

## A IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS SOBRE A CONTAMINAÇÃO POR ARSÊNIO NA SAÚDE PÚBLICA

Aline Sueli de Lima Rodrigues<sup>1</sup>, Guilherme Malafaia<sup>2</sup>.

### RESUMO

O presente comentário, de natureza teórica, teve como objetivo promover uma breve discussão sobre a importância do desenvolvimento de estudos sobre a contaminação por arsênio na saúde pública. Há necessidade de se encorajar o desenvolvimento de trabalhos relativo à investigação dos efeitos específicos do elemento nas funções orgânicas e de identificação de áreas contaminadas pelo elemento, considerando o contexto geoquímico das regiões do Brasil e das atividades nelas desenvolvidas que podem contribuir com a dispersão do arsênio.

**Palavras-chave:** *arsênio; saúde pública; exposição humana.*

### IMPORTANCE OF STUDIES ABOUT ARSENIC CONTAMINATION IN PUBLIC HEALTH

### ABSTRACT

This theoretical commentary aims to discuss about the importance of the development of studies about contamination by arsenic in public health. It is necessary to encourage the development of researches related to the investigation of specific effects of arsenic in organic functions and identification of areas contaminated by this element, considering the geochemical context of Brazilians regions and the activities within them, which may contribute to the dispersion of arsenic to these regions.

**Key words:** *arsenic; public health; human exposure.*

## INTRODUÇÃO

Considerado o elemento químico mais perigoso pela Priority List of Hazardous Substances de 2007 da Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (1), o arsênio (As) constitui um elemento importante e merecedor de atenção. Em virtude de suas consequências danosas ao organismo, a exposição ao As, sobretudo por meio da ingestão de As inorgânico presente na água, emerge como um importante problema de saúde pública.

Na Tailândia e em Bangladesh, por exemplo, a contaminação de água por As tem ameaçado a saúde de milhões de pessoas. Inúmeros casos de lesões na pele já foram diagnosticados, enquanto casos de câncer de pele e outros tipos de câncer ainda estão sendo investigados e correlacionados com o alto teor de As nas águas destes países.

Enquanto na Tailândia concentrações de As de até 5000µg/L já foram registradas em águas provenientes de aquíferos rasos formados por sedimentos aluvionares contaminados pela mineração de cassiterita. Em Bangladesh, na Índia, em 1993 foi descoberto que mais de 90% das águas de poços consumidas pela população estavam contaminadas com As, e que somente cerca de 10% dos moradores recebiam água encanada.

A introdução do As no meio ambiente, particularmente nos sistemas aquáticos, ocorre de várias maneiras, podendo ser de origem natural ou antrópica. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2), a via mais comum de exposição humana ao As é o consumo de água contaminada. Enquanto as fontes naturais de contaminação por As incluem minerais e rochas que contêm o elemento (incluindo os solos e sedimentos formados a partir dessas rochas) e fenômenos geotermiais e vulcânicos; as fontes

<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto. Professora do Instituto Federal de Minas Gerais, Coordenadoria de Meio Ambiente

<sup>2</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto - MG. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

antropogênicas provêm principalmente das atividades de mineração, sendo as pilhas de rejeitos as principais fontes de liberação do elemento no meio ambiente (3,4).

Conforme discutido por Rodrigues e Malafaia (5), as consequências da exposição crônica ao As para a saúde humana incluem o aumento no risco de várias formas de cânceres e numerosos efeitos patológicos, tais como doenças cutâneas (hiperpigmentação e hiperqueratose), gastro-intestinais, vasculares, diabetes melitus e neuropatias periféricas. Além disso, tem sido relatado em populações humanas expostas ao As, efeitos negativos sobre o sistema imunológico dos pacientes, conforme observado no estudo de Soto-Peña et al. (6).

Assim, em face das informações expostas anteriormente, este trabalho visou promover uma breve discussão sobre a importância do desenvolvimento de estudos sobre a contaminação por As na saúde pública. Além disso, objetiva estimular debates sobre a necessidade de se expandir a identificação de fontes antropogênicas no Brasil, tida como um ramo pouco explorado que carece de informações.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme sumarizado por Pataca et al. (7), no Brasil, as fontes naturais de contaminação por As, estão relacionadas principalmente às rochas que hospedam depósitos auríferos sulfetados, enquanto as fontes antropogênicas, já identificadas, normalmente são pontuais e relacionadas diretamente às atividades de mineração e refino de minério de depósitos auríferos. A título de informação, o Quadrilátero Ferrífero, MG (QF), considerada uma região geologicamente importante do Pré-Cambriano brasileiro (8), nos últimos três séculos respondeu pela produção de mais de mil toneladas de ouro (Au) e, considerando a razão As/Au nos minérios processados, estima-se que um valor aproximado de 390 mil toneladas de As tenham sido liberadas para o meio ambiente (9).

