



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CONCURSO PÚBLICO DE PROVAS PARA PROVIMENTO DE CARGO DE PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR  
EDITAL Nº 013/2021-PROGESP

Disciplina/Área

MÉTODOS POTENCIAIS

Leia estas instruções:

1	Informe seu nome nos dois espaços indicados na parte inferior desta capa. Ao finalizar sua prova, as duas partes onde constam seu nome e o código numérico serão destacadas pelo fiscal. Uma parte será entregue a você e a outra será guardada em um envelope que será lacrado no fim da aplicação.
2	Em atendimento ao Art. 18 da Resolução nº 150/2019-CONSEPE, sua prova será identificada unicamente por esse código numérico, gerado por sorteio na ocasião da impressão da prova.
3	Quando o Fiscal autorizar, verifique se o Caderno está completo e sem imperfeições gráficas que impeçam a leitura. Detectado algum problema, comunique-o, imediatamente, ao Fiscal.
4	Este caderno contém <b>três</b> questões discursivas, cujas respostas serão avaliadas considerando-se apenas o que estiver escrito no espaço reservado para o texto definitivo, e <b>20 questões</b> de múltipla escolha. Para rascunho, utilize as folhas fornecidas pelo fiscal destinadas a esse fim.
5	Escreva de modo legível, pois dúvida gerada por grafia ou rasura implicará redução de pontos.
6	Cada questão de múltipla escolha apresenta quatro opções de resposta, das quais apenas uma é correta.
7	Interpretar as questões faz parte da avaliação, portanto não peça esclarecimentos aos fiscais.
8	Para responder às questões, recomenda-se o uso de caneta esferográfica de tinta preta, fabricada em material transparente.
9	Os rascunhos e as marcações que você fizer neste Caderno não serão considerados para efeito de avaliação.
10	Você dispõe de, no máximo, <b>quatro horas</b> para redigir as respostas das questões discursivas <b>no espaço definitivo</b> deste caderno, responder às questões de múltipla escolha e preencher a <b>Folha de Respostas</b> .
11	O preenchimento da Folha de Respostas é de sua inteira responsabilidade.
12	Antes de se retirar definitivamente da sala, <b>devolva</b> ao Fiscal <b>este Caderno</b> e a <b>Folha de Respostas</b> .



Corte aqui

VIA DO ENVELOPE DE SEGURANÇA

Informe seu nome completo: \_\_\_\_\_



Corte aqui

VIA DO CANDIDATO

Informe seu nome completo: \_\_\_\_\_

**COMPROVANTE DO TEMA SORTEADO PARA A PROVA DIDÁTICA**  
**Concurso Público para Professor Efetivo – Edital nº \_\_\_\_/\_\_\_\_-PROGESP**

ÁREA: \_\_\_\_\_  
NOME DO CANDIDATO: \_\_\_\_\_  
TEMA SORTEADO: \_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) - Preenchido pelo chefe de sala  
CHEFE DE SALA: \_\_\_\_\_  
FISCAL: \_\_\_\_\_

## QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

01. O método magnético é comumente utilizado em problemas de prospecção geofísica. Os dados observados necessitam de várias etapas de processamento para que possam ser utilizados para inversão e interpretação. A técnica de redução ao pólo é uma das etapas de processamento. Neste sentido, a técnica que pode substituir a redução ao pólo em baixas latitudes magnéticas é.

- A) Correção de latitude.
- B) Redução ao Equador.
- C) Redução a longitude.
- D) Continuação para cima.

02. A equação de flexura de uma placa elástica fina representando a litosfera em 2D, em equilíbrio sobre um substrato não viscoso é dada por:

$$D \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + (\rho_m - \rho_c) g u = \rho_c g h,$$

sendo  $D$  a rigidez flexural da litosfera,  $u(x)$  o deslocamento vertical da placa,  $\rho_m$  a densidade do manto,  $\rho_c$  a densidade da crosta,  $g$  a gravidade e  $h(x)$  a topografia. Assumindo que  $D$ ,  $\rho_m$ ,  $\rho_c$  e  $g$  sejam constantes, é correto afirmar que:

- A)  $u(x)$  depende apenas da rigidez flexural da litosfera e do contraste de densidade entre a crosta e o manto.
- B) Cargas topográficas de curto comprimento de onda deformam a litosfera e podem ser utilizadas para verificar a topografia da Moho.
- C) Anomalias de gravidade que são correlacionadas com a topografia podem ser utilizadas para estudar a flexura da litosfera.
- D) A litosfera funciona como um filtro passa-alta em relação ao comprimento de onda das anomalias de gravidade.

