

# Isótopos de Zn como um novo traçador de rejeitos metalúrgicos e processos biogeoquímicos em ambientes costeiros e florestas de mangue

Daniel F. Araújo<sup>1-4</sup>; Geraldo R. Boaventura<sup>1</sup>; Wilson Machado<sup>2</sup>; Jerome Viers<sup>4</sup>; Dominik Weiss<sup>5</sup>; Sambasiva Patchineelam<sup>2</sup>; Izabel Ruiz<sup>3</sup>; Ana Paula Rodrigues<sup>2</sup>; Marly Babinsky<sup>3</sup>; Elton Dantas<sup>1</sup>

1-Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, Brazil.

2- Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brazil.

3- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil

4- Géosciences Environnement Toulouse (GET), Toulouse, France.

5-Department of Earth Science and Engineering, Imperial College, United Kingdom

Isótopos de Zn apresentam grande potencial para traçar contaminantes no ambiente, no entanto, sua viabilidade em ambientes costeiros permanece inexplorada. Neste sentido, as composições isotópicas de Zn foram determinadas em cinco testemunhos de sedimento e sedimentos superficiais, material particulado suspenso (MPS) e rochas da Baía de Sepetiba, uma área costeira industrializada no estado do Rio de Janeiro, e em amostras de minérios de importantes depósitos de Zn do Brasil. O principal objetivo do trabalho foi aplicar isótopos de Zn como traçador a fim de: i) identificar fontes e destinos do Zn antropogênico, ii) reconstruir temporal e espacialmente a evolução da contaminação, iii) e compreender os possíveis efeitos dos processos biogeoquímicos nas assinaturas isotópicas de Zn durante o transporte e deposição deste elemento nas florestas de mangue. Resultados das composições isotópicas de Zn (expressas em notações de  $\delta^{66/64}\text{Zn}$  em relação ao padrão Johnson Matthey 3-0749-L – JMC) mostraram variações entre -0.01 a +1.15 ‰ para sedimentos e minérios de willemita, e se adequaram bem à um modelo de mistura de fontes composto por três principais *end-members*: o material continental, uma fonte marinha e outra tropogênica, este último representado pelos rejeitos metalúrgicos. Testemunhos de sedimento coletados na planície lamosa da baía mostram uma alta correlação temporal entre os valores  $\delta^{66/64}\text{Zn}$  e o fator de enriquecimento de Zn, indicando uma boa preservação dos registros isotópicos ao longo dos perfis. Em contraste, testemunhos de sedimento coletados no mangue da baía parecem preservar as composições isotópicas das fontes e sedimentos mais recentes, incluindo às relacionadas à contaminação metalúrgica, no entanto, processos biogeoquímicos dentro do sedimento desencadeados pelos ciclos de marés e processos na rizosfera alteram as assinaturas isotópicas das fontes. Amostras de sedimento (testemunhos, sedimentos superficiais e MPS) localizados próximo as antigos rejeitos metalúrgicos apresentaram as mais altas concentrações de Zn e as mais pesadas composições isotópicas. Os valores de  $\delta^{66/64}\text{Zn}_{\text{JMC}}$  representativo para os rejeitos metalúrgicos foram estimados em  $+0.86 \pm 0.15\%$  ( $2\sigma$ ); minérios de willemita tiveram composições variando entre -0.1 à +0.14‰, apontando um significativo fracionamento induzido pelo processo eletrolítico. Os valores de  $\delta^{66/64}\text{Zn}_{\text{JMC}}$  dos sedimentos fluviais foram de  $+0.28 \pm 0.12\%$  ( $2\sigma$ ). Utilizando um modelo binário simplificado, a contribuição do Zn antropogênico na baía variou de 4% na fase pré-industrial até 80% durante as atividades metalúrgicas, com um decréscimo nos últimos anos provavelmente devido ao fim das atividades de refino do Zn em 1998 e pela remoção da antiga pilha de rejeitos. Este trabalho demonstra que isótopos de Zn é uma eficiente ferramenta capaz de traçar rejeitos metalúrgicos espacialmente e temporalmente em áreas costeiras, bem como quantificar seus impactos. Destaca-se, portanto, a relevância que isótopos de Zn podem ter em estudos ambientais de sistemas sob alta pressão antrópica.

**Palavras-chave:** contaminação ambiental; metais pesados; geoquímica ambiental