

CONTAMINAÇÃO DO MANANCIAL SUBTERRÂNEO POR FLUOR NO MUNICÍPIO DE VERDELÂNDIA – MINAS GERAIS

Frederico Soares Dias¹ & Jeanny Keller Bragança²

Resumo - Este estudo foi desenvolvido no município de Verdelândia, no norte de Minas Gerais, em uma região drenada pelo Rio Verde, na qual ocorrem calcários e siltitos do Grupo Bambuí. Na área estudada foram registrados casos de degeneração dos dentes em crianças, provocados pelo consumo de água subterrânea naturalmente contaminada por flúor. O excesso do íon fluoreto foi detectado em quatro poços tubulares. Em todos os casos, a água contaminada deriva de rocha carbonática. A contaminação do manancial subterrâneo é heterogênea, sendo que poços próximos, com características similares, podem apresentar enormes variações no teor em flúor. Na maioria dos poços os valores não ultrapassam o limite da legislação, porém, a contaminação chega a exceder em mais de sete vezes este limite. Casos assim se devem geralmente a distribuição preferencial de fluorita ao longo de certas zonas ou estruturas das rochas.

Abstract - The present study was conducted in the municipality of Verdelândia, in the north of Minas Gerais, in a region drained by Rio Verde, in which limestone and pelite of the Bambuí Group can be found. In the studied area, cases were registered of tooth deterioration in children, provoked by the consumption of subterranean water, naturally contaminated by fluorine. The excess of fluoride ion was detected in four tubular wells. In all cases, the contaminated water derives from carbonatic rocks. The contamination of the subterranean fountain is heterogeneous, and neighboring wells, with similar characteristics, may present enormous variation of the content in fluorine. In most wells, the values do not exceed the limit established by legislation, however, the contamination can reach more than seven times this limit. Such cases are owed generally to a preferential distribution of fluorite through certain zones or rock structures.

Palavras-Chave - flúor; hidrogeologia.

¹ COPASA, Divisão de Águas Subterrâneas. Rua Mar de Espanha, nº 453, Belo Horizonte. Tel. (31) 3250 2312. E-mail frederico.dias@copasa.com.br

² COPASA, Distrito de Janaúba. Tel. (38) 38294150. Janaúba – M.G. E-mail jeanny.Bragança@copasa.com.br

INTRODUÇÃO

Este estudo faz parte de uma ampla pesquisa sobre as características hidrodinâmicas e hidroquímicas dos aquíferos carbonáticos do norte de Minas Gerais, que está inserida no projeto “Investigação Hidrogeológica do Flúor em Aquíferos Carbonáticos do Médio São Francisco, MG, e a Epidemiologia da Fluorose Dentária Associada”, empreendimento multidisciplinar financiado pelo CNPq e que envolve docentes da UFMG e profissionais da COPASA e da FUNASA. O presente artigo mostra os primeiros estudos de um trabalho que começa a se desenvolver, e que abrangerá estudos hidrogeológicos e hidroquímicos de ampla área do norte de Minas Gerais.

A área de estudo localiza-se na região norte de Minas Gerais, na bacia do rio Verde Grande, tributário da margem direita do rio São Francisco (Figuras 1 e 2). Abrange as localidades de Verdelândia (sede do município de mesmo nome), Agreste e Amargoso (comunidades rurais). O sistema de abastecimento de água da cidade de Verdelândia atende a cerca de 950 ligações. Os sistemas de Agreste e Amargoso somam 132 ligações. A COPASA detém as concessões destes sistemas.

Embora o rio Verde Grande constitua um manancial superficial disponível para as localidades inseridas na área em estudo, o abastecimento é feito com água subterrânea, principalmente por fatores econômicos (existe um projeto de se usar água fluvial na sede do município, devido a alta dureza da água subterrânea). O aquífero utilizado na área é constituído por calcário e dolomito e, em certas partes, encontra-se contaminado com fluoreto, o que limita sua potabilidade. No passado ocorreram, em Amargoso, casos de fluorose dentária (doença associada à ingestão em excesso flúor e que causa a degeneração dos dentes) relacionados à água subterrânea.