03. Em levantamentos utilizando métodos potenciais (no caso, gravimetria), são utilizadas medidas na superfície da Terra para que possamos inferir sobre a distribuição de massa no seu interior. Em relação às medidas utilizando-se um gravímetro na superfície da Terra, é correto afirmar que:

- A) Aceleração gravitacional e aceleração de gravidade são conceitos distintos. A aceleração gravitacional é relacionada às massas no interior da Terra (Lei de Newton), enquanto a aceleração da gravidade leva em conta o efeito combinado da aceleração gravitacional e da aceleração centrífuga, que é ocasionada pela rotação da Terra.
- B) Aceleração gravitacional e aceleração de gravidade são sinônimos e podem ser utilizadas de forma a descrever os efeitos de rotação da Terra e anomalias relacionadas às massas no interior da Terra.

- C)** Aceleração gravitacional e aceleração de gravidade são conceitos distintos. Aceleração gravitacional mede o efeito da gravidade devido às anomalias gravimétricas (por exemplo: "raízes crustais"), rotação e achatamento da Terra. A aceleração da gravidade mede o efeito combinado da gravidade com as marés lunares e solares.
- D)** Aceleração gravitacional e aceleração de gravidade são conceitos distintos. Aceleração gravitacional mede o efeito da gravidade levando-se em conta o efeito das cargas topográficas. A aceleração da gravidade mede o efeito da gravidade após a correção dos efeitos das cargas topográficas.

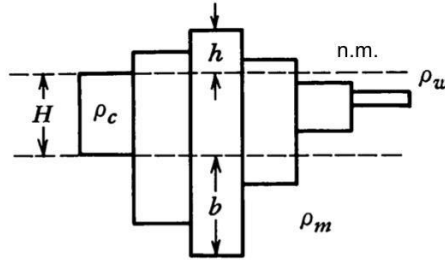
**04.** Magnetização é o campo vetorial que expressa a densidade de momentos dipolares magnéticos permanentes ou induzidos em um material magnético. Anomalias magnéticas são perturbações locais no campo geomagnético produzidas pela presença de minerais magnéticos nas rochas da Terra (quando as anomalias magnéticas são de origem crustal) ou por instabilidades no fluido do núcleo externo, sendo que esse fluido é o principal responsável pelo mecanismo de geração do campo magnético da Terra. Neste contexto, é correto afirmar que:

- A)** As rochas contêm uma variedade de minerais com propriedades magnéticas. Os minerais magnéticos resumem-se basicamente à classe de materiais ferromagnéticos.
- B)** A existência da magnetização remanescente facilita a interpretação geofísica porque a direção de magnetização do corpo pouco influencia a forma e amplitude da anomalia magnética.
- C)** A direção da magnetização remanescente geralmente coincide com o campo geomagnético local, assim como a direção da magnetização induzida.
- D)** A magnetização remanescente natural é a magnetização adquirida durante a formação da rocha.

**05.** Na Teoria de Problemas Geofísicos inversos, é importante observar se um problema pode ser classificado como mal-posto ou bem-posto. Neste sentido, é correto afirmar que:

- A)** Problemas inversos mal-postos surgem apenas em áreas da geofísica nas quais não há acesso direto ao interior da Terra (por exemplo: sismologia, métodos potenciais e métodos elétricos).
- B)** Problemas bem-postos possuem as propriedades de existência, unicidade e estabilidade.
- C)** É possível tornar um problema mal-posto num problema bem-posto reduzindo os erros nas medidas obtidas realizadas num experimento.
- D)** A modelagem direta sempre pode eliminar todas as dificuldades e limitações associadas ao problema geofísico inverso.

06. A figura abaixo ilustra o modelo de compensação de Airy, em que  $\rho_c$ ,  $\rho_m$  e  $\rho_w$  são respectivamente as densidades da crosta, manto e água. O nível do mar (n. m.) também é indicado na figura.  $H$  é a espessura da crosta continental com respeito ao nível do mar.  $h$  e  $b$  são a elevação e espessura da raiz crustal, respectivamente.



