

## RISCO GEOLÓGICO DE ALUMÍNIO À SAÚDE AMBIENTAL NA REGIÃO DE ARAÇUAÍ E ITINGA, MINAS GERAIS, BRASIL

Cassio Roberto da SILVA<sup>1,2</sup>, Edson Farias MELLO<sup>2</sup>, Cícera Neysi de ALMEIDA<sup>2</sup>

1- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB)-[cassio.silva@cprm.gov.br](mailto:cassio.silva@cprm.gov.br); 2- Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - [mello@geologia.ufrj.br](mailto:mello@geologia.ufrj.br), [neysi@geologia.ufrj.br](mailto:neysi@geologia.ufrj.br)

### Resumo

Os estudos geológicos e geoquímicos efetuados na área e os resultados toxicológicos em três grupos de riscos foram os seguintes: aproximadamente 80% da área amostrada apresentaram que as águas não tratadas encontram-se acima do limite considerado saudável (0,200 ppm de Al). Os solos e alimentos também apresentaram valores elevados. As comunidades de Igrejinha e Fazenda Velha (município de Araçuaí), onde 133 pessoas foram submetidas a análises de plasma, revelaram que 68% estão com valores acima 3µg/L (até este valor é considerado normal), 49% da população estão >10µg/L (limite de tolerância biológica), 10% da população >60µg/L, 4% >100µg/L and 2% >200µg/L. E, um grupo de 16 pessoas de diálises, 94% estão acima 3µg/L de Al, 75% >10µg/L, 44% >60µg/L, 25% >100µg/L e 19% >200µg/L.

**Palavras-chave:** risco geológico, toxicidade do alumínio, saúde ambiental, geoquímica e saúde, geologia médica.

### Abstract

The geological and geochemical studies of the area and toxicological results in three risk groups were the follows: Untreated water supply samples, from approximately 80% of the area, were analyzed and results showed Al values above 0.200 exceeding recommended levels to health. The soils and vegetables is also high. The Igrejinha and Fazenda Velha communities (Araçuaí Municipality), where 133 people were subjected to plasma analyses, revealed 68% are with Al values above 3µg/L (up to this value is considered normal), 49% of the people have >10µg/L (limit of biological tolerance), 10% of the population >60µg/L, 4% >100µg/L and 2% >200µg/L. And in a group of 16 people receiving dialysis, 94% of this population is above 03µg/L of Al, 75% >10µg/L, 44% >60µg/L, 25% >100µg/L and 19% >200µg/L.

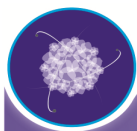
**Keywords:** geological risks, aluminum toxicity in plasma, environmental health, geochemical and health, medical geology

### 1. Introdução

A área investigada, com dimensões de 600 km<sup>2</sup>, abrange a bacia do médio-baixo ribeirão Piauí, afluente da margem direita do rio Jequitinhonha, localizada nos limites dos municípios de Araçuaí e Itinga, estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 1). Araçuaí apresenta uma área de 2.235 km<sup>2</sup>, ocupada por uma população de 36.478 habitantes, sendo 43% da área rural. O município de Itinga tem 13.981 habitantes, com 59% da população residindo na zona rural.