Entretanto, vale salientar que por falta de recursos humanos especializados ou financeiros, disponíveis para a realização de estudos mais aprofundados, há uma escassez

de dados geoquímicos sobre a distribuição do elemento no território brasileiro, o que de certa forma tem profundas implicações para a saúde pública. Além disso, há carência de dados e informações que relacionam a prevalência do elemento com a incidência de doenças no contexto brasileiro.

Pode-se dizer que no Brasil os estudos desenvolvidos nos últimos anos têm se concentrado em apenas três regiões, nas quais segundo Figueiredo et al. (10), pode ser constatada a exacerbação da ocorrência natural do As pelas atividades antropogênicas como a extração de metais bases, o que conduz a uma severa contaminação dos sistemas fluviais e solos das regiões. São elas: i) região do QF em Minas Gerais – na qual o elemento é liberado no ambiente por meio de atividades ligadas à mineração de Au (11,12,13); ii) região do Vale do Ribeira, em Santa Catarina e São Paulo, altamente contaminada devido às atividades de mineração, beneficiamento e refino de minérios de “chumbo-zinco-prata”, na qual o As é naturalmente encontrado nas rochas e solos (14,15,16) e iii) região Amazônica, incluindo a área do município de Santana, no Estado do Amapá, onde o As é associado à minérios de manganês (Mn) explorados nos últimos 50 anos (17,18,19).

No entanto, essas não são as únicas regiões do país que apresentam elevados níveis de contaminação por As. Sendo assim, deve-se considerar a existência de outras áreas ainda desconhecidas ou pouco estudadas, que podem estar concentrando milhares de pessoas que sofrem exposição crônica ao elemento sem nenhum amparo governamental. Muitas dessas regiões podem apresentar naturalmente alta concentração de As, prejudicando a qualidade de vida das populações que nelas vivem. Diante dessas informações, faz-se necessário descrever alguns aspectos que merecem maior atenção, o estímulo ao desenvolvimento de práticas ligadas ao monitoramento das condições de saúde pública voltadas à contaminação e intoxicação por As, baseadas principalmente no contexto geoquímico das regiões do país, nas atividades antropogênicas desenvolvidas localmente que podem elevar as concentrações do elemento nos recursos utilizados pelos seres humanos e nos indicadores biológicos de exposição ao elemento.

Uma das maneiras de contribuir com a elucidação destas questões refere-se, conforme discutido e apresentado recentemente por Rodrigues e Nalini-Júnior (20), ao estabelecimento de valores de background geoquímico para elementos-traços, como o As, tipo de estudo que apresenta implicações nas questões ambientais, sobretudo naquelas ligadas à avaliação de áreas contaminadas ou que estão sob risco potencial de poluição. De acordo com os autores, é comum durante a avaliação da extensão da poluição de uma área comparar teores totais de elementos-traço obtidos nesses locais com valores encontrados em condições naturais, justamente com o intuito de separar as contribuições geogênicas de um meio específico (águas, solos ou sedimentos) de contribuições antropogênicas. Neste caso, os resultados são utilizados para calcular valores de background geoquímico, os quais permitem estabelecer padrões de qualidade ambiental, estudar o impacto de fontes de poluição antropogênicas ou ainda identificar fontes naturais de poluição em uma determinada área (21-24), o que certamente contribuiria para a identificação de áreas altamente poluídas e de risco à saúde humana. Ressalta-se ainda que análises por meio do estabelecimento de valores de background podem ser úteis no fornecimento de informações que facilitam a interpretação de resultados obtidos de uma área suspeita de contaminação, principalmente por levar em consideração a existência de propriedades específicas de amostras que fazem com que o teor dos elementos-traço seja naturalmente mais elevado.

Outro fator que pode ajudar na elucidação das questões obscuras relativas ao contexto da poluição por As no Brasil, refere-se ao desenvolvimento de métodos analíticos eficientes, apropriados para análises de rotina e adequados para monitoramento do elemento em regiões com prováveis contaminações pelo mesmo (7), mantendo as exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e as especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (da American Public Health Association – APHA) e da International Standardization Organization (ISO). Além disso, a adoção do monitoramento generalizado da presença do elemento em mananciais de águas de abastecimento também seria uma medida importante, já que esse procedimento não é comum entre as companhias de

saneamento.

