na sociedade macaibense. Durante o desenvolvimento da pesquisa, constatou-se a fragmentação e a escassez de documentação sistematizada sobre as práticas cotidianas de Macaíba. Parte significativa das informações disponíveis encontra-se em obras memorialísticas que, embora importantes para a reconstrução da memória local, precisam ser analisadas criticamente e relacionadas a outras fontes históricas. Nesse sentido, este artigo contribui para a sistematização de informações dispersas em diferentes registros e para a compreensão das relações entre corpo, esporte, espaço urbano e sociabilidade em Macaíba. A investigação da história do corpo e do esporte permite, portanto, ampliar a compreensão da formação histórica do município e valorizar seu patrimônio cultural e sua memória social. Por fim, a pesquisa ainda está em desenvolvimento para ampliar as fontes historiográficas, assim como, possui como objetivo futuro produzir recursos educacionais voltados para componentes curriculares da educação básica, tais como história e educação física.

Referências

REFERÊNCIAS ALECRIM, Otacílio. Província Submersa. Macaíba: Instituto Pró-Memória de Macaíba; Senado Federal, 2008. CASCUDO, Luís da Câmara. Vida breve de Auta de Souza: 1876-1901. 2. ed. Natal: EDUFRN, 2008. COSTA, Matheus Câmara da. Remar para (re)pensar: Centro Náutico, Sport Club e o remo natalense (1900-1930) sob a ótica da educação patrimonial no Ensino de História. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de História) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021. DANTAS, Geovany Pachelly Galdino. Considerações sobre a formação e a evolução urbana de Macaíba – RN/Brasil (Século XIX-XX). Élisée, Revista de Geografia da UEG, Porangatu, v. 7, n. 2, p. 75-97, jul./dez. 2018. DANTAS, Meneval. Macaíba: imagens, sonhos, reminiscências. Rio de Janeiro: Presença Edições; Natal: Fundação José Augusto, 1985. FARIAS, Genilson de Azevedo. O Rio e a Cidade: Macaíba nos anos de 1860. [S. l.]: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [s. d.]. LIMA, Nestor. Municípios do Rio Grande do Norte: Macaíba, Macau, Martins e Mossoró. [S. l.]: [s. n.], 1900. Edição fac-similar da Revista do IHGRN, v. 35-37, 1941. MACEDO, José Melquiades de. Macaíba do passado. In: Revista da Academia Norte-Rio-Grandense de Letras. Natal: CERN, 1976. MAIA, Doralice Sátyro. A vaquejada: de festa sertaneja a espetáculo nas cidades. In: ALMEIDA, Maria Geralda de; RATTS, Alecsandro et al. (org.). Geografia: leituras culturais. Goiânia: Alternativa, 2003. MARINHO, Márcia Maria Fonseca. Natal também civiliza-se: sociabilidade, esporte e lazer na Belle Époque Natalense (1900-1930). 2008. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em História, Natal, 2008. MELO, Victor Andrade de; FORTES, Rafael. História do esporte: panorama e perspectivas. Fronteiras: Revista de História, Dourados, MS, v. 12, n. 22, p. 11-35, jul./dez. 2010. RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 581, de 11 de novembro de 1865. Cria uma cadeira do sexo masculino da povoação da Macaíba. Natal, 1866. SILVA, Francisco Anderson Tavares de Lyra. Augusto Tavares de Lyra em vários tons. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012. SILVA, Gilnara Karla Nicolau da. O espaço do consumo e o consumo do espaço em Macaíba-RN a partir das festas de vaquejada (1980-2012). 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

SOUZA, Eloy Castriciano de. Memórias. 2. ed. Macaíba: Instituto Pró-Memória de Macaíba; Senado Federal, 2008.

CÓDIGO: SB1700

AUTOR: RANIEL MOURA BARBOSA

ORIENTADOR: HAILSON ALVES FERREIRA

TÍTULO: Plano de Trabalho para o Projeto: Diagnóstico fitossanitário da cultura da mandioca na zona rural do município de Macaíba/RN.

Resumo

O projeto de levantamento fitossanitário da mandioca em Macaíba/RN foi conduzido entre setembro de 2025 e agosto de 2026, com o objetivo de identificar os principais patógenos que afetam a cultura e propor estratégias de manejo integrado. Inicialmente planejado para 10 visitas técnicas, o estudo enfrentou dificuldades logísticas e laboratoriais que reduziram o número de áreas avaliadas para cinco, todas escolhidas a partir da demanda direta dos agricultores. Nessas propriedades, foram aplicados questionários sobre práticas de cultivo, coletadas coordenadas geográficas para mapeamento da incidência das doenças e realizadas análises de plantas com sintomas suspeitos. Os resultados revelaram a predominância da cercosporiose em todas as áreas, além de casos pontuais de fusariose e antracnose, confirmados em laboratório. Também foram observadas podridões radiculares e murcha foliar, associadas a solos mal drenados e condições climáticas favoráveis ao progresso das doenças. A ausência de práticas preventivas, como rotação de culturas e uso de manivas sadias, contribuíram para a reincidência dos problemas. Apesar dos atrasos, o projeto demonstrou grande relevância para os agricultores familiares, ao fornecer diagnósticos sistematizados e recomendações técnicas. Como produto final, serão elaboradas fichas técnicas de manejo e mapas de incidência, que servirão de subsídio para produtores, órgãos de extensão rural e futuras pesquisas, fortalecendo a cadeia produtiva da mandioca e pr

Palavras-chave: Mandioca, Diagnóstico fitossanitário, Agricultura familiar.

TITLE: Phytosanitary Diagnosis of Cassava Cultivation in the Rural Area of Macaíba/RN.

Abstract

The phytosanitary survey project on cassava in Macaíba/RN was carried out between September 2025 and August 2026, with the objective of identifying the main pathogens affecting the crop and proposing integrated management strategies. Initially planned for 10 technical visits, the study faced logistical and laboratory difficulties that reduced the number of areas evaluated to five, all chosen based on the direct demand of farmers. In

these properties, questionnaires were applied regarding cultivation practices, geographic coordinates were collected for mapping disease incidence, and analyses of plants with suspected symptoms were conducted. The results revealed the predominance of cercosporiosis in all areas, as well as occasional cases of fusariosis and anthracnose, confirmed in the laboratory. Root rots and leaf wilting were also observed, associated with poorly drained soils and climatic conditions favorable to disease progression. The absence of preventive practices, such as crop rotation and the use of healthy cuttings, contributed to the recurrence of problems. Despite delays, the project proved highly relevant for family farmers by providing systematized diagnoses and technical recommendations. As a final product, technical management sheets and incidence maps will be prepared, serving as a resource for producers, rural extension agencies, and future research, thereby strengthening the cassava production chain and promoting greater sustainability and food security in th

Keywords: Cassava, Phytosanitary diagnosis, Family farming.

