

# Flúor em Água Subterrânea usada pelo Sistema de Abastecimento Público do Município de Serra do Ramalho, Bahia<sup>1</sup>

Manuel Vitor P. GONÇALVES<sup>2</sup>, Manoel Jerônimo Moreira CRUZ<sup>3</sup>, Carlos Alberto Machado COUTINHO<sup>4</sup> Elinaldo Fonseca SALES<sup>5</sup>

## Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar as condições de potabilidade das águas subterrâneas usadas para o abastecimento público em relação aos teores de flúor no município Serra do Ramalho, Bahia. Para a análise da qualidade da água determinou-se *in situ* os parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais dissolvidos (STD), por equipamento eletrônico multiparâmetro (Manta2); e fluoreto pelo método espectrofotométrico SPADNS (Logen 4000). As análises físico-químicas seguiram o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995)*. Os valores de fluoreto nos poços 9 (Agrovila 20) e 10 (Aldeia Pankaru), respectivamente com 2,15 e 1,81 mg/L foram superiores ao máximo permitido pela Resolução nº.357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde (MS). Segundo a Portaria nº. 1469/2000 (MS), ao se considerar o clima local, o valor máximo de fluoreto recomendado é 0,8 mg/L/dia, por isso, a água do poço 27 (Capão Preto) com 1,15 mg/L, não atende aos padrões de potabilidade. Estes valores podem estar associados à dissolução das mineralizações de fluorita encaixadas em carbonatos e ao sentido do fluxo das águas subterrâneas, propiciando a ocorrência de fluorose.

**Palavras chave:** poços tubulares, fluorose dentária, potabilidade, geologia médica.

## Abstract

This paper aims to evaluate the conditions of potability of groundwater used for public supply in relation to fluoride levels in the city of Serra do Ramalho, Bahia. For the analysis of water quality was determined *in situ* the parameters pH, temperature, dissolved oxygen (DO), total dissolved solids (TDS) by multiparameter electronic equipment (Manta2) and fluoride by the spectrophotometric method SPADNS (Logen 4000). The physical and chemical analysis followed the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995). The values of fluoride in wells 9 (Agrovila 20) and 10 (Pankaru Village), respectively with 2.15 and 1.81 mg / L were higher than the maximum allowed by Resolution 357/2005 the National Environment Council (CONAMA) and the Ordinance 518/2004 of the Ministry of Health (MOH). According to Ordinance 1469/2000 (MS), when considering the local climate, the maximum fluoride recommended is 0.8 mg / L / day, so the well water 27 (Capon Black) with 1.15 mg / L, does not meet the standards of potability. These values can be associated with the dissolution of fluorite mineralization embedded in carbonates and the hydraulic load of groundwater, leading to occurrence of fluorosis.

**Keywords:** tubulars wells, dental fluorosis, drinking water, medical geology.

---

<sup>1</sup> Este estudo contou com o apoio do CNPq através da bolsa de doutorado.

<sup>2</sup> Doutorando em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal da Bahia (UFBA) – zoovitor81@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Professor Associado II. Dr. UFBA, Instituto de Geociências, da Universidade Federal da Bahia (UFBA) - jeronimo@ufba.br

<sup>4</sup> Mestrando em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal da Bahia (UFBA) – calberto2@gmail.com

<sup>5</sup> Graduando em Química, Instituto de Química, da Universidade Federal da Bahia (UFBA) – sales@gmail.com

## 1 Introdução

A Geologia Médica investiga as relações entre a distribuição das espécies químicas distribuídas pela crosta e o comprometimento da saúde humana, como na contaminação geogênica da água por flúor (SILVA *et al.* 2010). Tais condições de potabilidade das águas subterrâneas e superficiais afetam a saúde dentária e óssea humana (DINIZ, 2006). Para Marimon (2006), a ingestão de altos teores de fluoreto durante a formação dentária causa a fluorose, que provoca manchas brancas a amareladas na superfície do esmalte, após penetrar a estrutura da apatita, principal componente dos dentes.

Estudos anteriores indicaram a ocorrência de fluorose relacionada à Formação Santa Maria (RS) (MARIMON, 2006) e a Formação Bambuí (MG) (DINIZ, 2006), devido à contaminação natural da água subterrânea por fluoretos. Velasquez *et al.* (2006) verificaram a prevalência de fluorose dentária de 81,5% a 97,7%, com 30% dos dentes em estágio severo de agravo, na população com idade entre 6 e 22 anos, de São Francisco (MG). Ainda para o Bambuí, Guimarães (2006) obteve teores de flúor dentro da faixa de potabilidade para água subterrânea, em Goiás, justificados pela pluviosidade e a cobertura sedimentar arenosa local.