Certamente, o encorajamento de estudos ligados à investigação da amplitude e, ao mesmo tempo das especificidades relacionadas com a contaminação por As, permitirá a obtenção de dados que preencherão diversas lacunas que impedem comparações entre estudos publicados na literatura, que dizem respeito principalmente ao caráter metodológico adotado na coleta de dados, ao tipo de exposição (crônica ou aguda) em que as pessoas são submetidas, à maneira de expressão dos resultados obtidos, às variações inter-individuais dentro de uma população estudada e aos valores de referências na população humana. Além disso, seria possível o desenvolvimento de pesquisas para fins terapêuticos de pacientes com sintomas relacionados à exposição ao elemento. Particularmente em relação ao tratamento de águas para abastecimento populacional, deve-se ressaltar ainda que há necessidade de uma maior disseminação das técnicas para remoção de As. Algumas delas são de relativa facilidade operacional, como o uso de microorganismos capazes de oxidar o elemento em condições de pH neutro, tais como as ferrobactérias, ou a assimilação de As por algas, ou ainda técnicas como adição de cal ou outros meios sortivos a água contaminada (25).

## CONCLUSÃO

Baseado no que foi exposto, pode-se perceber a necessidade de desenvolvimento de estudos mais aprofundados sobre a problemática ligada à intoxicação por As, visando esclarecer e compreender melhor os fatores específicos que determinam os prejuízos na saúde das populações expostas ao elemento e a dimensão do problema no contexto brasileiro.

Conforme discutido por Rodrigues e Malafaia (5), em face da constatação de que os prejuízos à saúde humana em detrimento da contaminação/intoxicação por As ainda não estão totalmente elucidados e do fato de que a caracterização desse problema no contexto brasileiro carece de dados, é possível que o As afete funções orgânicas ainda desconhecidas de indivíduos expostos ao elemento em locais ainda não explorados.

Aline Sueli de Lima Rodrigues  
Guilherme Malafaia

*Endereço para correspondência:* Instituto  
Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás.  
Av. Pedro Ludovico, s/n  
Reno Cury  
75131-500 - Anápolis, GO - Brasil  
e-mail: guilherme@nupeb.ufop.br

Recebido em 08/09/09  
Revisado em 21/07/10  
Aceito em 04/10/10

## REFERÊNCIAS

- (1) COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL RESPONSE, COMPENSATION AND LIABILITY ACT (CERCLA). Priority List of Hazardous Substances - U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Disponível em:  
<http://www.atsdr.cdc.gov/cercla/index.html>.  
Acesso em: 05 ago. 2009.
- (2) WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Arsenic and arsenic compounds. Environmental Health Criteria; 224. Geneva: International Programme on Chemical Safety, 2001.
- (3) SMEDLEY, P.L.; ZHANG, G.; LUO, Z. Mobilization of arsenic and other trace elements in fluvio-lacustrine aquifers of the Hunhot Basin, Inner Mongolia. **Applied Geochemistry**, Aberystwyth, UK, v. 18, n. 9, p. 1453-78, set. 2003.
- (4) KO, I.; AHN, J.S.; PARK, Y.S.; KIM, K. Arsenic contamination of soils and sediments from tailings in the vicinity of Myungbong Au mine, Korea. **Chemical Speciation on Bioavailability**, v. 15, n. 3, 67-74, ago. 2003.
- (5) RODRIGUES, A.S.L.; MALAFAIA, G. Efeitos da exposição ao arsênio na saúde humana. **Revista Saúde.Com**, Bahia, v. 4, n. 2, p. 148-159, jul/dez. 2008.
- (6) SOTO-PEÑA, G.A.; LUNA, A.L.; ACOSTA-SAAVEDRA, L.; CONDE, P.; LÓPEZ-CARRILLO, L.; CEBRIÁN, M.E.; et al. Assessment of lymphocyte subpopulations and cytokine secretion in children exposed to arsenic. **Federation of American Societies for Experimental Biology**, San Pedro Zacatenco, v. 20, n. 1, p. 779-81, jun. 2006.
- (7) PATACA, L.C.M.; BORTOLETO, G.G.; BUENO, M.I.M.S. Determinação de arsênio em águas contaminadas usando fluorescência de raios-X por energia dispersiva. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 579-582, jul/ago. 2005.
- (8) DORR II, J.V.N.; GAIR, J.E.; POMERENE, J.B.; RYNEARSON, G.A. **Revisão da estratigrafia Pré-Cambriana do Quadrilátero Ferrífero**. Brasil: DFPM/DNPM, 1957.
- (9) BORBA, R.P.; FIGUEIREDO, B.R.; RAWLINS, B.; MATSCHULLAT, J. Arsenic in water and sediment in the Iron Quadrangle, State of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Geociência**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 558-561, set. 2000.
- (10) FIGUEIREDO, B.R.; BORBA, R.P.; ANGÉLICA, R.S. 2007. Arsenic occurrence in Brazil and human exposure. **Environmental Geochemistry and Health**, Hong Kong, v. 29, n. 2, p. 109-18, abr. 2007.
- (11) PALMIERI, H.E.L. **Distribuição, especiação e transferência de Hg e As para a biota em áreas do sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG**. 2006. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2006. p. 107.
- (12) PEREIRA, M.A. **Estudo de elementos-traço em águas de abastecimento urbano e contaminação humana: um caso de Ouro Preto, MG**.