Introdução

A mandioca (Manihot esculenta) é uma cultura de grande relevância econômica e social no Brasil, especialmente para a agricultura familiar do Nordeste. No Rio Grande do Norte (RN), destaca-se como alimento básico e como produto agroindustrial, com o município de Macaíba sendo referência na produção e processamento artesanal em casas de farinha. Apesar da rusticidade da planta, diversos fatores bióticos e abióticos limitam seu desempenho, com destaque para doenças fúngicas, bacterianas e viróticas que podem reduzir a produtividade em até 50%. Entre as principais enfermidades estão antracnose (Colletotrichum gloeosporioides), cercosporiose (Cercospora spp.), bacteriose (Xanthomonas axonopodis pv. manihotis) e viroses como o mosaico da mandioca. O patossistema da cultura é amplo, com mais de 30 fitopatógenos registrados, afetando folhas, caules e raízes. Podridões radiculares, causadas por Phytophthora e Fusarium, são agravadas por solos mal drenados e manejo inadequado, podendo gerar perdas superiores a 30%. Já doenças foliares como mancha branca, mancha parda e antracnose são comuns em regiões tropicais e subtropicais, com maior severidade no período chuvoso.

No RN, há carência de diagnósticos fitossanitários sistematizados, o que limita a adoção de medidas preventivas eficazes. O manejo é predominantemente empírico, agravado pelo uso de manivas sem controle sanitário, que favorece a disseminação de viroses. Em Macaíba, as condições edafoclimáticas — solos de baixa fertilidade e clima quente e úmido no primeiro semestre — favorecem a instalação de patógenos em diferentes fases do ciclo da cultura. A vegetação densa, os sistemas de consórcio agrícola e o uso contínuo da mesma área aumentam a fonte de inóculo e a reincidência de doenças. O período chuvoso regional (fevereiro a julho), com médias superiores a 100 mm/mês, é altamente favorável ao progresso de doenças fúngicas. A ausência de dados locais sobre fitopatógenos restringe a atuação de órgãos de assistência técnica, dificulta o uso de variedades resistentes e impede o desenvolvimento de estratégias de controle mais eficazes.

Nesse contexto, torna-se essencial a realização de um levantamento fitossanitário abrangente nos mandiocais de Macaíba. Tal iniciativa permitirá identificar e quantificar

os principais problemas da cultura, fornecendo subsídios técnicos para o manejo integrado, programas de melhoramento genético e ações de extensão rural. Além disso, poderá embasar políticas públicas voltadas ao fortalecimento da cadeia produtiva da mandioca no estado. O conhecimento gerado contribuirá para reduzir perdas econômicas, garantir sustentabilidade da cultura e fortalecer a autonomia dos agricultores familiares, promovendo desenvolvimento agrícola e segurança alimentar na região.

Metodologia

A pesquisa foi conduzida entre 1º de setembro de 2025 e 31 de agosto de 2026, abrangendo os ciclos de cultivo de mandioca em comunidades da zona rural de Macaíba/RN. Foram inicialmente visitadas cinco áreas de produção, onde se aplicaram questionários aos agricultores para levantar informações sobre práticas de manejo, uso de variedades, preparo do solo, controle de pragas e doenças, além de aspectos socioeconômicos relacionados à cultura. Durante essas visitas, também foram coletadas as coordenadas geográficas das áreas, visando o mapeamento da incidência das doenças e a construção de mapas temáticos que auxiliem na análise espacial da distribuição dos patógenos.

As áreas avaliadas não foram previamente selecionadas pelos pesquisadores, mas sim definidas a partir da demanda direta dos agricultores, que solicitaram apoio técnico para compreender e manejar os problemas fitossanitários em suas lavouras. Nessas propriedades, foram realizadas visitas periódicas para observação das plantas e coleta de amostras com sintomas suspeitos em folhas (em diferentes alturas) e raízes. A diagnose das doenças foi feita por meio de comparação com descrições disponíveis na literatura especializada, utilização de aplicativos de diagnose de doenças de plantas e apoio técnico do laboratório da UFERSA. Em casos específicos, amostras foram coletadas e encaminhadas para isolamento em meio MEA 2%, seguido de identificação morfológica e microscópica dos agentes patogênicos. Testes de patogenicidade serão conduzidos em casa de vegetação, sob condições controladas, para confirmar a associação entre sintomas e agentes causais.

Em síntese, a metodologia integra levantamento em campo, coleta de dados georreferenciados, aplicação de questionários e análises laboratoriais, permitindo identificar os principais patógenos da mandioca em Macaíba/RN. Os resultados servirão de base para recomendações de manejo integrado e para subsidiar agricultores e instituições de extensão rural, fortalecendo a cadeia produtiva da mandioca no estado.

Resultados e Discussões

A pesquisa foi conduzida entre setembro de 2025 e agosto de 2026, com o objetivo inicial de realizar 10 visitas técnicas em áreas de cultivo de mandioca no município de

Macaíba/RN, priorizando lavouras que apresentavam sintomas de doenças. No entanto, ao longo do processo, foram efetivamente visitadas cinco áreas de produção, atendendo à demanda direta dos agricultores que solicitaram apoio técnico para compreender e manejar os problemas fitossanitários em suas propriedades. Nessas visitas, além da aplicação de questionários para levantamento das práticas de manejo, foram coletadas coordenadas geográficas das áreas, permitindo o mapeamento da incidência das doenças e a construção de mapas temáticos que servirão como ferramenta estratégica para análise espacial da distribuição dos patógenos.

Os resultados obtidos revelaram a presença recorrente de cercosporiose em todas as áreas avaliadas, com sintomas típicos de manchas foliares e, em alguns casos, evolução para podridões radiculares. Em propriedades como Eldorado e Lagoa Nova, foram observados quadros de podridão mole e inicial nas raízes, confirmando a vulnerabilidade da cultura em solos sujeitos a má drenagem. Já na área denominada Cajaraná, a ocorrência de cercosporiose foi acompanhada de sintomas de murcha foliar, reforçando a complexidade do patossistema da mandioca. Em Capoeiras, os registros confirmaram manchas foliares compatíveis com descrições da literatura, evidenciando a disseminação da doença em diferentes estágios da lavoura. Em apenas uma das áreas (primeira visita), foi diagnosticada fusariose associada à antracnose, confirmada em laboratório, demonstrando que agentes múltiplos podem atuar simultaneamente, agravando os danos à cultura.