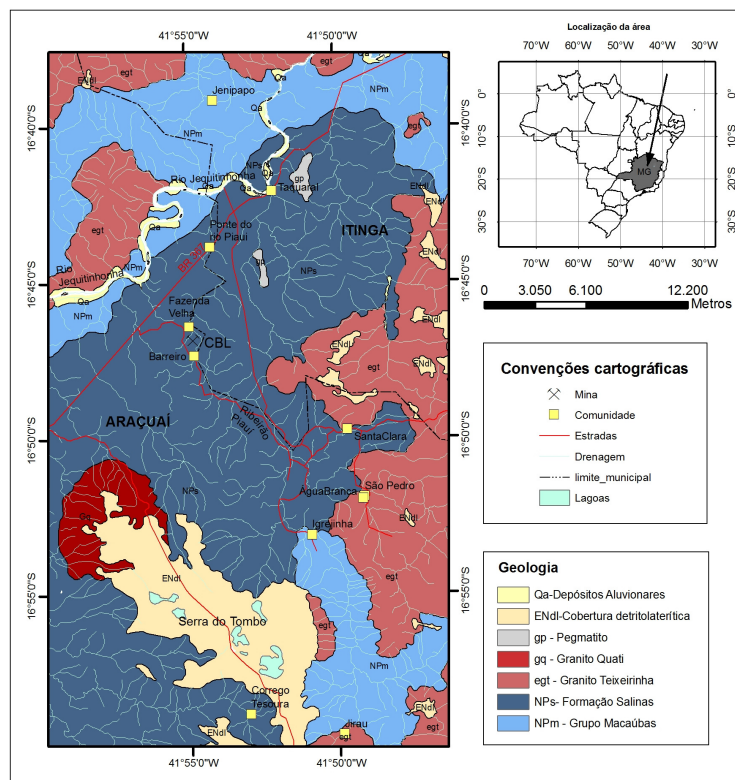
Este trabalho teve por objetivo efetuar uma avaliação de risco à saúde ambiental devido aos valores elevados de alumínio encontrados nas águas e nos solos da região, inicialmente por pesquisadores da CPRM/SGB e posteriormente confirmados por esta pesquisa.

A área encontra-se inserida no Orógeno Araçuaí (Almeida, 1977; Pedrosa-Soares *et al.*, 2001). Nessa região, ocorrem metassedimentos neoproterozoicos do Grupo Macaúbas e Formação Salinas (Paes *et al.*, 2009), cortados por granitoides brasileiros sin-



tarditectônicos. Sobrepostas a esses metassedimentos e granitos, ocorrem delgadas camadas de arenitos terciários, coberturas detritolateríticas do Tércio-Quaternário e aluviões recentes (Figura 1).

**Figura 1:** Localização da área e mapa geológico da região de Araçuai-Itinga (simplificado de Paes *et al.*, 2009).

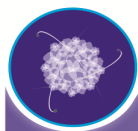


## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Na área de estudo, procedeu-se à amostragem geoquímica nos seguintes materiais: 39 de sedimentos de corrente; 49 solos; 15 de água de drenagem; 44 de água de abastecimento e 12 alimentos, sendo que parte destas foi coletada e analisada pela CPRM/SGB em 2005 e apresentadas por Lopes *et al.* (2006). Os sedimentos, solos e alimentos foram analisados por ICP-MS e as águas por ICP-OES. Os estudos toxicológicos seguiram a metodologia sugerida por Figueiredo (2006), Silva *et al.* (2010), dentre outros. Constituíram-se basicamente na avaliação da população exposta ao alumínio, a partir da seleção de duas comunidades e de um grupo que se submete à hemodiálise, tendo sido coletadas 149 amostras de sangue. As amostras foram centrifugadas no laboratório da prefeitura de Araçuai, separando-se o plasma das hemácias. As amostras de plasma, foram submetidas à análise para alumínio por ICP-MS.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das 51 amostras de águas de abastecimento, somente uma (comunidade de Taquaral) recebe tratamento. As demais estão distribuídas por aproximadamente 80% da área, com teores de Al variando entre 0,200 ppm (mg/L) – 0,928 ppm (mg/L), com um valor

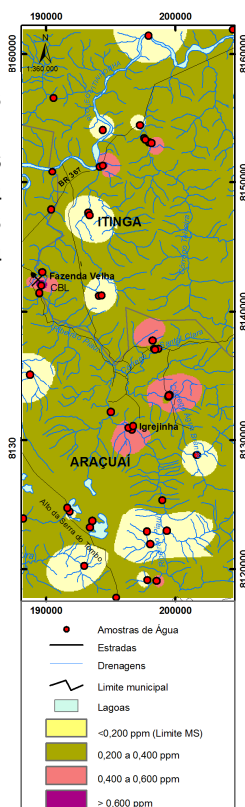


médio de 0,405 ppm (mg/L). Salienta-se que a Portaria 518/MS (2004) e CONAMA (2008) estabelecem 0,200 ppm como valor-limite desse elemento nas águas potáveis.