Tomando a crosta continental com elevação zero como referência, em relação à anomalia do geóide associada com a topografia positivamente compensada, é correto afirmar

- A) é função apenas de  $\rho_c, \rho_m$  e  $\rho_w$
- B) é função de  $\rho_w, \rho_m, h$  e  $H$ .
- C) é função de  $\rho_c, \rho_m, h$  e  $H$ .
- D) é função apenas de  $h$  e  $H$ .

07. A separação regional-residual é uma importante etapa de processamento de dados potenciais, pois permite separar assinaturas de fontes de diferentes comprimentos de onda presentes no dado observado. Em relação às metodologias aplicadas à essa separação, é correto afirmar que:

- A) A partir da solução da equação de Bessel, para o campo magnético total, por exemplo, escrita em termos dos coeficientes de Laplace, é possível calcular diretamente as transformações denominadas continuação para cima e para baixo.
- B) A continuação para cima é instável, ao contrário da continuação para baixo, que tende a amplificar as anomalias de curto comprimento de onda.
- C) A continuação para cima tende a atenuar as anomalias de curto comprimento de onda e manter aquelas de maiores comprimentos de onda, dependendo da altura de continuação.
- D) As operações de continuação para cima e para baixo podem ser realizadas em qualquer altitude e são sempre estáveis.

08. Leia o trecho extraído de uma reportagem sobre o campo geomagnético, produzido pelo site "Inovação Tecnológica", baseado em um artigo publicado na revista Nature Geoscience por Livermore et al. (2020).

### **Campo magnético da Terra está enfraquecendo - e não sabemos o que isso significa**

O campo magnético da Terra já diminuiu em quase 10% na média global, mas o fenômeno é particularmente forte em uma área que se estende da América do Sul à África. Conhecida como "Anomalia Magnética do Atlântico Sul", esta área já tem causado distúrbios técnicos nos satélites que orbitam a Terra e que passam acima dela. Ainda sem explicações para o fenômeno e, portanto, sem condições de prever seu comportamento futuro, geofísicos começaram a usar dados da constelação de observatórios Swarm, da Agência Espacial Europeia, para tentar lançar alguma luz sobre o estranho comportamento do magnetismo terrestre na região.

## **Inversão dos polos magnéticos da Terra**

Alguns cientistas têm levantado a hipótese de que o atual enfraquecimento do campo seria um sinal de que a Terra está caminhando para uma inversão dos polos, quando os polos magnéticos norte e sul trocam de lugar. Eventos assim ocorreram muitas vezes ao longo da história do planeta e, apesar de estarmos atrasados pela taxa média em que estas reversões ocorrem - aproximadamente a cada 250.000 anos -, a queda de intensidade no Atlântico Sul ainda está dentro do que é considerado um nível normal de flutuação.

(fonte: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=campo-magnetico-terra-esta-enfraquecendo&id=010125200527#.YO2V6OvQ88Z>)

O campo geomagnético tem um amplo espectro de variações, com constantes de tempo que vão desde frações de segundo até milhões de anos. De modo geral, pode-se dizer que as variações lentas são devidas ao campo interno, enquanto as variações rápidas estão associadas ao campo externo. As três variações associadas ao campo interno e ao campo externo são:

- A)** Reversão do campo geomagnético, Variação Secular e Variação Diurna.
- B)** Vento solar, Alto da Sibéria e Anomalia Magnética do Atlântico Sul.
- C)** Reversão do campo geomagnético, vento solar e anomalia magnética do Atlântico Sul.
- D)** Variação secular, variação diurna e Alto da Sibéria.

- 09.** Leia o trecho extraído de uma reportagem sobre o campo geomagnético produzido pelo site "Inovação Tecnológica" baseado em um artigo publicado na revista Nature Geoscience por Livermore et al. (2020).

## **Mapa do magnetismo terrestre**

O campo magnético da Terra é visualizado como um poderoso ímã dipolar no centro do planeta, inclinado em torno de  $11^\circ$  em relação ao eixo de rotação. No entanto, o crescimento da anomalia do Atlântico Sul indica que os processos envolvidos na produção do campo são muito mais complexos do que os cientistas têm imaginado – modelos dipolares comuns são incapazes de explicar o comportamento recente da Anomalia do Atlântico Sul, por exemplo.

A expectativa é que os dados da constelação de observatórios Swarm, que estão permitindo criar um mapa 3D do campo magnético da Terra, ajudem a entender melhor a anomalia.