A metodologia de diagnose combinou diferentes estratégias: comparação com descrições da literatura especializada, uso de aplicativos de diagnose de doenças de plantas e apoio técnico do laboratório da UFERSA. Em algumas situações, foi necessária a coleta de amostras para isolamento e identificação morfológica dos patógenos, com resultados ainda em andamento. Essa abordagem integrada permitiu maior confiabilidade nos diagnósticos, embora tenha enfrentado dificuldades práticas que impactaram o cronograma do projeto. Entre os principais desafios, destacam-se a logística de transporte para acessar áreas rurais de difícil mobilidade e a limitação de infraestrutura laboratorial, que ocasionaram atrasos na confirmação dos agentes causais. Esses fatores explicam a redução do número de visitas inicialmente planejadas, mas não comprometeram a qualidade dos dados obtidos.

A análise dos resultados evidencia que a cercosporiose é a doença mais disseminada nos mandiocais avaliados, seguida por casos pontuais de fusariose e antracnose. Os sintomas observados — manchas foliares, podridões radiculares e murcha — estão diretamente relacionados às condições edafoclimáticas locais, como solos de baixa fertilidade e períodos chuvosos intensos, que favorecem o progresso das doenças. A ausência de práticas preventivas, como rotação de culturas e uso de manivas sadias, contribui para a reincidência dos problemas, reforçando a necessidade de ações de manejo integrado.

Do ponto de vista da discussão, os resultados confirmam a importância da pesquisa para os agricultores familiares da região. A falta de diagnósticos sistematizados e de informações técnicas sobre as doenças da mandioca limita a tomada de decisão dos produtores, que muitas vezes recorrem a práticas empíricas sem eficácia comprovada. O projeto, ao fornecer dados concretos sobre a ocorrência e distribuição das doenças, representa um avanço significativo para a cadeia produtiva local, oferecendo subsídios

para programas de melhoramento genético, extensão rural e políticas públicas voltadas ao fortalecimento da cultura.

Apesar das dificuldades enfrentadas, o projeto caminha para sua conclusão com a elaboração de fichas técnicas de manejo, que sintetizarão as recomendações práticas para o controle das principais doenças identificadas. Essas fichas incluirão orientações sobre rotação de culturas, uso de variedades tolerantes, espaçamento adequado, controle sanitário de manivas e, quando necessário, indicação de fungicidas ou bactericidas. Além disso, serão produzidos mapas de incidência que permitirão visualizar a distribuição espacial dos patógenos, facilitando o planejamento de ações preventivas e corretivas.

Conclusão

Em síntese, os resultados obtidos demonstram que a cultura da mandioca em Macaíba/RN enfrenta sérios desafios fitossanitários, especialmente relacionados à cercosporiose e às podridões radiculares. A pesquisa, mesmo com atrasos decorrentes de dificuldades logísticas e laboratoriais, cumpriu seu papel de gerar conhecimento técnico e aplicado, essencial para a sustentabilidade da cultura. Ao final, o projeto deixará como legado um conjunto de ferramentas práticas — fichas técnicas, mapas de incidência e recomendações de manejo — que fortalecerão a autonomia dos agricultores familiares, apoiaram a atuação de órgãos de assistência técnica e contribuirão para a segurança alimentar e o desenvolvimento agrícola da região.

Referências

ALFENAS, A. C.; MÁFIA, R. G. Métodos em fitopatologia. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 382 p.

EMPARN – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE. Boletim pluviométrico mensal. Natal: EMPARN, 2024. Disponível em: https://www.emparn.rn.gov.br/. Acesso em: 5 jun. 2025.

EMATER-RN – EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO RIO GRANDE DO NORTE. Diagnóstico da mandiocultura nos municípios do Agreste Potiguar. Natal, 2019. Relatório técnico.

EMBRAPA. Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Save and Grow: Cassava. Rome: FAO, 2013. Disponível em: https://www.fao.org/3/i3278e/i3278e.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

FUKUDA, W. M. G. et al. Atualização sobre as principais doenças da mandioca e estratégias de controle. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2002. (Circular Técnica, 19).

FUKUDA, W. M. G. et al. Sistema de produção de manivas-semente de mandioca: o caso do Reniva. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 36 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal: mandioca – dados de 2019 a 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/. Acesso em: 5 jun. 2025.

LARANJEIRA, F. F. et al. Pragas quarentenárias ausentes no Brasil: desafios e estratégias de exclusão. Brasília: Embrapa, 2017. 154 p.

LORENZI, J. O. Mandioca. 2. ed. Campinas: CATI, 2003. (Boletim Técnico, 245).

LOZANO, J. C. Outbreaks of cassava diseases and losses induced. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 14, n. 1, p. 7–14, 1989.

MASSOLA JÚNIOR, N.; BEDENDO, I. P. Doenças das plantas cultivadas. In: KIMATI, H. et al. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 501–510.

MATTOS, P. L. P.; GOMES, D. C. O cultivo da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 122 p.

SANTOS, J. C. dos et al. Avaliação econômica de sistemas de produção de farinha de mandioca na região do Vale do Juruá, Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. 44 p. (Embrapa Acre. Documentos, 80).

SANTOS, R. P. et al. Avaliação de cultivares de mandioca, para consumo in natura, quanto à resistência à mancha parda da folha. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 2, p. 232–237, abr./jun. 2004.

SILVA, M. F. et al. Influência de fatores climáticos e idade da planta na ocorrência de cercosporiose em mandioca. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 13, n. 1, p. 51–53, 1988.

TAKATSU, A.; FUKUDA, C. Current status of cassava diseases in Brazil. Ibadan, Nigéria: International Institute of Tropical Agriculture, 1990. p. 127–134.

CÓDIGO: SB1729

AUTOR: MARIA CLARA SOUSA SILVA

ORIENTADOR: RODRIGO ANTONIO PONCE DE LEON FERREIRA DE CARVALHO

TÍTULO: ALTERAÇÕES NUTRICIONAIS DO CAMARÃO MARINHO Penaeus vannamei RESFRIADO EM GELO AO LONGO DE 15 DIAS

Resumo

RESUMO
As alterações no valor nutricional decorrentes da deterioração do frescor do camarão em condições práticas são pouco conhecidas. Este estudo avaliou o efeito do frescor nas concentrações de proteína bruta (PB), umidade, lipídios e matéria mineral do músculo do camarão cinza Penaeus vannamei resfriado. Os camarões foram armazenados em gelo por 15 dias, em seis caixas térmicas com 20 kg cada, sendo coletadas amostras nos dias 1, 4, 7, 10, 13 e 15. A PB foi quantificada pelo método de Kjeldahl, com fator de conversão 5,72; as cinzas, por incineração em mufla a 550°C; e os lipídios, pelo método Soxhlet, utilizando éter de petróleo. Os carboidratos foram determinados por diferença. Ao longo do período, os valores variaram de 77,7% (dia 1) a 82,1% (dia 15) para PB; de 81,2% a 85,7% para umidade; de 0,41% (dia 13) a 0,89% (dia 1) para lipídios; e de 0,38% (dia 15) a 0,74% (dia 2) para cinzas. A análise de variância, seguida do teste de Tukey ($p<0,05$), indicou diferenças significativas entre os tratamentos. Destacaram-se o armazenamento por 15 dias para PB e umidade, os dias 1 e 7 para lipídios e os dias 1 e 4 para cinzas, com valores superiores aos demais períodos. Discutem-se as relações entre qualidade sensorial e valor nutricional dos camarões armazenados em gelo.

