

XVII

Congresso Brasileiro de Meteorologia

I Encontro de Meteorologia dos Países do MERCOSUL e Associados

IV Encontro Sul Americano de Aplicações do Sistema EUMETCast
para o Monitoramento Meteorológico e Ambiental

II Encontro de Meteorologia Operacional

CBMet

Incertezas e Desafios para a
Sustentabilidade Planetária:
O Papel da Ciência Meteorológica



23 a 28 de setembro de 2012

ExpoGramado
Gramado | RS

549NO 2336211

Calibração climática dos dados de $\delta^{18}\text{O}$ de estalagmites com os registros climáticos sobre o Brasil.

Thaize S. BARONI¹, Tércio AMBRIZZI¹, Francisco CRUZ², Gyrlene SILVA³, Valdir F. NOVELLO².

1 - Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo.

2 - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

3 - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte

RESUMO: A curta extensão dos registros climáticos instrumentais é uma das maiores dificuldades para a investigação do impacto das oscilações climáticas decenais a seculares nos continentes, como também para validação dos resultados de modelos climáticos. Para suprir essas dificuldades, reconstituições paleoclimáticas e paleoambientais vem sendo realizadas através de diversos registros ao redor do globo, tais como: sedimentos marinhos e lacustres, química de solos, anéis de crescimento de árvores e espeleotemas. O presente estudo visa a calibração dos valores de $\delta^{18}\text{O}$ em relação aos dados instrumentais de precipitação de espeleotemas precisamente datados pelo método U/Th.

ABSTRACT: The short length of instrumental climate records is one of the biggest difficulties to investigate the impact of climatic oscillations on the decennial to secular continents, but also for validation of climate model results. To overcome these difficulties, paleoclimatic and paleoenvironmental reconstructions have been conducted through several records around the globe, such as marine and lake sediments, soil chemistry, tree growth rings and speleothems. The present study aims to calibrate the values of $\delta^{18}\text{O}$ in relation to the instrumental data of precipitation of speleothems precisely dated by the method U / Th.

1-INTRODUÇÃO

A curta extensão dos registros climáticos instrumentais é uma das maiores dificuldades para a investigação do impacto das oscilações climáticas em escala decenal a secular no clima de regiões tropicais, como também para validação dos resultados de modelos climáticos. O presente trabalho de está inserido num projeto de reconstituição paleoclimática dos últimos 2 mil anos com base em registros isotópicos de espeleotemas precisamente datados e com alta resolução temporal. A reconstituição proposta inclui o estudo de variações isotópicas no ciclo hidrológico decorrentes das oscilações pluviométricas. Essa variação, é registrada durante a

Espeleotemas
Climatologia
Paleoclimatologia

precipitação de CaCO_3 em estalagmites proporcionando a expansão para o passado de registros de processos convectivos, como o Sistema de Monção Sul Americana (SMSA).

2 - METODOLOGIA

A preparação das amostras de espeleotemas e a procura por estações meteorológicas próximas as cavernas estudadas que apresentassem os melhores dados pluviométricos foi essencial.

A etapa inicial do trabalho esteve vinculada ao laboratório de Sistemas Cársticos do Instituto de Geociências da USP (IGc/USP), onde, a partir de espeleotemas coletados nas cavernas Cristais (CR-1, SP) e Jaraguá (JAR-4, MS) foram amostrados cerca de 0.2mg de CaCO_3 com resolução máxima de 0.4 mm entre um ponto e outro. Os sucessivos furos realizados durante as amostragens formam perfis segundo o eixo de crescimento dos espeleotemas, como observado ao centro na Figura 1.

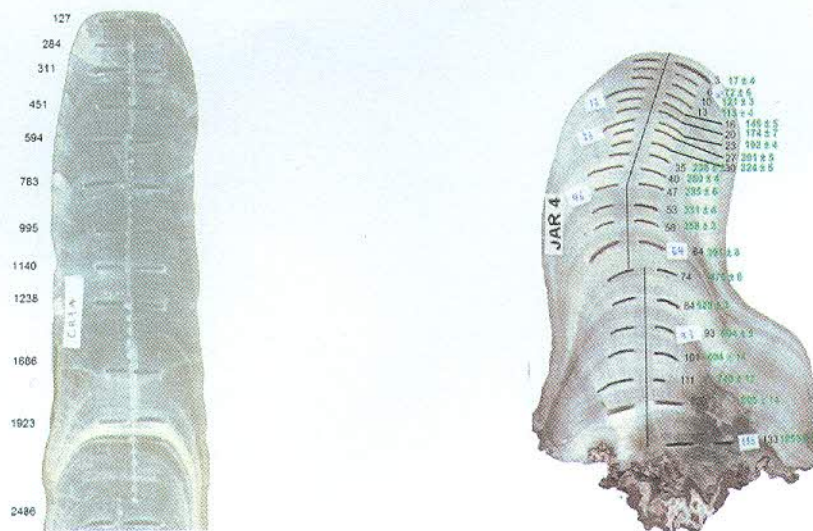


Figura 1: Imagem do perfil isotópico feito longitudinalmente nas estalagmites analisadas, segundo a direção principal de crescimento dessas formações. A esquerda, pode-se observar o espeleotema proveniente da caverna Cristais, Iporanga, São Paulo (CR-1), enquanto que a direita, o da caverna Jaraguá, Bonito, Mato Grosso do Sul (JAR-4).

