



O REGISTRO ISOTÓPICO DE DEUTERIUM E AS VARIAÇÕES PALEOAMBIENTAIS DOS ÚLTIMOS 2500 ANOS DO NORDESTE DO BRASIL

Giselle Utida¹, André Zular¹, André Sawakuchi¹, Luciana Prado², Francisco William da Cruz Junior¹,
Ioanna Bouloubassi³, Enno Schefuß⁴, Johan Etourneau⁵, Abdelfettah Sifeddine³

¹Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil. ²Departamento de Oceanografia Física, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. ³Sorbonne Universités (UPMC, Univ Paris 06)-CNRS-IRD-MNH, LOCEAN Laboratory, Paris, France. ⁴MARUM—Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen, Bremen, Germany. ⁵Université Bordeaux 1, UMR5805 EPOC, avenue des facultés, F-33405 Talence, France.

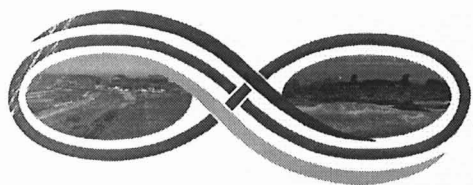
A Lagoa do Boqueirão (Touros, Rio Grande do Norte), no Nordeste do Brasil, foi formada pela drenagem fluvial barrada pelo avanço de dunas parabólicas. Seus sedimentos registraram variações paleoambientais e paleoclimáticas ocorridas nos últimos 2500 anos. Dados em alta resolução de isótopos de deuterium em moléculas de ácido graxo de 30 carbonos (FA-C30) sugerem variações paleohidrológicas relacionadas a migração meridional da ITCZ e a eventos vulcânicos. Essas interpretações são reforçadas por dados isotópicos de oxigênio em espeleotema da Caverna Trapiá, a cerca de 220 km de Touros. As moléculas de FA-C30 são componentes da cera protetora da superfície das folhas de vegetais superiores terrestres, sendo produzidas também por macrófitas emergentes, atuando como biomarcadores de vegetação terrestre e climáticos (Ficken *et al.*, 2000; Eglinton & Eglinton, 2008). Admite-se que esses vegetais utilizem a água do solo e/ou da Lagoa do Boqueirão, representando assim a média anual de precipitação. Portanto, as análises isotópicas de deuterium de FA-C30 refletem as variações isotópicas ocorridas na precipitação anual média. Entre 418 anos BC e 1268 anos AD os dados isotópicos sugerem tendência de aumento das condições de aridez na região, possivelmente associada a migração da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) para norte. A Anomalia Climática Medieval (ACM) (~920-1100 anos AD) é caracterizada por baixa taxa deposicional e três eventos abruptos: em 960 anos AD há um evento de seca indicado pelo enriquecimento de $\delta^{18}\text{O}$; em 985 anos AD há um evento úmido indicado pelo empobrecimento de $\delta^{18}\text{O}$ e de δD ; e em torno de 1020 anos AD ocorre um novo evento de seca indicado pelo enriquecimento dos dados isotópicos. Condições de aridez durante a ACM também estão registradas na Bacia de Cariaco (Haug *et al.*, 2001), no sul do Nordeste do Brasil (Novello *et al.*, 2012) e na região dos Andes (Bird *et al.*, 2011; Vuille *et al.*, 2012; Apaéstegui *et al.*, 2014), sugerindo a migração para norte da ITCZ. Assim como sugeriu Apaéstegui *et al.* (2014), tais eventos abruptos poderiam ser explicados pela diminuição das chuvas provocadas pela ITCZ, com valores mais empobrecidos, e aumento das chuvas de inverno (junho, julho, agosto), com valores mais enriquecidos de $\delta^{18}\text{O}$. Os resultados obtidos mostram que a transição ACM – Pequena Idade do Gelo (PIG) é a fase de seca mais intensa registrada nos últimos 2500 anos. Ela tem início e fim marcados por dois picos abruptos dos dados de δD e valores enriquecidos de $\delta^{18}\text{O}$. Os picos de δD coincidem com os eventos vulcânicos de AD 1257/1258 do vulcão Samalas na Indonésia (Lavigne *et al.*, 2013), e de AD 1452 do vulcão Kuwae na República de Vanuatu, na Oceania (Gao *et al.*, 2006). Erupções vulcânicas explosivas injetam grande quantidade de aerossóis sulfurosos na estratosfera, que são transportados a outras latitudes via circulação atmosférica (Robock, 2000). Esses aerossóis bloqueiam a radiação solar, diminuindo a radiação em superfície, promovendo seu resfriamento. De maneira geral, o vulcanismo promove seca em regiões tropicais úmidas (Iles *et al.*, 2013), o que pode ter influenciado o regime de precipitação no Nordeste do Brasil durante a transição ACM-PIG. Após esse período, inicia-se a PIG (~1400-1820 anos AD), caracterizada por clima mais úmido pelos valores empobrecidos de δD e $\delta^{18}\text{O}$ obtidos. Estudos nos Andes também apontam o aumento da umidade durante a PIG (Bird *et al.*, 2011; Vuille *et al.*, 2012; Apaéstegui *et al.*, 2014), assim como na Bacia de Cariaco (Haug *et al.*, 2001), indicando o aumento da precipitação dada pela ITCZ devido o seu deslocamento para sul. Ainda na PIG, dados isotópicos da Caverna Iraquara, localizada na porção sul do Nordeste do Brasil indicam condições de seca, que poderiam ser desencadeadas pelo sistema de Cavado do Nordeste-Alta da Bolívia (Novello *et al.*, 2012), entretanto, o aumento de umidade na Lagoa do Boqueirão e na