Palavras-chave: PALAVRA-CHAVE:Penaeus vannamei. vida útil. valor nutricional, proteína

TITLE: NUTRITIONAL CHANGES IN MARINE SHRIMP penaeus vannamei PRESERVED ON ICE FOR 15 DAYS

Abstract

ABSTRACT
Changes in nutritional value resulting from the deterioration of shrimp freshness under practical conditions are poorly understood. This study evaluated the effect of freshness on the concentrations of crude protein (CP), moisture, lipids, and mineral matter in the muscle of chilled white shrimp Penaeus vannamei. The shrimp were stored on ice for 15 days in six insulated boxes containing 20 kg each, and samples were collected on days 1, 4, 7, 10, 13, and 15. CP was quantified by the Kjeldahl method, using a conversion factor of 5.72; ash was determined by incineration in a muffle furnace at 550°C; and lipids were extracted using the Soxhlet method with petroleum ether. Carbohydrates were determined by difference. Throughout the storage period, values ranged from 77.7% (day 1) to 82.1% (day 15) for CP; from 81.2% to 85.7% for moisture; from 0.41% (day 13) to 0.89% (day 1) for lipids; and from 0.38% (day 15) to 0.74% (day 2) for ash. Analysis of variance followed by Tukey's test ($p<0.05$) indicated significant differences among treatments. Storage for 15 days stood out for CP and moisture, days 1 and 7 for lipids, and days 1 and 4 for ash, with higher values than those observed in the other storage periods. The relationships between sensory quality and nutritional value of shrimp stored on ice are discussed.

Keywords: KEYWORDS: Penaeus vannamei. shelf life. nutritional value, protein.

Introdução

A garantia do suprimento proteico global configura-se como um dos maiores desafios para a segurança alimentar nas próximas décadas. Estima-se que até 2050 a população mundial ultrapasse 9 bilhões de habitantes, com cerca de 30% classificados como idosos, o que elevará a demanda global por proteína em aproximadamente 20%. Esse cenário é ainda mais crítico quando evidências demonstram que a recomendação atual para adultos de 0,75 g/kg/dia é insuficiente para a manutenção do balanço nitrogenado em idosos, sendo recomendada a ingestão entre 1,2 e 1,7 g/kg/dia para prevenção da perda progressiva de massa muscular, sarcopenia e declínio funcional associado ao envelhecimento (SMITH et al., 2024).

Diante desse contexto demográfico, recai sobre os sistemas de produção de alimentos a responsabilidade de ofertar proteína de forma sustentável, equilibrada e com alta qualidade nutricional. Os padrões alimentares atuais são a maior causa de transformação ambiental, uma vez que a agricultura ocupa cerca de 50% das terras globais e a produção de alimentos é responsável por aproximadamente 30% das emissões de gases de efeito estufa e 70% do uso de água doce. Produtos de origem animal, embora forneçam apenas 37% da proteína global, utilizam 83% das terras agrícolas. Assim, torna-se imperativo repensar as fontes proteicas, valorizando fontes com alto escore de digestibilidade (DIAAS), como as provenientes da aquicultura e da pesca, e investindo em fontes alternativas e circulares, como insetos criados em resíduos orgânicos, capazes de conciliar saúde humana, segurança nutricional e a manutenção dos limites planetários (SMITH et al., 2024).

O pescado é um alimento reconhecido por seu elevado valor nutricional, sobressaindo-se pelo elevado valor biológico de suas proteínas, além da presença de vitaminas, minerais e ácidos graxos da família ômega-3, como o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosaexaenoico (DHA), essenciais para a saúde humana (SARTORI; AMANCIO, 2012).

Dentre os diferentes tipos de pescado consumidos, o camarão marinho destaca-se por sua elevada importância nutricional que atende todos os requisitos citados como essenciais para a saúde humana (DAYAL et al., 2013). Nas últimas décadas, o aumento da produção de camarões marinhos em fazendas tornou esta proteína mais acessível para a população mundial e, de acordo com as estatísticas mais recentes, 2 quilos de cada 3 quilos de camarão consumido no mundo é proveniente de fazendas (FAO, 2016). O Brasil é o 7° maior produtor mundial de camarões cultivados e o estado do Rio Grande do Norte se destaca como o segundo maior produtor do país, contudo, muito embora a produção tenha alcançado um patamar tão elevado, cerca de 1/3 dos produtos derivados de camarão comercializados no país, especialmente o camarão sem casca. não possui conservação e condições sanitárias adequadas, o que pode reduzir os benefícios desta proteína, que embora seja mais disponível para a população, ainda possui um custo unitário considerável.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi conhecer e quantificar as alterações nutricionais associadas ao frescor do camarão sem casca ao longo da sua armazenagem resfriada em gelo por 15 dias.

Metodologia

Os camarões da espécie Penaeus vannamei foram fornecidos pela Samaria Unidade de Beneficiamento S.A., Pendências, RN, Brasil. A despesca foi conduzida conforme o protocolo operacional da empresa, utilizando uma máquina de despesca automatizada. Os camarões foram transportados por meio de uma rosca transportadora diretamente da comporta do viveiro para uma caixa térmica (bin) com capacidade de 520 kg, contendo 200 kg de gelo produzido com água potável hiperclorada (0,2–2,0 ppm), 50 L de água potável hiperclorada e 2 kg de metabissulfito de sódio. O volume restante foi preenchido com os camarões, garantindo uma temperatura interna inferior a 4 °C, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2019).

Os camarões acondicionados foram transportados à unidade de beneficiamento, onde foi coletada uma amostra contendo cerca de 60 camarões de bins localizados no fundo, meio e frente do camarão, dos quais foi produzida uma amostra de 60 gramas de camarão sem casca para determinação do teor residual de SO_2 segundo o método Monier-Williams (AOAC 990.28). O resultado obtido foi igual a 16,6 mg kg^{-1}, conforme com as recomendações do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Camarão Fresco e Congelado, RTIQ (BRASIL, 2026). Os camarões foram submetidos à biometria e classificados na categoria 80/100 (80 a 100 unidades por

quilograma), com massa média estimada em 11,11 g por unidade. A pesagem individual posterior confirmou a massa média de 10,93±1,59 g.