Considerando todas as amostras, a média (*background*) estimada foi de 0,276 ppm e a mediana, 0,200 ppm (Figura 2).

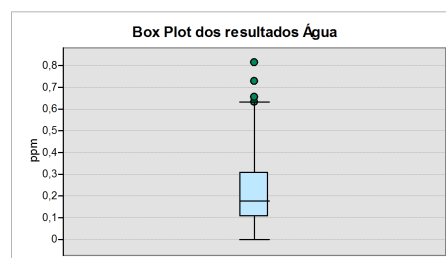
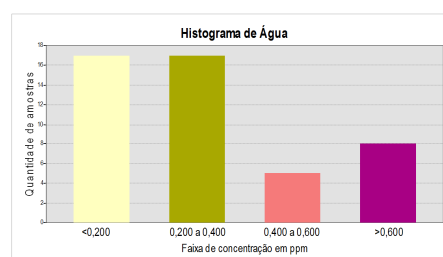
**Figura 2:** Resultados das análises de água de abastecimento, espacializados em mapa, e os tratamentos estatísticos na área de pesquisa em parte dos municípios de Araçuaí e Itinga (MG).

Paisagem Geoquímica - Dispersão do Alumínio em Água



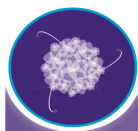
Estatística dos Resultados de Alumínio em Água

Estatística Descritiva	
Média	0,2706
Mediana	0,2
Modo	0,1
Desvio padrão	0,219632
Variância da amostra	0,048238
Curtose	0,879890
Assimetria	1,301818
Intervalo	0,93
Mínimo	0
Máximo	0,93
Soma	13,53
Contagem	51



Os resultados das análises químicas dos solos apontaram que, do total de 46 amostras, a dispersão de Al abrange aproximadamente 60% da área, acima da média (*background*) de 30.748 ppm. Os resultados das análises químicas de Al para as 34 amostras de sedimentos coletados na área apontam a média de 8.600 ppm. Para as 9 amostras de alimentos coletadas nas comunidades de Igrejinha e Fazenda Velha obtiveram-se valores médios de 1.219 ppm de Al, variando de 50 a 4.948 ppm ou mg/kg.

Os resultados das análises de plasma das populações de Igrejinha e Fazenda Velha (Tabela 1), mostraram que 68% da população estão expostas ao Al acima de 3 µg/L (limite superior considerado normal para ATSDR, 2008). Outros 49% estão acima de 10 µg/L (limite de tolerância biológica para população não exposta, segundo Jeronymo e Fujimura, 1998), 10% acima de 60 µg/L, 5% acima de 100 µg/L e 2% acima de 200 µg/L. Segundo CAH (2006), esses valores de referência, à exceção do primeiro, referem-se a pacientes com insuficiência renal; para estes, valores a partir de 60 µg/L de Al no plasma começam a oferecer riscos de toxicidade aos portadores de insuficiência renal.



Para os pacientes residentes em Araçuaí que participam do programa de hemodiálise em Teófilo Otoni, os resultados das análises de plasma mostram em  $\mu\text{g/L}$  de Al, que, de 16 amostragens, 94% estão com valores acima de 3  $\mu\text{g/L}$ , 75% acima de 10  $\mu\text{g/L}$  (apresenta baixo risco de toxicidade), 44% acima de 60  $\mu\text{g/L}$  (indica risco de toxicidade nestes pacientes a partir desse valor), 25% acima de 100  $\mu\text{g/L}$  e 19% acima de 200  $\mu\text{g/L}$  de Al.

