

# APLICAÇÃO DAS WAVELETS DE MORLET E DE HAAR PARA O ESTUDO DA PERIODICIDADE DOS RAIOS CÓSMICOS E INFLUÊNCIA NO CLIMA

Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas –UFRN

Doutorandos:

FERNANDES, Ronabson Cardoso

LIMA, Patrícia Viana

PEDRA, George Ulguim

BARRETO, Naurinete J.C.

# Introdução

- Raios cósmicos;
- Interação nos processos geofísicos;
- Formação de núcleo condensação;
- Nebulosidade terrestre;
- Clima é complexo;

# Hipótese

- Existe relação entre os raios cósmicos e a precipitação pluvial.

# Objetivo

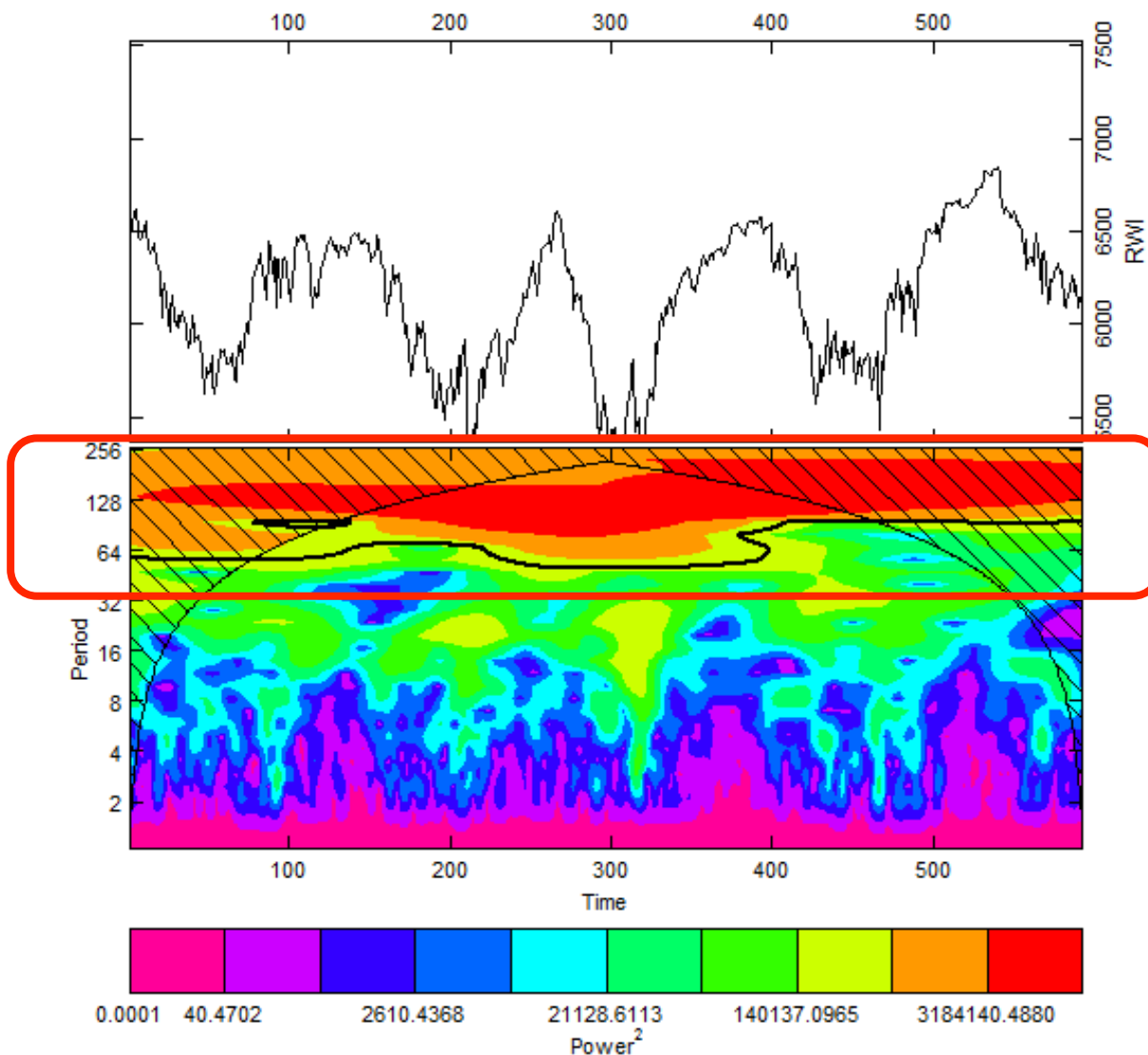
- ESTUDAR a periodicidade dos raios cósmicos e relacioná-los ao período de precipitação pluvial;