Na unidade de beneficiamento, os camarões foram acondicionados em seis caixas de poliestireno expandido, cada uma contendo 30 kg de camarões e 30 kg de gelo em escamas, produzido com água potável hiperclorada (0,2 a 2,0 ppm). Durante o armazenamento, a temperatura foi monitorada por termômetros digitais inseridos entre o segundo e o terceiro segmento de cinco camarões por caixa. A drenagem da água do degelo foi realizada duas vezes ao dia, com reposição de gelo para manter a temperatura abaixo de 4°C. As análises dos camarões foram realizadas nos dias 1 (dia da despesca), 4, 7, 10, 13 e 15 de armazenamento (Figura 1). Para isto, os camarões inteiros foram descabeçados, descascados e colocados em sacos plásticos para congelamento no túnel a -30 °C e armazenados em câmara na temperatura de -20 °C até a realização das análises.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: i) análises sensoriais; e ii) análises físico-químicas. A avaliação sensorial seguiu o Método do Índice de Qualidade e um esquema para o camarão sem casca foi desenvolvido pela equipe para atender aos padrões de qualidade exigidos pelas indústrias de processamento de camarão voltadas para exportação na região Nordeste do Brasil. As análises sensoriais em cada dia de amostragem foram realizadas em quatro amostras contendo 25 camarões.

As análises centesimais foram realizadas em duplicata no Laboratório de Nutrição Animal da Escola Agrícola de Jundiaí da UFRN. O teor de nitrogênio foi quantificado pelo método de Kjeldahl e multiplicado pelo fator de conversão de 5,72 (Mariotti et al., 2008) para a estimativa do percentual de proteína bruta. A extração de lipídeos foi realizada pelo método Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente (IAL, 2008). Os carboidratos foram determinados por diferença, subtraindo-se a soma das porcentagens de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas do total da amostra.

Os resultados das análises foram submetidos a uma análise de variância unidirecional (ANOVA one-way) seguida pelo teste de Tukey. A Análise de Correlação de Pearson foi empregada para avaliar correlações entre os parâmetros analisados. O nível de significância foi $p < 0,05$. As análises foram realizadas utilizando o software Statistica version 13.4 (TIBCO Software Inc. Palo Alto, CA, USA).

Resultados e Discussões

Ao longo dos 15 dias de armazenagem em gelo, observou-se uma evolução crescente nas alterações sensoriais dos camarões sem casca. De um total de 6 pontos máximos na escala do Índice de Qualidade, o índice de qualidade após 15 dias no gelo atingiu 2,4 pontos, ou 40% da nota máxima (Figuras 2 e 3).

Muito embora não tenham sido encontrados estudos similares com camarão descascado armazenado em gelo, um estudo semelhante realizado com o camarão congelado em túnel de congelamento e armazenado a -18 °C por até 90 dias registrou um índice de qualidade correspondente a 51% do total ao final dos 90 dias. Considerando que o

índice de qualidade desta matéria-prima foi igual a 37% da nota total no início do estudo, a evolução do índice de qualidade no período foi pequena, apesar de que um período de 90 dias para o pescado congelado pode ser considerado curto. De forma geral, é possível afirmar que o camarão sem casca, possui uma velocidade de deterioração lenta. O mesmo não se pode afirmar em relação à perda de nutrientes.

Os resultados para proteína bruta (PB), umidade, lipídios e cinzas no período apontaram variações ao longo dos 15 dias armazenados em gelo (Figura) de: 77,7 (Dia 1) a 82,1 (Dia 15); Umidade de 81,2 (Dia 1) a 85,7 (Dia 15); Lipídios de 0,41 (Dia 13) a 0,89 (Dia 1); e Cinzas de 0,38 (Dia 15) a 0,74 (Dia 2). A análise de variância seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$) indicou diferenças significativas entre os tratamentos, com destaque para o camarão armazenado por 15 dias em gelo em relação à PB e à umidade, indicando possível perda por exudação combinada à degradação proteica associada ao tempo de estocagem. A análise estatística também indicou diferenças significativas entre os tratamentos referentes ao camarão armazenado por 1 e 7 dias em gelo para lipídios, e os tratamentos referentes a 1 e 4 dias em gelo para cinzas, que apresentaram valores superiores em relação aos camarões descascados nos demais dias de armazenagem em gelo.

A redução do valor percentual da proteína bruta, lipídios e material mineral ao longo da armazenagem em gelo, além de significativa do ponto de vista estatístico, é relevante nutricionalmente e do ponto de vista sensorial, uma vez que os aminoácidos que compõem a proteína, bem como os lipídios, contribuem para o sabor dos camarões (Tabela 1). Esses resultados evidenciam que o prolongamento da armazenagem em gelo promoveu aumento da umidade e redução dos principais constituintes sólidos, indicando perda gradual de frescor e modificações na composição química do produto.

Estudos sobre os efeitos da armazenagem em gelo na composição centesimal de camarões armazenados em gelo são escassos, o que dificulta a comparação entre os presentes dados e aqueles encontrados na literatura. Diante disto, serão comparados os valores nutricionais de camarões frescos, com um dia de armazenagem em gelo.

No presente estudo, os camarões frescos, após um dia de armazenagem em gelo, apresentaram teores médios de umidade, proteína bruta, lipídios e material mineral de 81,21%, 14,61%, 0,72% e 0,72%, respectivamente. Em comparação, outros autores reportaram valores de 75,54 a 76,5%, 17,44 a 21,17%, 0,71 a 1,89% e 1,52 a 2,74%,para umidade, proteína bruta, lipídios e material mineral, respectivamente (Hu et al., 2008; Rolim et al., 2018; Li et al., 2021), com diferenças variando entre 2,84 a 6,98% abaixo; 19,37 a 44,90% acima; 1,39 abaixo a 162,50% acima, e 111,11 a 280,56% acima dos valores obtidos neste estudo.

Em geral, os teores de umidade reportados nos outros estudos foram mais baixos do que aqueles encontrados neste estudo; contudo, dados não publicados de análises de umidade realizadas na mesma indústria revelaram resultados semelhantes, especialmente para a época do verão, quando o teor de umidade dos camarões em água com alta salinidade parace ser mais elevado.

Verificamos ainda uma correlação negativa e significativa ($p < 0,05$) para os valores de umidade e proteína bruta, indicando que quanto maior o teor de umidade, menor o teor

de proteína bruta, como pode ser comprovado através dos dados apresentados na Tabela 1.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, podemos afirmar que a armazenagem do camarão descascado em gelo ao longo de 15 dias resultou na diminuição do seu grau de frescor, de acordo com o indicador de qualidade, contudo a redução do frescor não parece ter comprometido a qualidade do produto tornan-o improprio para consumo, uma vez que a nota de qualidade alcançada é menos de 50% abaixo da nota máxima.