"O novo mínimo oriental da Anomalia do Atlântico Sul apareceu na última década e, nos últimos anos, está se desenvolvendo vigorosamente. Temos muita sorte de ter os satélites Swarm em órbita para investigar o desenvolvimento da Anomalia do Atlântico Sul. O desafio agora é entender os processos no núcleo da Terra que impulsionam estas mudanças," disse Jürgen Matzka, do Centro Alemão de Pesquisa em Geociências.

(fonte: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=campo-magnetico-terra-esta-enfraquecendo&id=010125200527#.YO2V6OvQ88Z>)

O entendimento sobre as causas da Anomalia do Atlântico Sul passa pelo conhecimento sobre o processo de geração do campo magnético da Terra. Assim, sobre o campo geomagnético, é correto afirmar que:

- A)** Embora o campo magnético da Terra tenha origem tanto interna quanto externa, a origem externa é predominante sobre a origem interna e pode explicar todas as características do campo geomagnético, inclusive sua característica dipolar. O campo externo é gerado numa das regiões condutoras da Terra, a Ionosfera, em processo do tipo dínamo. As condições de geração e as variações temporais desse campo dependem de vários fatores, como a atmosfera neutra, a atividade solar e os movimentos da Terra.
- B)** Historicamente, as ideias sobre o campo geomagnético convergiram, já desde o século 17, para uma origem no interior da Terra. A análise do campo por harmônicos esféricos, igualmente, também indicou que a maior parte do campo tem origem interna. Apareceram muitas teorias sobre o processo de geração e a ideia predominante é que o campo é gerado por movimentos do fluido condutor do núcleo externo, em processo semelhante ao de um dínamo.
- C)** Estudos de pesquisas espaciais mostram que o campo geomagnético se estende indefinidamente pelo espaço, e não somente na região chamada de magnetosfera, onde o vento solar confina o campo geomagnético B.
- D)** O campo geomagnético e suas variações fornecem importantes informações sobre o interior da Terra, e a composição e propriedades físicas, especialmente do manto inferior, núcleo externo e núcleo interno, condicionam os possíveis processos de geração do campo. O núcleo é uma região de ligas de ferro que se inicia a aproximadamente 2891 km da superfície da Terra. É dividido em um núcleo interno líquido, com um raio de 1220 km, e um núcleo externo sólido. O movimento do núcleo externo sólido é impulsionado pelo fluxo de calor do núcleo interno líquido. O campo geomagnético é, portanto, gerado por fluidos condutores de eletricidade em rotação e convecção do núcleo interno.
- 10.** A aplicação mais relevante da equação diferencial parcial de Laplace é na Teoria do Potencial, na qual tem-se que campos de forças, ditos conservativos, admitem uma função escalar chamada Potencial, harmônica e com a propriedade de que o campo é igual ao gradiente do potencial. A equação de Laplace é dada pela seguinte expressão:

$$\Delta U = 0,$$

sendo  $U$  a função potencial e  $\Delta$  o operador Laplaciano.

Na Teoria do Potencial, é correto afirmar que:

- A)** A equação de Poisson é um caso particular da equação de Laplace.
- B)** A equação de Laplace é uma generalização da Equação de Helmholtz.
- C)** As funções analíticas sempre são soluções da equação de Laplace.
- D)** Em geral, a equação de Laplace descreve situações que não dependem explicitamente do tempo.

11. Seja  $U(x, y)$  uma função dada por:

$$U(x, y) = f(x)\cos(3y)$$

definida em  $0 \leq x < +\infty$  e em  $-\infty < y < +\infty$ . Sabendo que a equação de Laplace em coordenadas Cartesianas em duas dimensões é dada por

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0,$$

sendo  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$  e  $\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}$  as segundas derivadas parciais da função  $U(x, y)$  em relação às variáveis independentes  $x$  e  $y$ .

O valor que a função  $f(x)$  deve assumir para que a função  $U(x, y)$  seja uma solução da equação de Laplace em coordenadas Cartesianas, limitada na região de definição é

- A)  $f(x) = A\cos(x) + B\sin(x)$ , sendo  $A$  e  $B$  constantes arbitrárias.
- B)  $f(x) = Ae^{3x} + Be^{-3x}$ , sendo  $A$  e  $B$  constantes arbitrárias.
- C)  $f(x) = Be^{-3ix}$ , sendo  $B$  uma constante arbitrária.
- D)  $f(x) = Be^{-3x}$ , sendo  $B$  uma constante arbitrária.

