

DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS TERRAS-RARAS EM CARBONATOS DO GRUPO NAMA (NAMÍBIA): RECONSTRUINDO A QUÍMICA DA ÁGUA DO MAR DURANTE O EDIACARANO TARDIO

Camila Sayuri Kinoshita

Henrique Albuquerque Fernandes

Paulo César Boggiani

IGc Instituto de Geociências da USP – curso de Geologia

e-mail: camila.kinoshita@usp.br

O período Ediacarano, compreendido entre 630 e 538 milhões de anos, é intervalo fundamental para explicar a diversificação dos animais no Cambriano. Para isso, foi organizado o projeto internacional GRIND (Geological Research through Integrated Neoproterozoic Drilling) que tem por objetivo o estudo geoquímico e paleontológico de testemunhos de sondagem obtidos do Grupo Nama (Namíbia), Grupo Corumbá (Brasil) e Plataforma Yangtze (China). O presente trabalho é focado no estudo de Elementos de Terras Raras (ETRs) dos testemunhos do Grupo Nama. Esta unidade é uma sucessão ediacarana, conhecida pela primeira identificação do fóssil índice *Cloudina* depositada na margem ocidental do Cráton Kalahari, em contexto de antepaís associado ao Orógeno Damara.

Objetivos

A contribuição do presente trabalho é analisar os ETRs e ítrio das amostras de carbonatos do Grupo Nama (Testemunhos 1A, 1B e 1H), para interpretações paleoambientais, a fim de reconstituir as condições redox da água do mar, visto que as condições de oxigenação da água do mar no Ediacarano são fortemente correlacionadas à diversificação da vida.

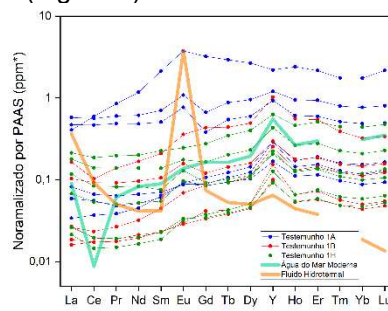
Métodos e Procedimentos

As análises de ETR foram feitas por lixiviação em duas etapas com HCl, visando atacar somente a fração carbonática de cada amostra. No total, foram analisadas 21 amostras (sendo 3

delas duplicadas, para atestar a confiabilidade do método), 2 brancos, 1 amostra padrão de carbonato NIST-1C e 1 amostra de COQ-1, por meio de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS). Os resultados foram normalizados por PAAS. As interpretações dos dados foram complementadas através da análise petrográfica de 17 seções delgadas

Resultados

Os resultados de ETRs obtidos do Grupo Nama são, no geral, semelhantes aos da água do mar atual, com depleção de ETRs leves e enriquecimento progressivo de ETRs pesados, exceto 3 amostras do testemunho 1A (1A-02100, 1A-02152 e 1A-02343) do Membro Nudaus (Figura 1).



* os valores referentes à Água do Mar Moderna e a Fluido Hidrotermal foram multiplicados por 1000.

Figura 1: Padrões ETRs dos testemunhos 1A, 1B e 1H comparado com o padrão de ETRs da água do mar moderna e fluido hidrotermal normalizado por PAAS

A razão Y/Ho apresenta como média $38,8 \pm 9,03$ ($n = 6$, 2σ) no testemunho 1A; média $49,98 \pm 5,3$

($n = 6$, 2σ) no 1B; e média $43,41 \pm 4,57$ ($n = 6$, 2σ) no 1H. As anomalias ausentes a levemente positivas de Ce com médias: 1A = $1,06 \pm 0,11$ ($n = 6$, 2σ); 1B = $1,05 \pm 0,08$ ($n = 6$, 2σ); 1H = $1,05 \pm 0,05$ ($n = 6$, 2σ) e anomalias ausentes ou positivas de La com médias: 1A = $1,15 \pm 0,21$ ($n = 6$, 2σ); 1B = $1,48 \pm 0,2$ ($n = 6$, 2σ); 1H = $1,43 \pm 0,19$ ($n = 6$, 2σ). Não foi observada correlação significativa entre fosfato e anomalias de Ce.

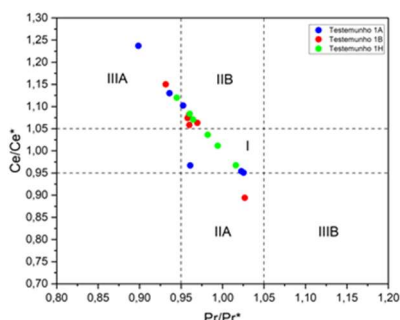


Figura 2: Gráfico de (Ce/Ce^*) vs (Pr/Pr^*) . Campo I- Sem anomalia de Ce nem La; Campo IIA- anomalia positiva de La e sem anomalia de Ce; Campo IIB- Anomalia negativa de La e sem anomalia de Ce; IIIA- Anomalia positiva de Ce; IIIB – Anomalia negativa de Ce. Gráfico baseado em Bau e Dulski (1996).

Discussão

Gráficos de ΣETR e Y/Ho versus Al, Ca, Th e Ti, sugerem influência de minerais de argila (amostras 1A-02100, 1A-02152 e 1A-02343). Foram obtidas anomalias ligeiramente positivas de Eu com médias: 1A = $1,33 \pm 0,18$ ($n = 6$, 2σ); 1B = $1,20 \pm 0,12$ ($n = 6$, 2σ); 1H = $1,27 \pm 0,21$ ($n = 6$, 2σ), o que pode estar relacionado à influência de águas de rio/estuarinas. As razões Y/Ho supercondríticas, anomalias positivas de La, Eu ligeiramente positivo e depleção em ETRs leves indicam que as amostras analisadas do Grupo Nama foram formadas em ambiente marinho com influência variável de aporte de rios. No entanto, as anomalias ligeiramente positivas de Ce possivelmente foram formadas sob coluna d'água redox-estratificada, na qual há uma camada de águas superficiais óxicas separada por águas profundas anóxicas/sulfídicas por uma quimioclina. Nesse contexto, águas de poros, abaixo da interface sedimento-água, também seriam anóxicas.

Dessa forma, as anomalias positivas de Ce provavelmente foram formadas durante diagênese anóxica e remobilização parcial de ETRs.

Conclusões

Os resultados obtidos demonstram serem primários, referentes ao da água do mar no momento da deposição, o que é corroborado pelas análises petrográficas, o que permite interpretar que a Bacia Nama apresentava contexto redox-estratificado durante a deposição, no Ediacarano, no momento do surgimento dos primeiros animais esqueletais, ali representados pela presença de *Cloudinas* e *Namacalatos*.

Referências

- Bau, M., Dulski, P., 1996. Distribution of yttrium and rare-earth elements in the penge and kuruman iron-formations, transvaal supergroup, South Africa. *Precambrian Res.* 79, 37–55. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(95\)00087-9](https://doi.org/10.1016/0301-9268(95)00087-9)
- Lawrence, M.G., Kamber, B.S., 2006. The behavior of the rare earth elements during estuarine mixing-revisited. *Mar. Chem.* <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2005.11.007>
- Zhao, Y., Wei, W., Li, S., Yang, T., Zhang, R., Somerville, I., Santosh, M., Wei, H., Wu, J., Yang, J., Chen, W., Tang, Z., 2021. Rare earth element geochemistry of carbonates as a proxy for deep-time environmental reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110443>