A qualidade das águas dos aquíferos cársticos/fissurais é basilar a gestão dos recursos hídricos e à prevenção de endemias veiculadas por esta via. Por isso, em Serra do Ramalho (BA), com hidrogeologia, clima e relevância das águas subterrâneas para obtenção de água potável, similares ao norte de MG, os valores anômalos de fluoreto podem estar relacionados à fluorose, que seria um problema de saúde pública, devendo ser clinicamente diagnosticada e melhor entendida. Assim, o objetivo desta pesquisa é apresentar as condições de potabilidade das águas subterrâneas do município de Serra do Ramalho quanto aos teores de flúor.

## 2 Localização e Contexto Geológico

O município de Serra do Ramalho, situado entre 13°34'19" S e 43°35'52" W, no sudoeste da Bahia, à 964 km de Salvador, na bacia do Médio São Francisco, possui 31.638 habitantes e área de 2.593 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2007). Limita-se a norte e a leste com Bom Jesus da Lapa, a sul com Carinhanha e a oeste com São Félix do Coribe. Apresenta clima sub-úmido a semi-árido, pluviosidade entre 800 a 900 mm/ano e temperatura média anual de 23.7 °C, máxima de 30.5 °C e mínima de 19.8 °C. Também, as Formações pelito-carbonática do Proterozóico Superior (Bambuí) e arenitos do Cretáceo (Urucuia), platô da Serra homônima (BITENCOURT, 2004). Sua ocupação foi intensificada a partir de 1970 com o Projeto Especial de Colonização de Serra do Ramalho do Governo Federal, que criou 23 agrovilas com 250 casas, todas com infra-estrutura para as famílias translocadas por conta da construção da Represa do Sobradinho.

### 3 Material e Método

A amostragem da água ocorreu em superfície de 27 poços tubulares, georreferenciados por GPS, em janeiro de 2011, após a desconexão do sistema de captação e purga por 20 minutos. Foram determinados *in situ* o pH, OD, STD por equipamento multiparâmetro calibrado (Manta2) e o flúor por método espectrofotométrico SPADNS (LS Logen 4000), segundo o *Annual Book of ASTM Standards* (ASTM, 1996) e o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1995). Os resultados foram comparados aos limites de potabilidade internacional e nacional (Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA, nº. 357/2005; Portarias do Ministério da Saúde, MS, nº. 518/2004 e nº. 1469/00. O fluxo subterrâneo foi inferido a partir de dados do cadastro de poços da CERB.

### 4 Resultados e Discussão

Os valores de flúor apresentados na Figura 01 e na Tabela 02 estão fora dos padrões de potabilidade nos poços tubulares 9 (Agrovila 20) e 10 (Aldeia Pankaru), segundo a Resolução nº. 357/05 do CONAMA e a Portaria nº. 518/2004 do MS. Entretanto, as águas destes poços e do poço 27 (Capão Preto) (Tabela 01) encontram-se acima do limite máximo recomendado por Mendes e Oliveira (2006) e pela Portaria 1469/00 para consumo humano, quanto aos valores de fluoreto, que é de 0,8 mg/L/dia, devido a média da temperatura máxima do ar local, de 30,5° C. A dissolução da fluorita pode ser a principal fonte de fluoreto das águas subterrâneas do município de Serra do Ramalho (BA), conforme sugere o mapeamento da ocorrência de mineralizações no Grupo Bambuí, feito por Martins (2001), que se estendem para sul, até Minas Gerais. Também, pode estar relacionada ao fluxo das águas subterrâneas (Tabela 02).

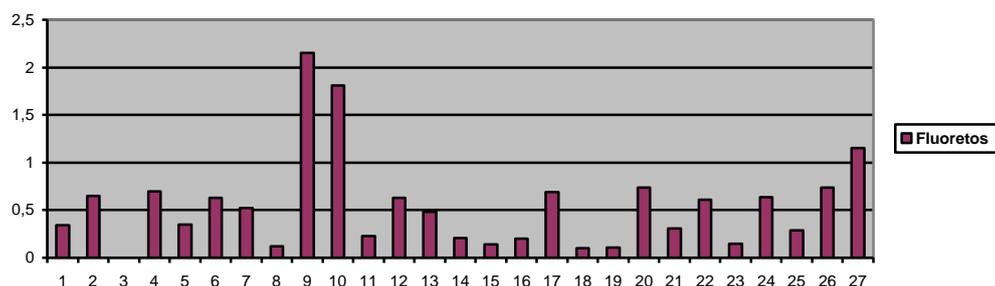


Figura 01. Teores de fluoretos (mg/l) em poço tubulares (1 a 27) em Serra do Ramalho, Bahia

Tabela 01. Comparação entre resultados com a bibliografia e legislação nacional e internacional.