12. A representação matemática do potencial em coordenadas esféricas de uma massa pontual deslocada da origem, dada por:

$$U(r, \theta, \phi) = \frac{1}{a} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{r}{a}\right)^n P_n(\mu), r \leq a$$

e

$$U(r, \theta, \phi) = \frac{1}{a} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{a}{r}\right)^{n+1} P_n(\mu), r \geq a,$$

em que  $\mu = \cos(\theta)$  e  $a$  é o raio médio da terra. O polinômio de Legendre de grau  $n$  é dado pela fórmula de Rodrigues:

$$P_n(\mu) = \frac{1}{n!2^n} \frac{d^n}{d\mu^n} (\mu^2 - 1)^n.$$

Sendo assim, os termos de monopolo e dipolo do potencial para uma distância  $r > a$  são dados, respectivamente, por:

- A)  $\frac{1}{r}$  e  $\frac{a}{r^2}\mu$
- B)  $\frac{r^2}{2a^3}(3\mu^2 - 1)$  e  $\frac{r^3}{2a^4}(5\mu^3 - 3\mu)$
- C)  $\frac{a^3}{2r^4}(5\mu^3 - 3\mu)$  e  $\frac{a^4}{8r^5}(35\mu^4 - 30\mu^2 + 3)$
- D)  $\frac{a}{r}\mu$  e  $\frac{a^2}{2r^3}(3\mu^2 - 1)$



13. Quando um levantamento gravimétrico superficial é realizado, uma série de correções são aplicadas a fim de obter a anomalia da gravidade no ponto de medida. Primeiro, o campo de gravidade de referência  $g_0$  é subtraído. Tal subtração já inclui uma correção de latitude para o ponto da estação. Em seguida, é aplicada uma correção relacionada a altitude, a qual é dada por:

$$\Delta g_h = \frac{2hg_0}{r_0}$$

sendo  $h$  a altitude ortométrica e  $r_0$  a posição radial do geóide de referência. Essa correção é necessária para corrigir as variações da gravidade com a altitude.

Considere que um levantamento gravimétrico foi realizado a uma altitude ortométrica de 1 km acima do geóide de referência ( $r_0 = 6378$  km). Com  $g_0 = 9,78$  m.s<sup>-2</sup>, a correção de altitude será:

- A) 3,07  $\mu\text{m/s}^2$
- B) 3,07  $\text{m/s}^2$
- C) 3,07  $\text{mm/s}^2$
- D) 3,07  $\text{km/s}^2$

14. As propriedades físicas das rochas devem ser levadas em conta na interpretação de dados potenciais magnéticos. Neste contexto, a razão de Königsberger é

- A) a razão entre a magnetização remanescente ( $J_r$ ) e a magnetização induzida ( $J_i$ ) que é produzida por um corpo magnético externo indutor. Essa razão é altamente variável entre os tipos de rocha: pode atingir o valor de 10 ou mais em rochas de granulação fina, como o basalto, que adquirem uma magnetização remanente intensa e estável, ao passo que raramente atinge valores de 1 em rochas plutônicas de granulação grossa.
- B) a razão entre a condutividade térmica ( $K$ ) e o produto da densidade de um material ( $\rho$ ) pela capacidade de calor específico ( $c$ ) a pressão constante. Com esta razão, podemos medir a taxa de transferência de calor entre materiais.
- C) a razão entre forças inerciais e forças viscosas. Também pode ser visto como uma razão de forças de cisalhamento turbulentas e forças de cisalhamento viscoso. Um valor “crítico” de Königsberger possibilita a distinção entre regimes de fluxo, como fluxo laminar ou turbulento em tubulações, na camada limite ou em torno de objetos imersos.
- D) a razão associada com os fluxos conduzidos por empuxo. Quando a razão de Königsberger é mais baixa que o valor crítico para aquele fluido, a transferência de calor é primariamente na forma de condução. Quando excede o valor crítico, a transferência de calor é primariamente na forma de convecção. Em geofísica, a razão de Königsberger é de fundamental importância: indica a presença de força de convecção em um fluido tal como o manto da Terra. O manto é um sólido que se comporta como um fluido em escala de tempo geológica.