Em relação ao valor nutricional, os valores registrados apontam uma redução significativa da concentração de proteína bruta entre o primeiro e o décimo quinto dia de armazenagem em gelo, contudo, ao longo de todo o período, tanto a proteína, como os demais componentes registraram perdas relevantes em termos nutricionais e sensoriais, uma vez que os nutrientes também conferem sabor aos alimentos.

Desta forma, podemos concluir que a armazenagem dos camarões em gelo por períodos superiores a quatro dias prejudicam o seu valor nutricional e consequentemente as suas características sensoriais, atributos desejados pelos consumidores.

Referências

REFERÊNCIAS

BRASIL. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Camarão Congelado. RTIQ Camarão. IN 23 de 20/08/19. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/dipoa_baselegal/in_23-2019_rt_camar%C3%A3o.pdf Acessado em 30 de agosto de 2026.
FAO. 2026. The State of World Fisheries and Aquaculture 2026 – Blue Transformation: turning vision into impact. Rome.https://doi.org/10.4060/cd8357en
Li, X.; Wang, Y.; Li, H.; Xiaodong, J.; Lei, J.; Liu, T.; Sun1, Y.; Chemical and quality evaluation of Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei: Influence of strains on flesh nutrition.Food Sci Nutr. 2021;9:5352–5360.
ROLIM, N. P. F. A.; TOSCANO, I. A. S.; FURTADO, G. D.; PAULINO, F. O.; CRISPIM, M. C. B. Produção familiar do camarão Litopenaeus vannamei (Boone,

1931): viabilidade e qualidade, visando à sustentabilidade. Gaia Scientia, v. 12, n. 4, p. 33–42.
HU, Y.; TAN, B.; MAI, K.; AI, K.; AI, Q.; ZHENG, S.; CHENG, K,. Growth and body composition of juvenile white shrimp, Litopenaeus vannamei, fed different ratios of dietary protein to energy. Aquaculture Nutrition, v. 14, n. 6, p. 499-506.
QUEIROGA, I. M. B. N., SILVA, J. A. DA, CAVALHEIRO, J. M. O., QUEIROGA, R. DE C. R. E., BATISTA, A. S. M., & BARRETO, T. A. (2014). Sensory quality of frozen shrimp Litopenaeus vannamei. Semina: Ciências Agrárias, 35(4), 1801–1812. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n4p1801
SMITH, K.; WATSON, A.W.; LONNIE, M.; PEETERS, W.M.; OONINCX, D.; TSOUTSOURA, N.; SIMON-MIQUEL, G.; SZEPE, K.; COCHETEL, N.; PEARSON, A.G.; WITARD, O.C.; SALTER, A.M.; BENNETT, M.; CORFE, B.M. Meeting the global protein supply requirements of a growing and ageing population. European Journal of Nutrition. 2024;63:1425–1433.

Anexos



Figura 1 - Representação esquemática do armazenamento, processamento e análises realizados nas amostras do camarão Penaeus vannamei armazenado em gelo durante 15 dias.



Figura 2 - Evolução do Índice de Qualidade em amostras do camarão Penaeus vannamei sem casca ao longo de 15 dias armazenadas em gelo (média ± dp).



Figura 3 - Camarões sem casca obtidos a partir dos camarões inteiros, crus e frescos (ICF) armazenados em gelo ao longo de 15 dias.



Tabela 1 - Valores percentuais para umidade, proteína bruta, lipídios e material mineral do músculo do camarão P. vannamei armazenado em gelo (média ± dp). Valores com letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente.

CÓDIGO: SB1731

AUTOR: MARIA EDUARDA SOARES DE ANDRADE LIMA

ORIENTADOR: KARINA RIBEIRO

TÍTULO: Avaliação comportamental determinando o bem estar de camarões ornamentais Neocaridina davidi em diferentes ambientes de cultivo.

Resumo

A criação de camarões ornamentais exige conhecimento das respostas comportamentais dos animais às condições do ambiente. Este estudo avaliou o comportamento de *Neocaridina davidi* de coloração amarela (Orange) diante da presença e da cor do substrato. O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura (LAPEC), na EAJ/UFRN, em duas etapas. Na primeira fase, compararam-se um aquário com areia branca fina e outro sem substrato. Foram analisadas 72 janelas de observação, distribuídas entre os dois tratamentos, com registro binário da ocorrência de sete categorias comportamentais. O tratamento com substrato apresentou maior ocorrência de forrageio (38,9%) quando comparado ao tratamento sem substrato (13,9%), enquanto a agitação foi mais frequente no ambiente sem substrato (47,2%) do que no ambiente com substrato (27,8%). Na segunda etapa, três aquários continham simultaneamente substratos branco, preto e laranja, com posições alternadas. Em 72 observações, o preto apresentou 39 registros de utilização, seguido do branco (26) e do laranja (24). Os resultados indicam preferência relativa pelo substrato preto e sugerem que a presença de substrato pode favorecer comportamentos exploratórios e de busca alimentar. Entretanto, devido ao número reduzido de indivíduos e à repetição de observações dos mesmos animais, os resultados devem ser interpretados como exploratórios.

Palavras-chave: Camarão. Substrato. Comportamento. Bem-estar.Aquicultura.

TITLE: BEHAVIORAL ASSESSMENT TO DETERMINE THE WELFARE OF ORNAMENTAL SHRIMP NEOCARIDINA DAVIDI IN DIFFERENT CULTURE ENVIRONMENTS

Abstract

The culture of ornamental shrimp requires knowledge of the behavioral responses of animals to environmental conditions. This study evaluated the behavior of yellow Neocaridina davidi in relation to substrate presence and

color. The experiment was conducted at the Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura (LAPEC), Escola Agrícola de Jundiai, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (EAJ/UFRN), Brazil, in two stages. First, an aquarium containing fine white sand was compared with an aquarium without substrate. Seventy-two observation periods were analyzed using binary records of seven behavioral categories. Foraging occurred more frequently in the substrate treatment (38.9%) than in the treatment without substrate (13.9%), whereas agitation was more frequent without substrate (47.2%) than with substrate (27.8%). In the second stage, three aquaria simultaneously contained white, black, and orange substrates arranged in different positions. Among 72 observations, black substrate was used in 39 observations, followed by white (26) and orange (24). The results indicate a relative preference for black substrate and suggest that substrate presence may influence exploratory and food-searching behavior. Due to the small number of individuals and repeated observations of the same animals, the findings should be considered exploratory.

Keywords: Shrimp. Substrate. Behavior. Welfare. Aquaculture.