# Material e Métodos

- Dados de médias mensais dos raios cósmicos (nêutrons) obtidos no site <http://cosmicrays.oulu.fi/>
- Dados de precipitação pluvial acumulada mensal para Natal/RN (INMET)
- Janeiro de 1965 à dezembro de 2013;
- Wavelets de Morlet e de Haar;

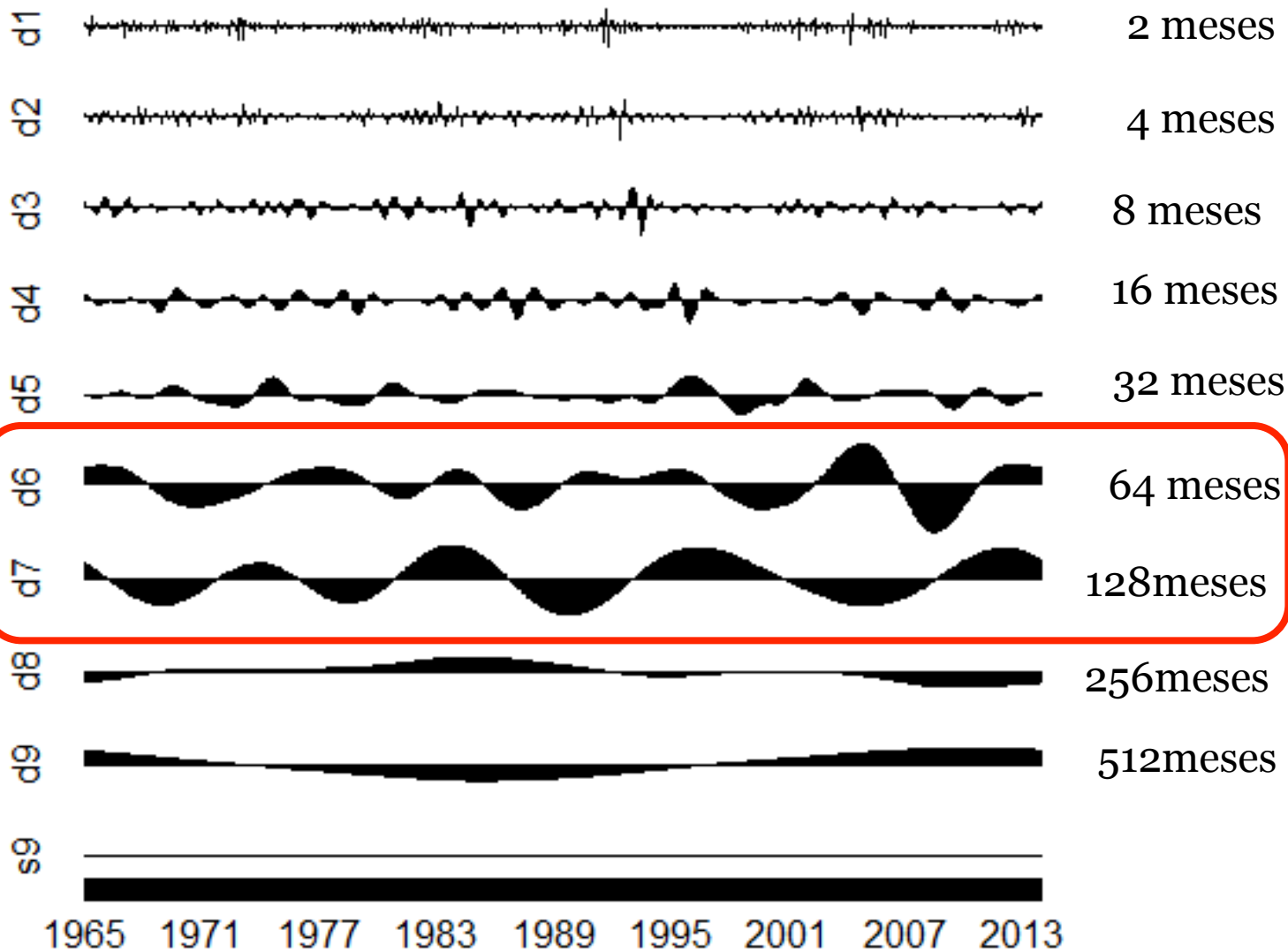
- Programa (R,2014);
- Pacotes:
  - Wmtsa (Constantine e Percival, 2013)
  - Wavelets (Aldrich,2013)
  - Waveslim (Whitcher, 2013)
  - Wavethresh(Nason, 2013)
  - Biwavelet (Gouhier, 2014)
  - dplR (Bunn et al., 2014)