**Tabela 1:** Níveis de concentração de alumínio em plasma ( $\mu\text{g/L}$ ) nas populações das comunidades de Igrejinha, Fazenda Velha (Araçuaí) e do grupo de diálise.

Local	Faixa etária	n	mediana	mínimo	máximo	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
						acima 3.00* $\mu\text{g/L}$	acima 10.00** $\mu\text{g/L}$	acima 60.00** $\mu\text{g/L}$	acima 100.00** $\mu\text{g/L}$	acima 200.00** $\mu\text{g/L}$
Igrejinha	0-10	30	14,14	<1	337,86	73	67	17	10	7
	11-60	61	9,12	<1	167,85	70	49	7	2	0
	Acima 60	8	9,35	<1	61,57	88	50	13	0	0
<b>Subtotal</b>		99	10,98	<1	337,86	73	55	10	4	2
Fazenda Velha	11-60	26	3,98	<1	170,92	54	35	8	8	0
	Acima 60	8	5,21	1,04	161,92	63	25	13	13	0
<b>Subtotal</b>		34	4,66	<1	170,92	56	32	9	9	0
<b>Subtotal Comunidades</b>		133	9,12	<1	337,86	68	49	10	5	2
Diálise	11-60	14	62,05	<1	1309,1	93	79	50	29	21
	acima 60	2	24,36	7,85	40,88	100	50	0	0	0
<b>Subtotal</b>		16	49,10	<1	1309,11	94	75	44	25	19
<b>Total geral</b>		149	10,87	<1	1309,11	71	52	13	7	3

\* 3.00  $\mu\text{g/L}$ : até esse valor, é considerada normal a quantidade de Al no plasma, segundo ATSDR (2008);

\*\* segundo CAH (2006);

< 10 $\mu\text{g/L}$ : pessoas sem histórico de insuficiência renal;

< 60  $\mu\text{g/L}$ : apresenta baixo risco de toxicidade em pacientes com insuficiência renal;

> 60 $\mu\text{g/L}$ : acumulação excessiva; risco de toxicidade em crianças;

> 100 $\mu\text{g/L}$ : alto risco de toxicidade em crianças;

> 200 $\mu\text{g/L}$ : alto risco de toxicidade em qualquer faixa etária.

#### 4. REFERENCIAS

- Almeida, F.F.M. (1977). O cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7(4):349-64.
- ATSDR. (2008). *Toxicological profile for aluminum*. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia.
- CAH (2006). *Clinical and Analytical Handbook. Aluminium.*, Birmingham, Guildford, Leeds, London (Kings, MTU), Southampton, Glasgow.
- Figueiredo, B. (Coord.). (2006). *Paisagens geoquímicas e ambientais do vale do Ribeira*. São Paulo: FAPESP/UNICAMP/CPRM
- Jeronymo, S.A. & Fujimura, H.Y. (1998). Dosagem de alumínio no soro de indivíduos sadios e em pacientes com insuficiência renal crônica mantidos ou não em tratamento dialítico. *J. Bras. Nefrol.*, 1998; 20(2):144-50.
- Lopes, I. Jr., Silva, C.R. & Marques, C. (2006). Contaminações naturais de elementos metálicos nas águas da bacia hidrográfica do ribeirão Piauí, município de Itinga, MG. In: 43° Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju (SE).
- Paes, V.J.C., Raposo, F.O., Pinto, C.P. & Oliveira, F.A.R. (2009). Folha Itaobim, escala 1:100.000: mapa e relatório. Belo Horizonte: CPRM. Projeto Jequitinhonha. Programa Geologia do Brasil.
- Silva, C.R., Mello, E.F., Almeida, C.N. 2010. *Metodologia de avaliação de riscos geológicos à saúde ambiental em áreas de mineração: uma revisão*. Rio de Janeiro: UFRJ. 23 p. [artigo submetido e aceito pela Revista Brasileira de Geociências em 08 jul. 2010].