Referências	Guimarães <sup>2</sup> (2006)	Nunes (2006)	CERB <sup>2</sup>	CPRM/SIAGAS <sup>2</sup>	DINIZ <sup>2</sup> (2006)	MARIMON (2006)	Trabalho Atual	Custodio & Llamas	OMS	Portaria 518/2004	357/2005 CONAMA	UE <sup>3</sup>
Local	Nordeste de Goiás	Jussiape (BA)	Serra do Ramalho (BA)	Serra do Ramalho (BA)	São Francisco (MG)	(RS)	Serra do Ramalho (BA)	Valor Máximo Encontrado	VMP <sup>1</sup>	VMP <sup>1</sup>	VMP <sup>1</sup>	VMP <sup>1</sup>
mg/l	0,01 a 0,65	0,1- 6,8	0,10-1,97	0,11-0,74	0,0-3,9	0,0-2,15	<b>0,0-2,15</b>	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5

1 Valor Máximo Permitido; 2 Aquíferos calcáreos carstificados da Formação Bambuí; 3 Diretiva 98/83/CE DL 243/2001.

Tabela 02. Parâmetros determinados nas águas subterrâneas do município de Serra do Ramalho, BA.

Poço	Local	Coordenadas – UTM		Cota (m)	Nível Estático (m)	Nível d'água (m)	OD (mg/l)	STD (mg/l)	Temp. (° C)	pH (units)	Fluoreto (mg/l)
01.	Agrovila 10	0647139	8503945	435	13,75	416,9	6,66	317,7	27,3	6,9	0,34
02.	Agrovila 08	0648302	8510154	449	11,72	435,3	5,34	329,65	27,38	6,8	0,65
03.	Agrovila 06	0650168	8517484	452	15,38	440,3	5,79	268,05	28,31	7,00	0,0
04.	Agrovila 04	0651886	8524470	445	10,75	429,6	6,21	575,9	31,08	7,20	0,70
05.	Agrovila 05	0657372	8513355	430	15,25	419,3	5,59	326,05	28,33	7,00	0,35
06.	Agrovila 03	0658487	8520676	432	13,90	416,8	6,40	470,75	29,61	6,55	0,63
07.	Agrovila 01	0660575	8529727	432	13,75	418,1	2,88	576,65	28,01	6,65	0,51
08.	CSB	0646477	8532202	443	-	-	3,39	210,1	28,38	7,25	0,12
09.	Agrovila 20	0635024	8528075	456	14,15	441,9	4,93	249,75	31,24	7,1	2,15
10.	Aldeia Pankaru	0633507	8518467	488	-	-	5,46	287,27	27,67	7,10	1,81
11.	Agrovila 18	0638048	8519500	482	20,00	462	3,52	353,95	27,77	6,9	0,23
12.	Agrovila 17	0638067	8511770	509	44,00	465	6,59	362,85	27,19	7,05	0,63
13.	Agrovila 11	0646189	8497330	452	15,18	436,8	4,52	266,55	28,73	7	0,48
14.	Agrovila 12	0640421	8498533	461	20,88	440,1	4,13	384,3	27,35	6,9	0,21
15.	Mandiagu	0635391	8501950	495	3,95	550,1	5,73	500,65	27,28	6,8	0,14
16.	Taquari	0630014	8501690	554	34,45	465,6	6,01	418,9	26,59	7,05	0,20
17.	Mata Verde	0632576	8493086	500	26,58	438,4	6,9	379,35	27,36	7,25	0,69
18.	Agrovila 13	0638387	8490161	465	23,68	434,3	7,60	460,4	27,63	7,5	0,1
19.	Agrovila 14	0636983	8484052	458	20,00	426,8	5,90	382,80	26,63	7,4	0,11
20.	Boa Vista	0667992	8507231	434	7,25	462	4,37	338,45	28,80	7,7	0,74
21.	Agrovila 22	0646706	8488516	431	-	-	4,35	515,4	29,34	7,1	0,31
22.	Agrovila 09	0654886	8502331	437	11,16	425,8	4,28	602,45	28,72	6,9	0,61
23.	Pedra Solta	0637208	8506779	478	12,35	465,7	6,29	339,4	26,77	7,30	0,15
24.	Faz. Roberto	0632715	8511052	517	34,35	460,7	2,66	584,75	27,59	6,95	0,64
25.	Sítio Aroeira (Agr. 09)	0654838	8501650	439	11,16	427,8	3	629	28	6,9	0,29
26.	Pambu	0664799	8522407	433	7,92	424,1	3,89	336,25	30,09	7,9	0,74
27.	Capão Preto	0668400	8514888	432	11,16	425,8	6,22	506,15	27,84	8,05	1,15
Média							5,13	406,42	28,18	7,12	0,54
Desvio Padrão							1,35	119,63	1,22	0,35	0,50