15. Gravímetros são basicamente um sistema de molas com uma massa constante. Variações no peso da massa, que dependem da aceleração de gravidade local, produzem variações no comprimento da mola e estas podem ser convertidas em medida da variação no valor da aceleração de gravidade. A leitura que é feita no aparelho corresponde à força necessária para restituir a barra para a posição horizontal, alterando-se a localização vertical da conexão da mola através de um cursor micrométrico. Efeitos térmicos são removidos mantendo-se o equipamento termostaticamente controlado por meio de uma bateria. A gravidade pode ser medida em locais discretos no mar e lagos com lâmina de água pouco espessa, utilizando-se

gravímetros terrestres com leitura remota, instalados em recipientes à prova de água. Medidas com precisão comparáveis às efetuadas em áreas continentais podem ser obtidas, com a desvantagem de que o processo de colocação do equipamento no fundo do lago ou mar pode ser extremamente lento e custoso. Medidas de gravidade no mar são feitas em navios em movimento, utilizando-se gravímetros especialmente desenhados para esta finalidade. A precisão das medidas em navios é bem inferior às estáticas, devido às acelerações vertical e horizontal sobre o equipamento, às ondas e às variações na aceleração do navio. A eliminação do efeito da aceleração do navio ou de qualquer outro veículo terrestre em movimento é feita a partir da correção de Eötvös. Em relação à correção de Eötvös, é correto afirmar que:

- A) Com o advento do sistema de posicionamento global por satélite (GPS), e o aprimoramento dos receptores, na constelação de satélite e dos recursos de pós-processamento, verificou-se que se trata de uma correção desnecessária ao dado observado.
- B) É uma correção que depende apenas do conhecimento da densidade e da velocidade do veículo.
- C) É uma correção bastante complexa que exige que conheçamos a velocidade do veículo em movimento, a velocidade de rotação da Terra e a longitude no ponto de observação.
- D) É uma correção que depende do conhecimento da velocidade do veículo em movimento, do azimute e da latitude no ponto de observação.

16. Consideremos um campo eletromagnético. O potencial vetor  $\mathbf{A} = A(\mathbf{r}, t)$  e o potencial escalar  $\phi$  relacionam os campos elétrico  $\mathbf{E}$  e magnético  $\mathbf{B}$  através das equações:

$$\mathbf{B} = \text{rot}(\mathbf{A})$$

$$\mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \text{grad}(\phi)$$

Nessas condições, é correto afirmar:

- A) a existência de  $\mathbf{E}$  determina completamente  $\mathbf{A}$ .
- B) a existência de  $\mathbf{B}$  determina completamente  $\mathbf{A}$ .
- C) a existência da  $\mathbf{A}$  determina completamente a existência de  $\mathbf{E}$ .
- D) a existência da  $\mathbf{A}$  determina completamente a existência de  $\mathbf{B}$ .

17. Consideremos um espaço isotrópico e homogêneo. O teorema de Poynting nos diz que se  $R$  é uma região limitada por uma superfície  $S$ , então:

$$\frac{-\partial}{\partial t} \int_R W dV = \oint_S \mathbf{P} \cdot d\mathbf{S} + \int_R \frac{J^2}{\sigma} dV,$$

sendo  $W$  a energia do campo eletromagnético,  $\mathbf{P}$  o vetor de Poynting,  $J$  a densidade de corrente e  $\sigma$  a condutividade do meio.

Portanto, analisando os termos da expressão matemática do teorema de Poynting, é correto afirmar que:

- A) O lado direito da igualdade representa a densidade do fluxo de energia associada ao campo eletromagnético.
- B) O primeiro termo representa a taxa de decréscimo da energia em  $R$  devido a perdas ôhmicas representadas pelo terceiro termo.
- C) Esta equação mostra que o fluxo do campo eletromagnético através da superfície  $S$  seria nulo se não existisse efeito Joule.
- D) O vetor de Poynting, no lado direito da igualdade, representa a variação do fluxo da densidade de corrente através de  $S$ .

**18.** Chamamos de campos estáticos àqueles que não variam nem no espaço nem no tempo. Consideremos então o caso dos campos elétrico  $\mathbf{E}$  e magnético,  $\mathbf{B}$ . Para esses campos, nessas condições, é correto afirmar que, como previsto pelas equações de Maxwell, para o caso dos campos estáticos:

- A) os campos  $\mathbf{E}$  e  $\mathbf{B}$  são completamente independentes entre si.
- B) os campos  $\mathbf{E}$  e  $\mathbf{B}$  são completamente independentes espacialmente, mas temporalmente dependentes em si.
- C) os campos  $\mathbf{E}$  e  $\mathbf{B}$  são completamente dependentes entre si.
- D) os campos  $\mathbf{E}$  e  $\mathbf{B}$  são completamente independentes no tempo, mas dependentes espacialmente em si.

