

### **Atividade 3 – Elaboração da seção de metodologia**

#### **1. Título do artigo**

Impactos da Terminação II no oeste do Atlântico equatorial e nordeste da América do Sul

#### **2. Objetivo do artigo**

Apresentar uma reconstituição de alta resolução temporal da temperatura da superfície do mar sob a influência da Corrente Norte do Brasil ao redor de 1°S com base em análises de Mg/Ca em testas (i.e. carapaças) de foraminíferos planctônicos e do aporte de sedimentos terrígenos proveniente da bacia de drenagem do rio Parnaíba e depositados na margem continental brasileira ao redor de 1°S com base em análises de FRX de sedimento total.

#### **3. Veículo escolhido**

- Revista: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology
- Editora: Elsevier
- Fator de impacto: 3565
- Qualis: A1
- Áreas de conhecimento: Geociências, Geologia Paleoambiental, e Paleoclimatologia

#### **4. Materiais e métodos**

##### **4.1 Testemunho sedimentar marinho**

Investigamos o testemunho sedimentar marinho CDH-89 (1,03 S, 42,74 W, 2846 m de profundidade, 2820 cm recuperação) coletado no talude continental do oeste do Atlântico equatorial, i.e. margem continental NE da América do Sul, próximo a desembocadura do Rio Parnaíba (Fig. 1), durante o cruzeiro (nome do cruzeiro).

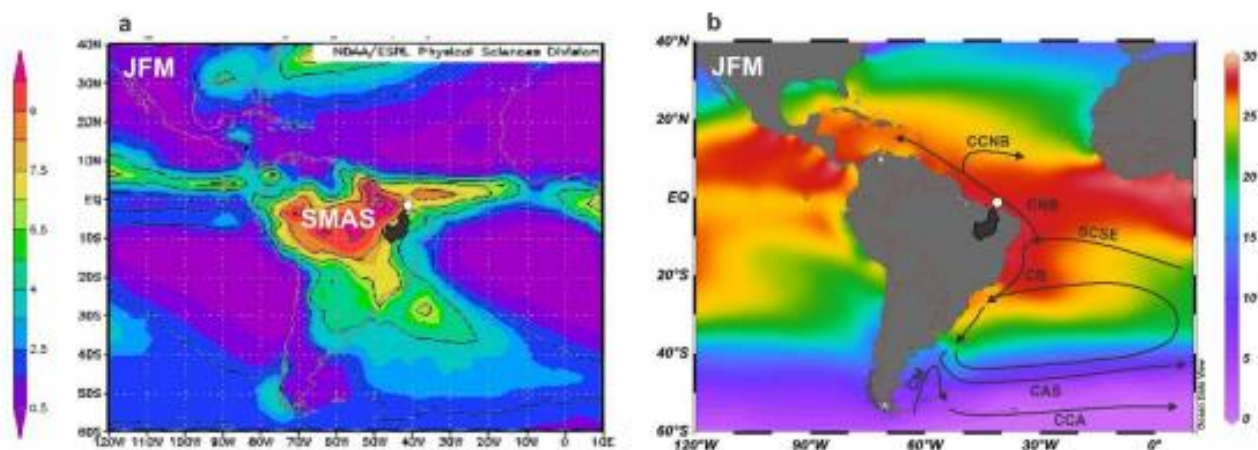


Fig.1: Localização do testemunho sedimentar marinho CDH-89 (círculo branco) e condições de verão austral (janeiro, fevereiro, março – JFM). (a) Precipitação (mm/dia) (XIE, ARKIN, 1997). (b) Temperatura da superfície do mar (°C) (LOCARNINI et al., 2013). A área preta representa a bacia de drenagem do rio Parnaíba (NE da América do Sul). As setas pretas indicam as principais correntes superficiais da porção oeste do Atlântico Sul (PETERSON, STRAMMA, 1991). SMAS – Sistema de Monção da América do Sul; SCSE – ramo sul da Corrente Sul Equatorial; CNB – Corrente Norte do Brasil; CCNB – Contracorrente Norte do Brasil; CB – Corrente do Brasil; CM – Corrente das Malvinas; CAS – Corrente do Atlântico Sul; CCA – Corrente Circumpolar Antártica.