2006. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2006. p. 87.

(13) COSTA, A.T. **Registro histórico de contaminação por metais pesados, associados à exploração aurífera no alto e médio curso da bacia do ribeirão do Carmo, QF: Um estudo de sedimentos de planícies de inundação e terraços aluviais.** 2007. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2007. p. 198.

(14) CUNHA, F.G. **Contaminação Humana e Ambiental por Chumbo no Vale do Ribeira, nos Estados de São Paulo e Paraná, Brasil.** 2003. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Estadual de Campinas, 2003. p. 201.

(15) FIGUEIREDO, B.R.; CUNHA, F.G.; PAOLIELLO, M.M.B.; CAPITANI, E.M.; SAKUMA, A.; ENZWEILER, J. Environment and human exposure to lead, cadmium and arsenic in the Ribeira Valley, southeastern Brazil. In: PROCEEDINGS OF THE 6TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY, **Anais...** Edinburgh: Scotland, 2003.

(16) ABREU, M.C.; FIGUEIREDO, B.R. Mapeamento geoquímico de arsênio e metais pesados em solo da unidade Piririca, Vale do Ribeira (SP). In: PROCEEDINGS OF THE 41TH BRAZILIAN GEOLOGICAL CONGRESS, **Anais.** João Pessoa: Paraíba, 2004.

(17) LIMA, M.O. **Caracterização geoquímica de arsênio total em águas e sedimentos em áreas de rejeitos de minérios de manganês no Município de Santana Estado do Amapá.** 2003. 85f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica) - Universidade Federal do Pará, 2003.

(18) SANTOS, E.C.O.; JESUS, I.M.; BRABO, E.S.; FAYAL, K.F.; LIMA, M.O. Exposição ao mercúrio e ao arsênio em estados da Amazônia: síntese dos estudos do Instituto Evandro Chagas/FUNASA. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 6, n. 2, p.171-85, jun. 2003.

(19) MANDAL, B.K.; OGRA, Y.; ANZAI, K.; SUZUKI, K.T. Speciation of arsenic in biological samples. **Toxicology and Applied**

**Pharmacology**, Raleigh, v. 198, n. 3, p. 307-18, ago. 2004.

(20) RODRIGUES, A.S.L.; NALINI-JÚNIOR, H.A. Valores de background geoquímico e suas implicações em estudos ambientais. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 62, n. 2, p. 155-165, jun. 2009.

(21) REIMANN, C.; GARRET, R.G. Geochemical background - concept and reality. **Science of the Total Environment**, Ann Arborv, 350, n. 1-3, p. 350:12-27, nov. 2005.

(22) REIMANN, C.; FILZMOSER, P.; GARRET, R.G. Background and threshold: critical comparison of methods of determination. **Science of the Total Environment**, Ann Arborv, v. 346, n. 1-3, 346:1-16, jun. 2005.

(23) GALUSZKA, A. A review of geochemical background concepts and an example using data from Poland. **Environmental Geology**, Heidelberg, v. 52, 861-870, mai. 2007.

(24) GALUSZKA, A. Different approaches in using and understanding the term "Geochemical Background"- practical implications for environmental studies. **Polish Journal of Environmental Studies**, Gliwice, v. 16, n. 3, 389-395, jun. 2007.

(25) VON SPERLING, E. Considerações sobre o problema do arsênio em águas de abastecimento. In: VI SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, **Anais.** Vitória: Espírito Santo, 2002.