# Resultados



64 meses e  
128 meses, ou  
seja, 5,3 anos e  
10,6 anos,  
respectivamente

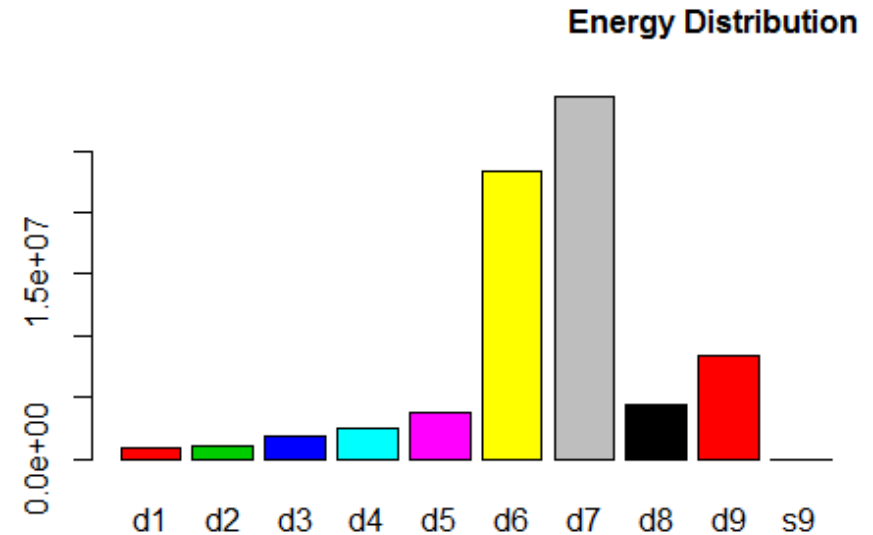
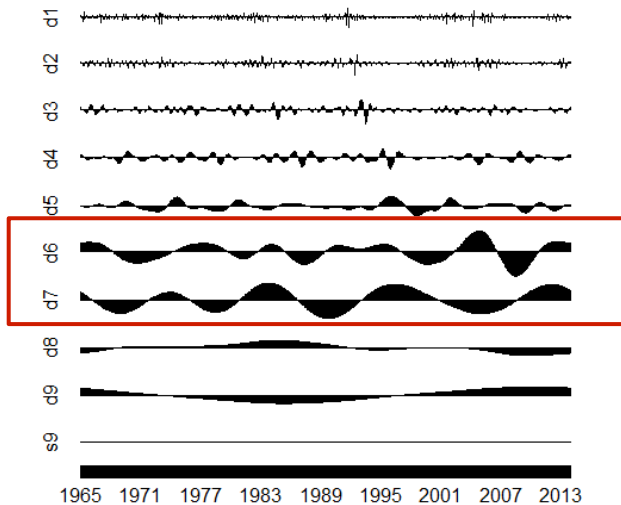
**Figura 1-** Wavelet de Morlet para a série temporal dos nêutrons de 1965 a 2013



