

## INVESTIGAÇÃO DA COMPOSIÇÃO ISOTÓPICA DE OXIGÊNIO, HIDROGÊNIO E ESTRÔNCIO NA AUTENTICAÇÃO DE ÁGUAS NATURAIS COMERCIALIZADAS NO ESTADO DO PARÁ-BRASIL

**Autores** Adriana Bordalo <sup>1,2</sup>, Candido Moura <sup>2</sup>, Veridiana Martins <sup>3</sup>, Clara Sena <sup>4</sup>

**Instituição** <sup>1</sup> UEPA - Universidade do Estado do Pará (Tv Enéas Pinheiro, 2626 Marco Belém - PA - Brasil), <sup>2</sup> UFPA - Universidade Federal do Pará (Rua Augusto Correa 01, Guamá, Belém-PA- Brasil), <sup>3</sup> USP - Universidade de São Paulo (Av. Professor Luciano Gualberto, 374, Butantã São Paulo-SP - Brasil), <sup>4</sup> UiO - Universidade de Oslo (Problemveien 7, 0315 Oslo, Noruega)

### Resumo

Águas envasadas obtidas de águas subterrâneas, em geral, são captadas em ambientes sem poluição ou contaminação, sendo consideradas um alimento seguro e de qualidade. Porém, além da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação, o produto final pode ser manipulado ou fraudado. A identificação da procedência, i.e., das características específicas da fonte, é fundamental para garantir a qualidade e o controle de fraudes. Análises isotópicas combinadas com análises químicas têm sido utilizadas para assegurar a qualidade de diversos produtos alimentícios, e identificar e certificar sua origem geográfica, visando a segurança desses alimentos. As composições isotópicas de hidrogênio, oxigênio e estrôncio de águas engarrafadas refletem, em média, a composição isotópica da água da fonte preservando informações sobre a procedência da água envasada. Este trabalho investiga a aplicabilidade das composições isotópicas desses elementos como ferramenta para caracterizar, autenticar e/ou certificar águas envasadas. Sete marcas de águas comercializadas no estado do Pará foram adquiridas entre os anos 2017 e 2019 nos supermercados da cidade de Belém, considerando a data de envase correspondentes aos períodos de estiagem e chuvoso, completando dois ciclos hidrológicos. A seleção dessas águas observou ainda as unidades litoestratigráficas e localizações geográficas de cada fonte. Os valores da razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , representado na forma de  $\delta^{87}\text{Sr}$  relativo à água do mar, e as concentrações de  $\text{Sr}^{2+}$  permitiram caracterizar três grupos distintos de água. O primeiro é formado por águas envasadas no Pará e provenientes do aquífero Barreiras (Mioceno). Um aquífero raso, arenoso, com influência direta de águas pluviais. Possui valores mais baixos de  $\delta^{87}\text{Sr}$  (PV=4,74‰, PSI=10,5‰ e PB=5,87‰), e baixas concentrações de  $\text{Sr}^{2+}$  (0,49-5,33  $\mu\text{g L}^{-1}$ ). O segundo grupo, possui concentrações mais elevadas de  $\text{Sr}^{2+}$  (23,3-291,5  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), e é composto por águas envasadas no Ceará (CH=13,5‰), procedente também do aquífero Barreiras; São Paulo (SPL=11,9‰), de um aquífero em ortognaisses; e Paraná (PRCL= 18,8‰), de um aquífero em rochas metassedimentares. A água envasada na Bahia (amostra BA) representa o terceiro grupo, cujo aquífero está alojado em arenitos (Cretáceo Inferior). Exibe os valores mais elevados de  $\delta^{87}\text{Sr}$  (~ 43,1‰) e concentração de  $\text{Sr}^{2+}$  ~12,7  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Os valores de  $\delta\text{D}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  não mostram influência sazonal e se agrupam ao longo da linha de água meteórica global. As fontes situadas nas regiões norte e nordeste do País apresentam maior enriquecimento nos isótopos pesados, possivelmente devido às baixas altitudes e proximidade com o oceano. Os dados isotópicos permitiram caracterizar algumas das fontes estudadas: CH ( $\delta^{87}\text{Sr}=13,5\text{‰}$ ,  $\delta\text{D}=-13,6\text{‰}$  e  $\delta^{18}\text{O}=-2,95\text{‰}$ ); BA ( $\delta^{87}\text{Sr}=43,1\text{‰}$ ,  $\delta\text{D}=-2,07\text{‰}$  e  $\delta^{18}\text{O}=-1,79\text{‰}$ ); SPL ( $\delta^{87}\text{Sr}=11,9\text{‰}$ ,  $\delta\text{D}=-41,7\text{‰}$  e  $\delta^{18}\text{O}=-6,59\text{‰}$ ) e PRCL ( $\delta^{87}\text{Sr}=18,8\text{‰}$ ,  $\delta\text{D}=-32,4\text{‰}$  e  $\delta^{18}\text{O}=-5,66\text{‰}$ ). Todavia, nos aquíferos rasos situados em áreas com alto índice pluviométrico e intensa recarga a caracterização da fonte torna-se mais difícil, embora pequenas variações nos valores de  $\delta^{87}\text{Sr}$  possam auxiliar na identificação da procedência: PV ( $\delta^{87}\text{Sr}=4,74\text{‰}$ ,  $\delta\text{D}=-15,4\text{‰}$ ,  $\delta^{18}\text{O}=-3,26\text{‰}$ ), PSI ( $\delta^{87}\text{Sr}=10,5\text{‰}$ ,  $\delta\text{D}=-16,6\text{‰}$ ,  $\delta^{18}\text{O}=-3,42\text{‰}$ ), PB ( $\delta^{87}\text{Sr}=5,87\text{‰}$ ,  $\delta\text{D}=-15,4\text{‰}$ ,  $\delta^{18}\text{O}=-3,23\text{‰}$ ). O uso conjunto de isótopos de hidrogênio, oxigênio e estrôncio constituem uma eficiente ferramenta de certificação da fontes de águas naturais.

**Palavras-chaves:** Água engarrafada, Isótopos de Estrôncio, Isótopos de Hidrogênio e Oxigênio