Como nosso foco está nos eventos de mudanças climáticas abruptas de escala milenar (ou seja, HS) da penúltima transição glacial-interglacial (ou seja, Estágios de Isótopos Marinhos (MIS) 5 e 5e), analisamos o trecho do testemunho que recobre a Terminação II.

#### 4.2 Análises de fluorescência de raios-X convencional em amostras de sedimento total

Eventos de marcante precipitação sobre o continente ou redução do nível do mar estão associados com maior aporte de sedimentos terrígenos desde sua área fonte (e.g. bacia de drenagem do rio Parnaíba) até seu sítio final de deposição (e.g. oeste do Atlântico equatorial). Assim, em sedimentos marinhos, a presença de camadas ricas (pobres) em elementos terrígenos pode indicar eventos de aumento (redução) na precipitação continental e/ou redução (aumento) do nível do mar (ARZ et al., 1998; CAMPOS et al., 2019; MULITZA et al., 2017). A análise de FRX envolve a detecção dos raios-X emitidos pelos elementos que estão presentes na amostra analisada. Uma de suas técnicas é a fluorescência de raios-X por dispersão de energia (ED-XRF), que é realizada através do bombardeamento por raios-X das amostras de sedimento, assim, ionizando os elementos presentes nas amostras que, ao retornarem ao seu estado inicial, emitem uma radiação característica, que permite a identificação da sua proporção na amostra (FILHO, 1999).

Aqui a composição de elementos maiores em sedimento total,  $\ln(\text{Ti}/\text{Ca})$  e  $\ln(\text{Fe}/\text{Ca})$ , foram usadas para reconstituir mudanças na precipitação sobre o NE da América do Sul e variações no nível do mar. Análises de FRX convencional foram executadas a cada 5 cm em amostras discretas do trecho de interesse do testemunho sedimentar marinho CDH-89 com um espectrômetro Malvern Panalytical Epsilon 1, instalado no Laboratório de Paleoceanografia e Paleoclimatologia (P2L) da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (Universidade de São Paulo, Brasil).

#### **4.3 Análises de Mg/Ca em testas de foraminíferos planctônicos**

A razão Mg/Ca em carapaças de foraminíferos é muito utilizada em estudos paleoceanográficos como um indicador de paleotemperatura (ANAND et al., 2003; LEA et al., 1999; NÜRNBERG et al., 1996). A carapaça dos foraminíferos é composta basicamente de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Mudanças nas condições ambientais podem provocar a substituição do Ca por outros elementos, por exemplo, o Mg em concentrações-traço. Tal substituição está linearmente correlacionada com mudanças na temperatura local e, assim, a razão Mg/Ca da calcita de foraminíferos planctônicos é comumente utilizada como indicador de temperatura da superfície do mar (ANAND et al., 2003).

Para a execução das análises de Mg/Ca as amostras foram peneiradas a seco com malha de 150  $\mu\text{m}$  e foram coletadas, por meio de lupa binocular, ca. 30 testas de *Globigerinoides ruber white sensu stricto* (250-350  $\mu\text{m}$ ) a cada 2,5 cm do trecho de interesse do testemunho sedimentar marinho CDH-89. Essa espécie de foraminífero planctônico foi escolhida em virtude de habitar a porção superior da coluna de água (CLÉROUX et al., 2013; STEPH et al., 2009). Para a limpeza das testas foi seguido o protocolo sugerido por Barker et al. (2003). As análises foram executadas em um espectrômetro de emissão ótica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) (Thermo Scientific™ iCAP™ PRO), instalado no Laboratório de Oceanografia Observacional e Paleoceanografia da Universidade Federal Fluminense (LOOP/UFF).

#### **5. Referências**

- 1) ANAND, P., ELDERFIELD, H., & CONTE, M. H. Calibration of Mg/Ca thermometry in planktonic foraminifera from a sediment trap time series. *Paleoceanography*, 18(2). 2003.
- 2) ARZ, H.W.; PÄTZOLD, J.; WEFER, G. Correlated Millennial-Scale Changes in Surface Hydrography and Terrigenous Sediment Yield Inferred from

Last Glacial Marine Deposits off Northeastern Brazil. *Quaternary Research*, v. 50, n. 2, p. 157–166, 1998.