As cavidades transversais nas estalagmites (Figura 1) correspondem ao local onde foram realizadas as datações pelo método U/Th (Shen et al., 2002), sendo o número ao lado dos cortes o valor das idades em anos antes do presente (A. P.). Nesse caso, considera-se presente o ano de 2007 quando as amostras foram datadas. As datações foram realizadas pelos membros do grupo de pesquisa nos laboratórios da Universidade de Minnessota (EUA).

As razões isotópicas do CaCO_3 amostrado nas estalagmites são analisadas através de um espectrômetro de massa de fonte gasosa modelo DeltaPlus Advantage (Thermo Finnigan) do Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências (LIE-CPGEO), e a partir das análises são calculados o valor do $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ do material.

Para a outra etapa do trabalho que envolve a análise dos dados das estações de monitoramento, foram obtidas médias mensais de precipitação de estações disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), bem como pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Com as imagens de satélite do Google Earth, foi possível determinar quais estações pluviométricas eram mais próximas das cavernas de onde foram obtidas as estalagmites utilizadas neste estudo. A área de estudo compreende a caverna Cristais, localizada próximo a cidade de Iporanga, sul do estado de São Paulo, e a caverna Jaraguá, localizada nas proximidades da cidade de Bonito, oeste do Mato Grosso do Sul. Nessas cavernas, foram obtidas estalagmites que propiciaram registros de paleoprecipitação de alta resolução para os últimos 2 mil anos.

O controle da qualidade dos dados das estações de monitoramento foi realizado seguindo a metodologia de Lau e Sheu (1988), assim, somente as estações com menos de 10% de dados incompletos foram utilizadas na análise. Esta condição assegura que as análises estatísticas futuras não serão influenciadas por falta de dados. Procurou-se também encontrar estações não muito distantes das cavernas, estipulando um limite máximo de 25 km. Entre as estações que estiveram com dados incompletos foi utilizada a técnica de interpolação linear simples.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estado de São Paulo, a estação que melhor obedeceu aos critérios descritos na metodologia está localizada no município de Iporanga. No Mato Grosso do Sul, a estação selecionada encontra-se no município de Bonito.

Houve certa dificuldade para selecionar as estações meteorológicas que pudessem obedecer à regra de menos de 10% de dados incompletos e distantes, no máximo, 25 km de cada caverna. Grande parte apresentava intervalos temporais vazios de até 5 anos, o que ocorreu principalmente nas estações de MS. Trabalhou-se somente, com intervalos temporais com ausência de dados inferior a dois anos, de forma tornar o registro mais contínuo. Com isto, foi possível aplicar a técnica de interpolação linear de maneira mais adequada. Quanto menos dados a interpolar, mais confiáveis serão os resultados da calibração com os registros paleoclimáticos.

Com o objetivo de testar se o $\delta^{18}\text{O}$ do espeleotema está principalmente relacionado com a composição isotópica da chuva, foram feitas comparações iniciais dos registros isotópicos em relação à média de dados pluviométricos das estações como pode ser observado nas Figuras a seguir:

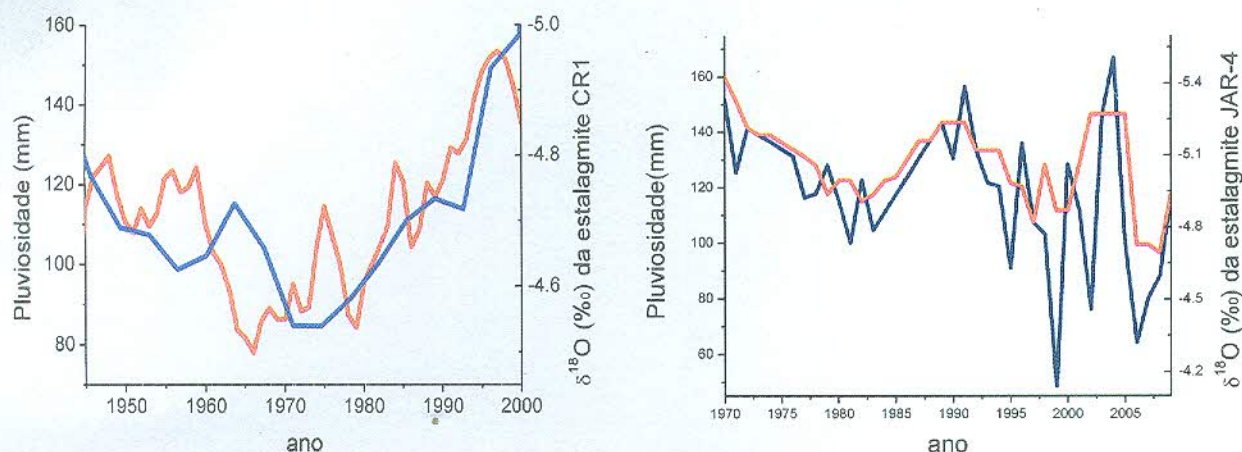


Figura 2: Comparação entre $\delta^{18}\text{O}$ e pluviosidade mensal média: À direita para cidade de Iporanga, e a esquerda para cidade de Bonito.