**19.** O método potencial magnético mede pequenas variações na intensidade do campo magnético terrestre. Dessa forma, pode-se inferir sobre as propriedades de rochas que possuem propriedade magnéticas distintas. Em relação a este método, é correto afirmar que:

- A) o campo magnético externo é normalmente corrigido através de modelagem matemática utilizando-se a equação de Laplace.
- B) o campo geomagnético pode ser utilizado para mapear estruturas crustais, muito embora seja associado a fontes mais profundas.
- C) o campo magnético anômalo possui caráter dipolar e sofre influência do campo magnético externo e do campo geomagnético.
- D) o campo geomagnético representa uma parcela importante no campo observado e, portanto, a sua correção é usualmente feita através de medidas de satélite.

**20.** Considere as duas notícias recentes sobre duas missões de satélites que medem campos gravimétrico e magnético da Terra, abaixo reproduzidas.

A Sonda espacial GOCE: A bela e inovadora sonda espacial GOCE (*Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer*) alcançou seu ambicioso objetivo de mapear a gravidade da Terra com uma precisão sem precedentes. Foi lançada em Março de 2009 e incluiu dois períodos de medição de seis meses. Em 2 de março, ela completou o seu 12º mês de mapeamento do campo gravitacional da Terra. "A GOCE é uma das missões mais inovadoras da ESA. O número de ineditismos que ela incorpora apresentou muitos desafios para os nossos cientistas, engenheiros e mais de 40 empresas envolvidas na construção do satélite," afirmou Volker Liebig, diretor do Programa de Observação da Terra, da Agência Espacial Europeia. Nas

próximas semanas, esses dados serão calibrados e processados para que os cientistas criem um modelo único do geóide.

Em junho de 2010, os cientistas lançaram uma versão preliminar do mapa gravitacional da Terra.

(fonte:<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=mapa-campo-gravitacional-terra&id=010130110309#.YPBrjW7Q88Y>)

Missão SWARM: satélites em formação vão estudar escudo magnético da Terra. Os três satélites da missão Swarm, da Agência Espacial Europeia (ESA) foram lançados com sucesso por um foguete russo Rockot, depois de um atraso de várias semanas por problemas técnicos. Durante quatro anos, os três satélites vão monitorar o campo magnético da Terra, das profundezas do núcleo do nosso planeta até a alta atmosfera. A expectativa é que a missão SWARM ofereça uma visão sem precedentes do funcionamento do escudo magnético que protege a nossa biosfera de partículas carregadas vindas do espaço e da radiação cósmica. Seus instrumentos farão medições precisas para avaliar oscilações no escudo magnético terrestre e detectar sua contribuição para as mudanças climáticas globais. Os três satélites vão voar em formação – *Swarm* significa enxame, ou cardume. Dois deles vão voar lado a lado, a cerca de 150 km um do outro, na altura do Equador, a uma altitude inicial de 460 km. O satélite superior completa o trio, a uma órbita de 530 km.

(fonte:<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=escudo-magnetico-terra&id=020175131125#.YPBsX27Q88Y>)

É sabido que tanto os modelos do campo gravitacional quanto do campo geomagnético podem ter sua representação em harmônicos esféricos.

Em relação à expansão dos modelos em harmônicos esféricos, podemos afirmar que:

- A)** Embora enriqueçam nosso conhecimento sobre os campos de gravidade e magnético da Terra, sua utilização não é recomendada, pois trata-se de uma aproximação bastante imprecisa.
- B)** Os termos de baixo grau e ordem da expansão em harmônicos esféricos representam estruturas de longo comprimento de onda no interior do planeta, enquanto os termos de alto grau e ordem representam estruturas de maior detalhe, ou seja, de menor comprimento de onda que contribuem para representação do campo gravitacional ou do campo geomagnético.
- C)** As missões de satélite avançaram a tal ponto que os modelos expandidos em harmônicos possuem resolução para serem usados em prospecção mineral, por exemplo, com alta precisão.
- D)** Não devem ser utilizados para interpretação de estruturas tectônicas em nível regional e global, pois os satélites não detectam com precisão o efeito de estruturas anômalas de comprimento de onda longo e intermediário no interior da Terra sobre o campo gravitacional e o campo geomagnético.