- 3) BARKER, S., GREAVES, M., & ELDERFIELD, H. A study of cleaning procedures used for foraminiferal Mg/Ca paleothermometry. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 4(9). 2003.
- 4) CAMPOS, M.C.; CHIESSI, C.M.; NOVELLO, V.F.; CRIVELLARI, S.; CAMPOS, J.L.P.S.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; VENANCIO, I.M.; SANTOS, T.P.; MELO, D.B.; CRUZ, F.W.; SAWAKUCHI, A.O.; MENDES, V.R. South American precipitation dipole forced by interhemispheric temperature gradient. *Scientific Reports*, [S.L], v. 12, n. 10527, 2022.
- 5) CAMPOS, M.C.; CHIESSI, C.M.; VENANCIO, I.M.; PINHO, T.M.L.; CRIVELLARI, S.; KUHNERT, H.; SCHMIEDL, G.; DÍAZ, R.A.; ALBUQUERQUE, A.S.; PORTILHO-RAMOS, R.N; BAHR, A.; MULITZA, S. Constraining Millennial Scale Changes in Northern Component Water Ventilation in the Western Tropical South Atlantic. *Paleoceanography And Paleoclimatology*, [s. l], v. 35, n. 7, 2020.
- 6) CAMPOS, M.C., CHIESSI, C.M., PRANGE, M., MULITZA, S., KUHNERT, H., PAUL, A., VENANCIO, I.M., ALBUQUERQUE, A.L.S., CRUZ, F.W., BAHR, A. A new mechanism for millennial scale positive precipitation anomalies over tropical South America. *Quat. Sci.* n.225, 2019.
- 7) CHIESSI, C., MULITZA, S., TANIGUCHI, N., PRANGE, M., CAMPOS, M., HÄGGI, C., et al. Mid-to Late Holocene Contraction of the Intertropical Convergence Zone Over Northeastern South America. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 36(4). 2021.
- 8) CLÉROUX, C., DEMENOCAL, P., ARBUSZEWSKI, J., & LINSLEY, B. Reconstructing the upper water column thermal structure in the Atlantic Ocean. *Paleoceanography*, 28(3), 503- 516. 2013.
- 9) FILHO, V.F.N. Técnicas analíticas nucleares de fluorescência de raios-x por dispersão de energia (ED-XRF) e por reflexão total (TXRF). Departamento de Ciências Exatas/ESALQ. Laboratório de Instrumentação Nuclear/CENA. 32 p. 1999.
- 10) LEA, D. W., MASHIOTTA, T. A., & SPERO, H. J. Controls on magnesium and strontium uptake in planktonic foraminifera determined by live culturing. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63(16), 2369-2379. 1999.
- 11) LOCARNINI, R. A., MISHONOV, A. V., ANTONOV, J. I., BOYER, T. P., GARCIA, H. E., BARANOVA, O. K., et al. *World Ocean Atlas 2013. Vol. 1: Temperature* (2011063574). Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22058116%5Cnhttp://www.bloodjournal.org/cgi/doi/10.1182/blood-2011-06-357442>. 2013.
- 12) MULITZA, S., CHIESSI, C.M., SCHEFUß, E., LIPPOLD, J., WICHMANN, D., ANTZ, B., MACKENSEN, A., PAUL, A., PRANGE, M., REHFELD, K.,

WERNER, M., BICKERT, T., FRANK, N., KUHNERT, H., LYNCH-STIEGLITZ, J., PORTILHORAMOS, R.C., SAWAKUCHI, A.O., SCHULZ, M., SCHWENK, T., TIEDEMANN, R., VAHLENKAMP, M., ZHANG, Y. Synchronous and proportional deglacial changes in Atlantic meridional overturning and northeast Brazilian precipitation. *Paleoceanography*. V.32, p.622–633, 2017.

- 13) NÜRNBERG, D., BIJMA, J., & HEMLEBE, C. Assessing the reliability of magnesium in foraminiferal calcite as a proxy for water mass temperatures. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60(5), 803-814. 1996.
- 14) PETERSON, R. G., & STRAMMA, L. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. *Progress in oceanography*, 26(1), 1-73. 1991
- 15) STEPH, S., REGENBERG, M., TIEDEMANN, R., MULITZA, S., & NÜRNBERG, D. Stable isotopes of planktonic foraminifera from tropical Atlantic/Caribbean core-tops: Implications for reconstructing upper ocean stratification. *Marine Micropaleontology*, 71(1-2), 1-19. 2009.
- 16) XIE, P., & ARKIN, P. A. Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(11), 2539-2558. 1997.