\*Obtidos a partir do cadastro dos poços da Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia, CERB.

## Conclusões

Os teores de flúor obtidos nos poços tubulares 9 (Agrovila 20), 10 (Aldeia Pankaru) e 27 (Capão Preto) foram acima do limite de potabilidade recomendado pela legislação nacional e internacional. Esta anomalia, no município de Serra do Ramalho (BA), deve está relacionada, principalmente, a ocorrência de mineralizações de fluorita; bem como à direção do fluxo das águas subterrâneas, conforme o gradiente hidráulica. Entretanto, as anomalias de fluoreto nas águas dos poços estudados apenas deveria ser utilizadas se fosse possível a mistura com as águas de chuvas ou fluviais. Isto poderia integrar as estratégias de prevenção da cárie e de gestão hídricas.

## Referências

- American Public Health Association - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 ed. Washington, D.C.: 1995.
- ASTM. Annual Book of ASTM Standards. Vol.11.01. Water (I). Section 11. 1996.
- BITENCOURT, A. L. V. **A Formação e Evolução Estratigráfica do Abrigo do Morro Furado: Processos Interativos entre a Morfogênese Cársica e a ocupação pré-histórica**. Canindé (MAX/UFS), Xingó, v. 4, n. 4, p. 55-73, 2004.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N°. 357/05**. Disponível em: [www.lei.adv.br/020-86.htm](http://www.lei.adv.br/020-86.htm). Acesso: Outubro de 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 518/ 2004**. Brasília, DF: Ministério da Saúde - MS, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº.1469/00**. Brasília, DF: Ministério da Saúde - MS, 2000.
- DINIZ, Luciana Galuppo. **O Flúor nas Águas Subterrâneas do Estado de Minas Gerais**. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.
- GUIMARÃES, Sabrina de Moraes. **Investigação da Ocorrência de Fluorese Associada ao consumo de água subterrânea na região nordeste do estado de Goiás Utilizando Sistema de Informações Geográficas**. 67 f. Monografia (Graduação) - Curso de Tecnologia em Geoprocessamento, Centro Federal de Educação Tecnológica do Estado de Goiás, 2006.
- IBGE Brasil. IBGE Síntese dos Indicadores Sociais 2007. **Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira**, 2007.
- MARIMON, Maria Paula Casagrande. **O Flúor nas Águas Subterrâneas da Formação Santa Maria, na Região de Santa Cruz e Venâncio Aires, RS, Brasil**. 228 f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- MARTINS, Violeta de Souza. **Estudo de Inclusões Fluídas e de Isótopos de Estrôncio dos Depósitos de Fluorita da Serra do Ramalho (Bahia) e Montalvânia (Minas Gerais)**. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2001.
- MENDES, Benilde & OLIVEIRA, J. F. Santos. **Qualidade da Água para o Consumo Humano**. Lisboa: Lidel, 2004.
- VELASQUEZ et al. (2006). **Fluorese Dentária e Anomalias de Flúor na Água Subterrâneas no Município de São francusco, Minas Gerais**. In: Cássio Roberto da Silva (Ed.). Rio de Janeiro: CPRM, Serviço Geológico do Brasil, 2006.
- SILVA, Cássio Roberto (Editor). **Geodiversidade do Brasil: Conhecer o Passado para Entender e Prever o Brasil**. Rio de Janeiro: CPRM– Serviço Geológico do Brasil, 2008. Disponível em: [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br). Acesso em: 04.06.2010.