Introdução

A aquicultura ornamental compreende a manutenção e a produção de organismos aquáticos destinados principalmente à aquariofilia. Entre os invertebrados utilizados nesse segmento encontra-se *Neocaridina davidi* (Bouvier, 1904), camarão de água doce de pequeno porte que apresenta diferentes morfos de coloração e ampla utilização em aquários ornamentais. Embora a espécie seja difundida no aquarismo, aspectos relacionados ao manejo e às condições de cultivo ainda demandam investigação científica (PANTALEAO et al., 2017; VIAU et al., 2020). O ambiente de cultivo pode modificar a forma como os organismos utilizam o espaço e expressam seu repertório comportamental. Para camarões, estruturas presentes no fundo do aquário podem funcionar como superfícies de deslocamento, exploração e obtenção de alimento associado ao biofilme. Viau et al. (2020) observaram efeitos positivos de superfícies colonizadas por biofilme sobre sobrevivência e crescimento de juvenis de *Neocaridina davidi*, demonstrando a importância das características físicas e biológicas do ambiente de criação. A coloração do fundo também pode influenciar a interação do animal com o ambiente. Plichta et al. (2021), ao avaliarem diferentes morfos de *N. davidi*, verificaram maior utilização de fundos escuros e menor seleção de fundo branco. Além da preferência espacial, a cor do substrato pode interferir em características de interesse ornamental. Tomas, Sganga e López Greco (2020) observaram maior

conteúdo de astaxantina e maior área pigmentada da carapaça em fêmeas mantidas sobre fundo preto em comparação a fundos branco e vermelho. Esses resultados reforçam a necessidade de compreender como elementos do ambiente afetam a espécie. A observação comportamental é uma ferramenta útil para descrever a interação do animal com o sistema de cultivo. Registros de imobilidade, agitação, forrageio, permanência na bandeja de alimentação, uso da região de aeração e deslocamento permitem identificar padrões de utilização do espaço. Entretanto, nenhum comportamento isolado deve ser considerado indicador definitivo de bem-estar; sua interpretação depende do contexto experimental e da combinação de diferentes respostas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de camarões ornamentais *N. davidi* de coloração amarela em diferentes ambientes de cultivo. Inicialmente, comparou-se um ambiente com substrato de areia branca fina a um ambiente sem substrato. Em seguida, avaliou-se a utilização de substratos branco, preto e laranja, buscando identificar padrões de preferência e gerar informações que contribuam para o aprimoramento das condições de cultivo da espécie.

Metodologia

O estudo foi realizado no Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura (LAPEC), da Escola Agrícola de Jundiaí, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (EAJ/UFRN), utilizando camarões ornamentais *Neocaridina davidi* de coloração amarela. O trabalho foi dividido em duas etapas experimentais e os dados comportamentais foram registrados em planilhas por meio de codificação binária, na qual 1 indicou a ocorrência do comportamento durante a observação e 0 indicou sua ausência. Na primeira etapa, foram utilizados dois aquários, com um camarão em cada condição experimental. O tratamento 1 correspondeu ao ambiente contendo substrato de areia branca e granulometria fina, enquanto o tratamento 2 correspondeu ao ambiente sem substrato. A planilha foi estruturada em observações que avaliariam durante 3 min. o comportamento dos animais. Conforme os registros disponíveis na planilha, foram obtidas observações em nove dias. Em cada dia foram realizadas quatro repetições de observação para cada tratamento, totalizando 36 janelas por tratamento e 72 janelas analisadas. Cada janela teve duração de três minutos, com intervalo de aproximadamente 20 minutos entre as observações. Foram registradas as categorias: quieto, agitado, animal na bandeja, forrageio, animal na aeração, caminhada no substrato e caminhada nas "paredes". Como mais de um comportamento podia ocorrer na mesma janela, as categorias não foram tratadas como mutuamente exclusivas. A frequência de cada comportamento foi obtida pela soma dos registros de ocorrência e convertida em percentual em relação às 36 janelas de cada tratamento. Na segunda etapa, foram utilizados três aquários, cada um contendo simultaneamente áreas de substrato nas cores branca, preta e laranja. A ordem espacial das cores foi modificada entre os aquários para reduzir a influência da posição: no aquário 1, branco-preto-laranja; no aquário

2, branco-laranja-preto; e no aquário 3, laranja-branco-preto. Em cada ciclo foram realizadas três janelas de observação. Cada aquário foi observado durante um minuto, totalizando três minutos por janela, seguidos por intervalo de aproximadamente 15 minutos. A planilha apresenta oito conjuntos completos dessas três janelas, resultando em 24 observações por aquário e 72 observações de aquário no total. Para cada observação da segunda etapa, registrou-se de forma binária a utilização dos substratos branco, preto e laranja. Como o animal podia permanecer entre duas áreas durante a mesma observação, mais de uma cor podia receber valor 1; também ocorreram registros em que nenhuma cor foi marcada porque o animal permaneceu nadando. Assim, os resultados foram expressos como número de observações com utilização de cada cor e frequência relativa ao total de 72 observações. A análise foi descritiva, adequada ao caráter exploratório do estudo e ao número reduzido de indivíduos, evitando tratar observações repetidas do mesmo animal como réplicas biológicas independentes

Resultados e Discussões

Na primeira etapa, foram analisadas 72 janelas comportamentais, sendo 36 no tratamento com substrato e 36 no tratamento sem substrato. No tratamento com areia branca fina, o comportamento "quieto" ocorreu em 27 janelas (75,0%), seguido de permanência na bandeja em 16 (44,4%), forrageio em 14 (38,9%), caminhada no fundo do aquário em 12 (33,3%), agitação em 10 (27,8%), permanência na aeração em seis (16,7%) e caminhada nas paredes em quatro (11,1%). No tratamento sem substrato,"quieto" ocorreu em 22 janelas (61,1%), agitação em 17 (47,2%), permanência na bandeja em 16 (44,4%), caminhada no fundo do aquário em dez (27,8%), caminhada nas paredes em seis (16,7%), forrageio em cinco (13,9%) e permanência na aeração em três (8,3%). Como as categorias podiam ocorrer simultaneamente, os percentuais não totalizam 100%. A diferença mais evidente entre os tratamentos ocorreu no forrageio: a ocorrência foi 25 pontos percentuais maior no aquário com areia branca fina (38,9%) que no aquário sem substrato (13,9%). Em sentido oposto, a agitação foi 19,4 pontos percentuais maior no tratamento sem substrato (47,2%) que no tratamento com substrato (27,8%). Esses padrões sugerem que a presença do substrato esteve associada, nas condições avaliadas, a maior expressão de comportamento de busca alimentar e menor ocorrência de agitação. A interpretação é compatível com a importância de superfícies para camarões bentônicos, sobretudo por oferecerem área para exploração e para o desenvolvimento de biofilme. Viau et al. (2020) demonstraram que substratos com biofilme podem contribuir para o desempenho de N. davidi, embora o presente experimento não tenha quantificado biofilme nem crescimento e, portanto, não permita atribuir o maior forrageio diretamente a esse mecanismo. A permanência na bandeja apresentou a mesma frequência nos dois tratamentos (44,4%), indicando que esse comportamento, isoladamente, não diferenciou as condições. Também foi observada uma muda no tratamento 1, no segundo dia de observação,