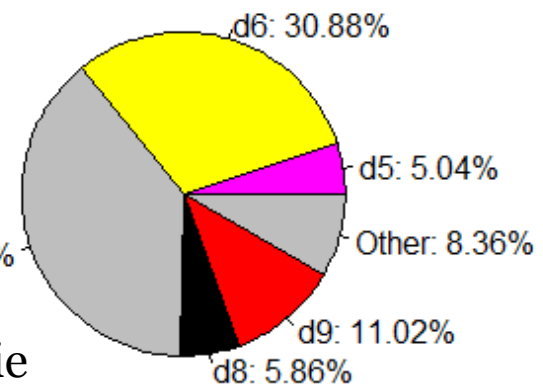
**Figura 2-** Wavelet de Haar, em porcentagem, por cristais , para a série temporal do fluxo de raios cósmicos



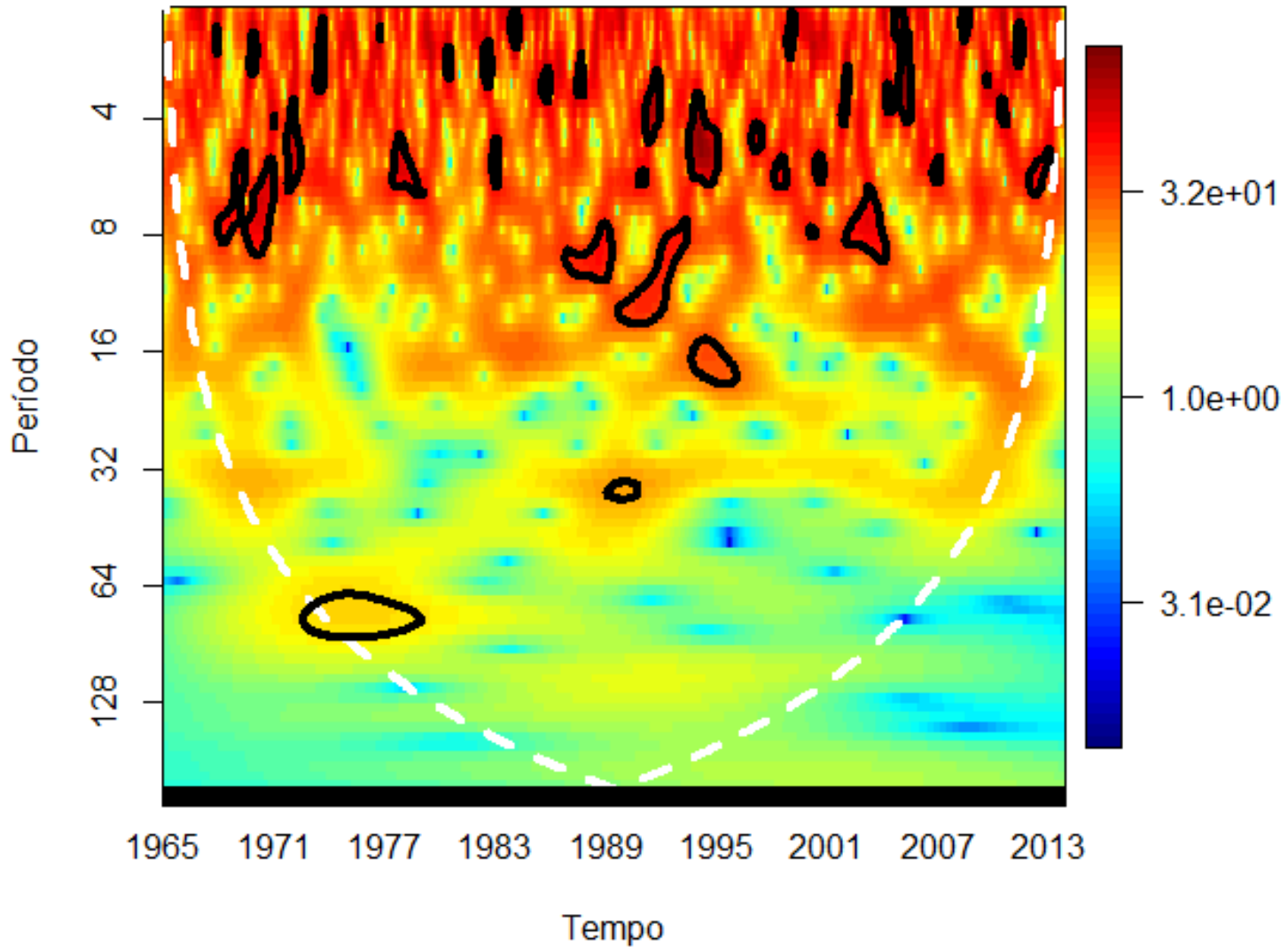
**Figura 3-** Distribuição de energia, por período, para a série temporal do fluxo raios cósmicos