Para melhor comparação entre os dados pluviométricos e isotópicos, foi calculada uma média móvel de 5 pontos realizada nos dois conjuntos dados. Esse procedimento visa minimizar os efeitos decorrentes dos erros das datações da amostra (~7 anos) e variações decorrentes da interpolação linear entre as idades do registro isotópico.

4 – CONCLUSÕES

Como pode ser constatado na Figura 2, os dados de $\delta^{18}\text{O}$ refletem a variação da pluviosidade mensal média, de forma que os valores mais negativos das razões isotópicas refletem maior precipitação enquanto que valores isotópicos mais positivos relacionam-se a uma menor formação de chuvas.

5 – AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pelo fomento a pesquisa.

A FAPESP cuja ajuda foi essencial para a realização dos trabalhos de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Baker, A., Bradley, C. 2010. Modern stalagmite $\delta^{18}\text{O}$: Instrumental calibration and forward modelling. *Global and Planetary Change*, 71: 201-206.
- Dufek, A.S.; Ambrizzi T. 2007. Precipitation variability in São Paulo State, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*. DOI 10.1007/s00704-007-0348-7.
- Fairchild, I.J., Treble, P.C., 2009. Trace elements in speleothems as recorders of environmental change. *Quaternary Science Reviews*, doi:10.1016/j.quascirev.2008.11.007.

- Kayano, M.T., Andreoli, R.V., 2004. Decadal variability of northeast Brazil rainfall and its relation to tropical sea surface temperature and global sea level pressure anomalies. *Journal of Geophysical Research*, v. 109, n. C11011.
- Jex, C.N.; Baker, A; Fairchild, I.J.; Eastwood; WJ. 2010. Calibration of speleothem $\delta^{18}\text{O}$ with instrumental climate records from Turkey. *Global and Planetary Change* 71:207-217.
- Lau, K.H.; Sheu, P.J. 1988. Annual cycle, quase-biennial oscillation and Southern Oscillation in global precipitation. *J.Geophy.Res.*, 93: 10975-10988.
- Liu, D. 2008. A detailed comparison of Asian Monsoon intensity and Greenland temperature during the Allerod and Younger Dryas events. *Earth and Planetary Science Letters*, 272:691-697.
- Marengo, J. 2004. Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. *Theoretical and Applied Climatology*, 78:79-96.
- Mattey, D., Lowry, D., Duffet, J., Fisher, R., Hodge, E., Frisia, S., 2008. A 53 year seasonally resolved oxygen and carbon isotope record from a modern Gibraltar speleothem: reconstructed drip water and relationship to local precipitation. *Earth Planet. Sci. Lett.* 269, 80–95.
- Seager, R., N. Naik, W. Baethgen, A. Robertson, Y. Kushnir, J. Nakamura and S. Jurburg, 2010: Tropical oceanic causes of interannual to multidecadal precipitation variability across southeast South America over the past century. *Journal of Climate*, 23.
- Treble, P.; Shelley, J.M.G.; Chappell, J. 2003. High resolution subannual records of trace elements in a modern (1911–1992) speleothem from southwest Australia. *Earth and Planetary Science Letters*, 16: 141–153.
- Treble, P.C.; Chappell, J.; Gagan, M.K.; McKeegan K.D.; Harrison T.M. 2005. In situ measurement of seasonal $\delta^{18}\text{O}$ variations and analysis of isotopic trends in a modern speleothem from southwest Australia, *Earth and Planetary Science Letters* 233: 17–32.
- Cruz, F.W.; Vuille, M.; Burns, S.J.; Wang, X.; Cheng, H.; Werner, M.; Edwards, R.L.; Karmann, I.; Auler, A.S.; Nguyen, H. Orbitally driven east-west antiphasing of South American precipitation. *Nature geosciences*, v. 2, p. 1-5, 2009a.
- Shen, C-C., Edwards, R. L., Cheng, H., Dorale, J. A., Thomas, R. B., Moran, S. B., Weinstein, S. E., Edmonds H. N. (2002), Uranium and thorium isotopic and concentration measurements by magnetic sector inductively coupled plasma mass spectrometry, *Chemical Geology*, 185, 165-178, doi:10.1016/S0009-2541(01)00404-.