conforme anotação da planilha. Esse registro demonstra a ocorrência do processo fisiológico durante o período experimental, mas um único evento não permite comparar taxa de muda entre tratamentos. Na segunda etapa, foram realizadas 72 observações de aquário, 24 em cada um dos três aquários. O substrato preto foi utilizado em 39 observações (54,2%), o branco em 26 (36,1%) e o laranja em 24 (33,3%). Considerando o total de 89 registros de utilização de cor — número superior a 72, porque em algumas observações o camarão permaneceu entre duas áreas — o preto correspondeu a 43,8% dos registros, o branco a 29,2% e o laranja a 27,0%. Houve ainda 16 anotações de permanência "entre eles" e cinco registros em que o animal permaneceu nadando, sem associação a uma das cores. A análise por aquário mostrou variação individual e espacial. No aquário 1, o laranja apresentou 15 ocorrências em 24 observações (62,5%), o branco 12 (50,0%) e o preto sete (29,2%). No aquário 2, o preto apresentou 14 ocorrências (58,3%), o branco nove (37,5%) e o laranja quatro (16,7%). No aquário 3, o preto foi registrado em 18 observações (75,0%), enquanto branco e laranja apresentaram cinco ocorrências cada (20,8%). Assim, embora o resultado agregado aponte maior utilização do preto, a resposta não foi uniforme entre os três aquários. O maior uso agregado do substrato preto concorda com Plichta et al. (2021), que encontraram preferência de *N. davidi* por fundos escuros em experimentos com diferentes morfos de coloração e observaram menor seleção de substrato branco. No presente estudo, entretanto, o branco apresentou frequência ligeiramente superior ao laranja, e o aquário 1 mostrou maior utilização do laranja. Isso indica que a cor pode ser um dos fatores envolvidos na escolha do microambiente, mas não explica sozinha todas as observações. A posição, diferenças individuais, atividade momentânea e outros estímulos do aquário podem ter contribuído para a variação. A relevância do fundo preto para a espécie também aparece em estudos com outros desfechos. Tomas, Sganga e López Greco (2020) verificaram maior pigmentação e conteúdo de astaxantina em fêmeas de *N. davidi* mantidas sobre fundo preto em comparação a fundos branco e vermelho. Embora pigmentação não tenha sido avaliada neste trabalho e os animais utilizados fossem do morfo amarelo, esse resultado reforça que a característica visual do ambiente pode produzir respostas biologicamente relevantes em *N. davidi*. Os resultados devem ser considerados exploratórios. Na primeira etapa, cada condição foi representada por apenas um indivíduo, de modo que efeito de tratamento e diferenças individuais não podem ser separados. Na segunda, as observações foram repetidas sobre os mesmos animais, não constituindo 72 réplicas biológicas independentes. Além disso,os registros binários representam ocorrência dentro da janela, e não duração do comportamento. Portanto, não é adequado concluir que o substrato preto ou a presença de substrato, isoladamente, comprovem maior bem-estar. Os dados sustentam a existência de padrões comportamentais associados às condições avaliadas e fornecem base para experimentos futuros com maior número de indivíduos, réplicas independentes, padronização das categorias e análise da duração dos comportamentos

Conclusão

Nas condições avaliadas, a presença e a cor do substrato estiveram associadas a diferenças no comportamento de *Neocaridina davidi.* Na primeira etapa, o ambiente com areia branca fina apresentou maior ocorrência de forrageio (38,9%) e menor ocorrência de agitação (27,8%) em comparação ao ambiente sem substrato, no qual foram registrados 13,9% de forrageio e 47,2% de agitação. Esses resultados sugerem que a presença de uma superfície de substrato pode modificar a exploração do ambiente e a expressão de comportamentos relacionados à busca alimentar. Na avaliação das cores, o substrato preto apresentou a maior utilização agregada, ocorrendo em 54,2% das 72 observações, seguido do branco (36,1%) e do laranja (33,3%). O padrão geral indica preferência relativa pelo preto, em concordância com estudos anteriores que descrevem maior seleção de fundos escuros por *N. davidi*. Entretanto, houve variação entre aquários, especialmente no aquário 1, em que o laranja foi mais utilizado. Assim, os dados não permitem afirmar de forma definitiva que uma condição produza maior bem-estar, mas indicam que características do substrato influenciam a utilização do ambiente e o repertório comportamental observado. Recomenda-se que estudos posteriores utilizem maior número de animais e aquários por tratamento, réplicas independentes, registro da duração dos comportamentos, maior controle de fatores posicionais e avaliação conjunta de indicadores como alimentação, crescimento, sobrevivência, reprodução e qualidade da água.

Referências

PANTALEÃO, J. A. F.; GREGATI, R. A.; DA COSTA, R. C.; LÓPEZ-GRECO, L. S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Post-hatching development of the ornamental ‘Red Cherry Shrimp’ Neocaridina davidi (Bouvier, 1904) (Crustacea, Caridea, Atyidae) under laboratorial conditions. Aquaculture Research, v. 48, n. 2, p. 553-569, 2017. DOI: 10.1111/are.12903.

PLICHTA, Z.; KOBAK, J.; MACIASZEK, R.; KAKAREKO, T. All Shades of Shrimp: Preferences of Colour Morphs of a Freshwater Shrimp Neocaridina davidi (Decapoda, Atyidae) for Substrata of Different Colouration. Animals, v. 11, n. 4, art. 1071, 2021. DOI: 10.3390/ani11041071.

TOMAS, A. L.; SGANGA, D. E.; LÓPEZ GRECO, L. S. Effect of background color and shelters on female pigmentation in the ornamental red cherry shrimp 51 Neocaridina davidi (Caridea, Atyidae). Journal of the World Aquaculture Society, v., n. 3, p. 775-787, 2020. DOI: 10.1111/jwas.12660.

VIAU, V.E.; PÉREZ, J.G.; TOMAS, A.L.; FRACAS, P.A.; VEIRA, F.B.; VATNICK, I.; LÓPEZ GRECO, L.S. Breeding and life cycle of the ornamental freshwater shrimp Neocaridina davidi in a biofilm-based culture system. Aquaculture Research, v. 51, n. 9, p. 3847-3864, 2020. DOI: 10.1111/are.14733.

Anexos



Fase 1 da análise - aquário com substrato



Fase 1 da análise - aquário sem substrato



Fase 2 da análise - aquários com 3 tipos de substrato



Camarão Neocaridina davidi.



Camarão Neocaridina davidi.