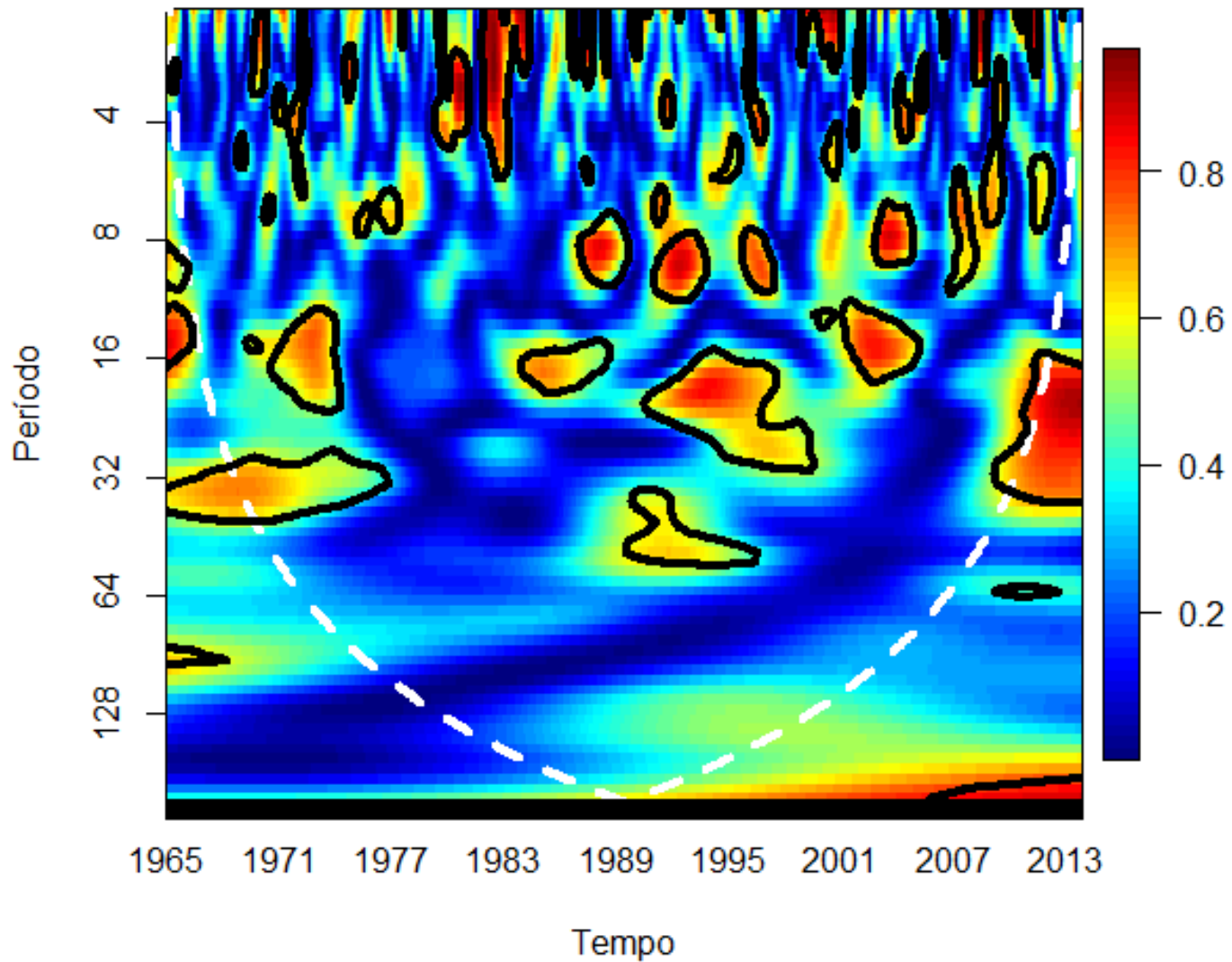
**Energy Distribution**



**Figura 4 -** Distribuição de energia, por período e porcentagem, para a série temporal do fluxo de raios cósmicos



**Figura 5-** Cross-wavelet entre raios cósmicos e precipitação pluvial em Natal/RN



**Figura 6-** Wavelet coherence entre raios cósmicos e precipitação pluvial em Natal/RN

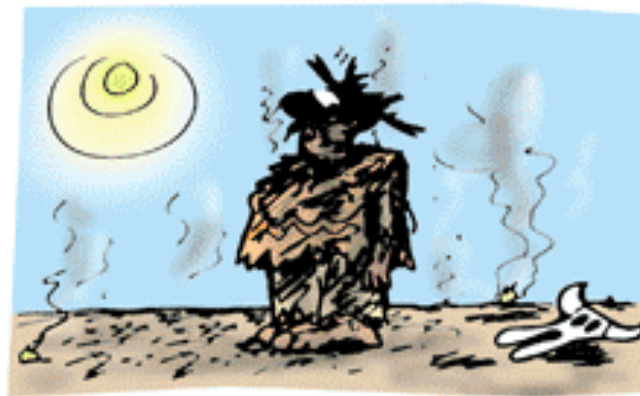
# Conclusão

- A periodicidade do fluxo de raios cósmicos estão em consonância com o ciclo solar;
- Cross-Wavelet mostrou fortes evidências entre a periodicidade do fluxo de raios cósmicos e da precipitação pluvial em Natal;
- Wavelet Coherence evidencia a alta correlação dos eventos entre o fluxo de raios cósmicos e a precipitação em Natal/RN

# THE LA NINA AND EL NINO WEATHER PATTERNS...



IN THE PAST



TODAY

INKCINCT

2009-080 © INKCINCT Cartoons www.inkcinct.com.au

Obrigado!

# Referências

- Aldrich, E. (2013). wavelets: A package of functions for wavelet filters, wavelet transforms and multiresolution analyses. R package version 0.3-0. <http://CRAN.R-project.org/package=wavelets>
- Bunn, A.; Korpela M.; Biondi, F.; Campelo F.; Merian P., Manfred Mudelsee, Fares Qeadan, Michael Schulz and Christian Zang (2014). dplR: Dendrochronology Program Library in R. R package version 1.6.0. <http://huxley.wvu.edu/trl/htrl-dplr>, <http://R-Forge.R-project.org/projects/dplr/>
- Constantine, W.; Percival D. (2013). wmtsa: Wavelet Methods for Time Series Analysis. R package version 2.0-0. <http://CRAN.R-project.org/package=wmtsa>
- Gouhier, T. (2014). biwavelet: Conduct univariate and bivariate wavelet analyses (Version 0.14). Available from <http://biwavelet.r-forge.r-project.org>
- Nason, G. (2013). wavethresh: Wavelets statistics and transforms.. R package version 4.6.6. <http://CRAN.R-project.org/package=wavethresh>
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Torrence, C. and Compo, G. P. (1998) A practical guide to wavelet analysis. Bulletin of the American Meteorological Society, 79(1):61–78
- Whitcher, B. (2013). waveslim: Basic wavelet routines for one-, two- and three-dimensional signal processing. R package version 1.7.3. <http://CRAN.R-project.org/package=waveslim>