Caverna Trapiá, conforme os dados obtidos, sugerem que esse sistema estava enfraquecido durante a PIG. Desde o PIG, de acordo com os dados apresentados, a região norte do Nordeste do Brasil apresenta tendência de aumento das condições de umidade em relação aos últimos 2500 anos. Durante esses 2,5 milênios, Viana *et al.* (2014) relacionaram o aumento da profundidade da Lagoa do Boqueirão ao aumento da precipitação provocada pela ITCZ, no entanto, quando comparados os dados isotópicos à reconstituição da profundidade da Lagoa do Boqueirão, nota-se que há aumento (diminuição) da profundidade durante os períodos de diminuição (aumento) de umidade. Idades obtidas por Luminescência Opticamente Estimada (LOE) em frentes de dunas inativas indicam que essas cessaram sua migração entre 743 e 985 anos AD e 1414 e 1585 anos AD, que representam a transição de condições de menor para maior umidade, coincidindo com o início tanto do ACM, como da PIG. A migração das dunas durante os períodos de seca podem representar o assoreamento do(s) canal(is) de vazão da Lagoa do Boqueirão, que resultou no represamento das águas, aumentando a profundidade. Nos períodos de maior umidade, o maior volume de chuvas, e a ausência do transporte de areias, facilitaria o rompimento dessas barragens, aumentando a vazão de água, o que levaria a diminuição da profundidade da Lagoa do Boqueirão.

Referências

- Apaéstegui, J., Cruz, F., Sifeddine, A., Espinoza, J., Guyot, J., Khodri, M., Strikis, N., Santos, R., Cheng, H., Edwards, L., Carvalho, E. & Santini, W. 2014. Hydroclimate variability of the South American Monsoon System during the last 1600 yr inferred from speleothem isotope records of the north-eastern Andes foothills in Peru. *Climate of the Past Discussions*, 10(1):533–561.
- Bird, B., Abbott, M., Vuille, M., Rodbell, D., Stansell, N. & Rosenmeier, M. 2011. A 2,300-year-long annually resolved record of the South American summer monsoon from the Peruvian Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(21):8583–8588.
- Eglinton, T., & Eglinton, G. 2008. Molecular proxies for paleoclimatology. *Earth and Planetary Science Letters*, 275(1-2):1-16.
- Ficken, K., Li, B., Swain, D. & Eglinton, G. 2000. An n-alkane proxy for the sedimentary input of submerged/floating freshwater aquatic macrophytes. *Organic Geochemistry*:31(7-8):745-749.
- Gao, C., Robock, A., Self, S., Witter, J., Steffenson, J., Clausen, H., Siggaard-Andersen, M., Johnsen, S., Mayewski, P., and Ammann, C. & 2006. The 1452 or 1453 A.D. Kuwae eruption signal derived from multiple ice core records: Greatest volcanic sulfate event of the past 700 years. *Journal of Geophysical Research*, 111:D12107.
- Haug, G. H., Hughen, K.A., Sigman, D.M., Peterson, L.C. & Röhl, U. 2001. Southward Migration of the Intertropical Convergence Zone Through the Holocene. *SCIENCE*: 293:1304-1308.
- Iles, C.E., Hegerl, G.C., Schurer, A.P., Zhang, X. 2013. The effect of volcanic eruptions on global precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 118:8770-8786.
- Lavigne, F., Degeai, J.-P., Komorowski, J.-C., Guillet, S., Robert, V., Lahitte, P., Oppenheimer, C., Stoffel, M., Vidal, C., Surono, S., Pratomo, I., Wassmer, P., Hajdas, I., Hadmoko, D. & Belizala, E. 2013. Source of the great A.D. 1257 mystery eruption unveiled, Samalas volcano, Rinjani Volcanic Complex, Indonesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(42):16742–16747.
- Novello, V., Cruz, F., Karmann, I., Burns, S., Strikis, N., Vuille, M., Cheng, H., Edwards, R., Santos, R., Frigo, E. & Barreto, E. 2012. Multidecadal climate variability in Brazil's Nordeste during the last 3000 years based on speleothem isotope records. *Geophysical Research Letters*:39(23): L23706.
- Robock, A. 2000. Volcanic Eruptions and Climate. *Reviews of Geophysics*, 38(2):191-219.
- Viana, J., Sifeddine, A., Turcq, B., Albuquerque, A., Moreira, L., Gomes, D. & Cordeiro, R. 2014. A late Holocene paleoclimate reconstruction from Boqueirão Lake sediments, northeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 415:117-126.
- Vuille, M., Burns, S., Taylor, B., Cruz, F., Bird, B., Abbott, M., Kanner, L., Cheng, H. & Novello, V. 2012. A review of the South American monsoon history as recorded in stable isotopic proxies over the past two millennia. *Climate of the Past*, 8(4):1309–1321.



XV CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO - ABEQUA

18 a 23 de outubro de 2015 - Tramandaí/Imbé - RS

ECODIVERSIDADE E SUA SUSTENTABILIDADE NO QUATERNÁRIO

Anais da ABEQUA



PROMOÇÃO



REALIZAÇÃO



ISSN: 2318-0986



XV CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO - ABEQUA

XV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA &
II Encontro Brasileiro do Tecnógeno

ECODIVERSIDADE E SUA SUSTENTABILIDADE NO
QUATERNÁRIO. Eduardo Guimarães Barboza, Eduardo Marques Martins,
Maria Luiza Correa da Camara Rosa (eds.) Volume 2, Número 1 – Imbé/RS:
CECLIMAR/IBIO/UFRGS, 2015.

436 f

Anais da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA.

ISSN: 2318-0986.

1. Geologia Marinha. 2. Geologia Costeira. 3. Antropoceno. 4. Pleistoceno.
5. Holoceno. 6. Quaternário. I. Título.

Os trabalhos contidos nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da ABEQUA.

Todos os direitos reservados®

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).