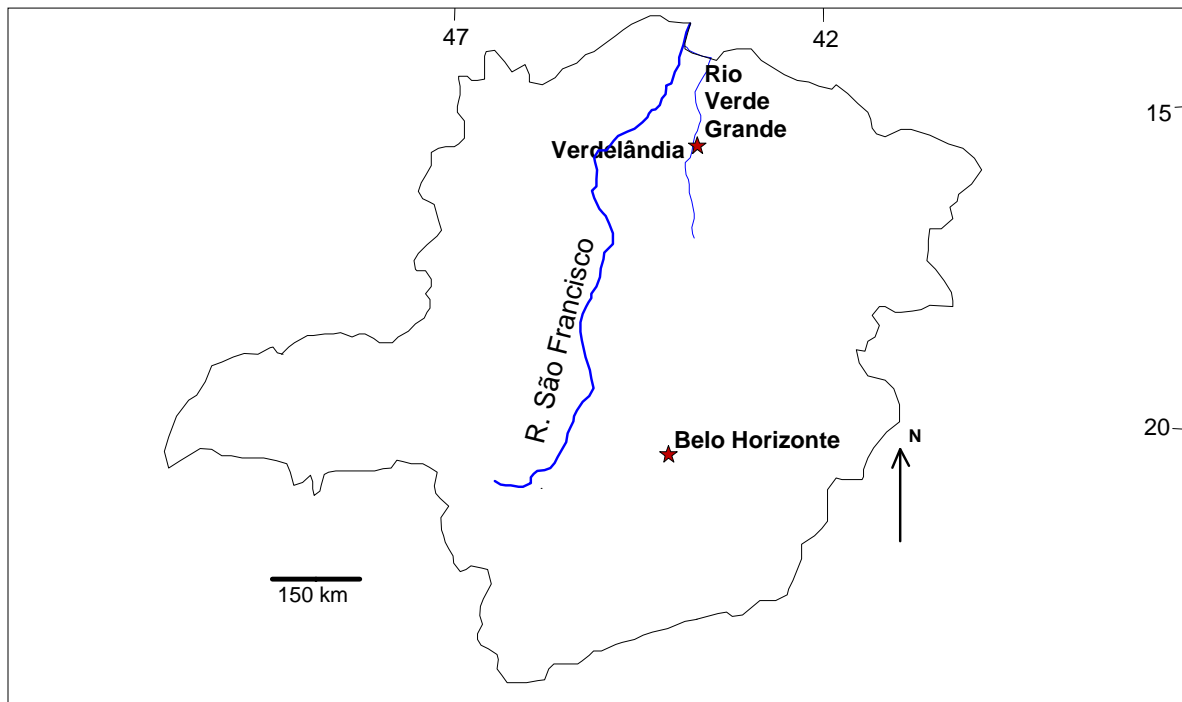


Figura 1 – Mapa de localização.

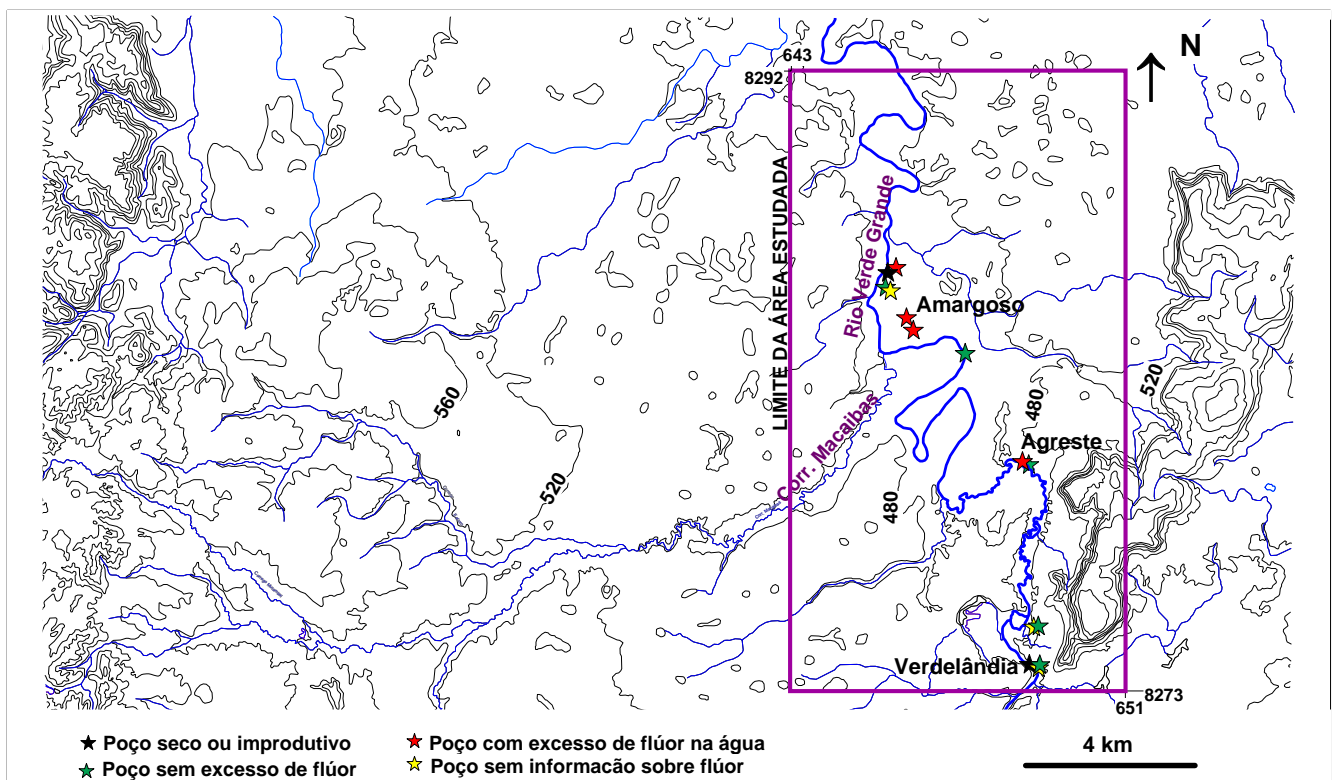


Figura 2 – Mapa mostrando a área estudada e a localização dos poços.

Curvas de nível e hidrografia digitalizadas pelo GEOMINAS.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁREA

A área em estudo localiza-se na bacia do rio Verde Grande, que constitui o nível de base local. O clima é quente, com temperaturas médias anuais em torno dos 26 graus e média das máximas de 30 graus. A precipitação média é da ordem de 950 mm por ano, fortemente concentrada no verão, com uma estação seca no inverno.

A região é dominada por rochas do Grupo Bambuí. Tal unidade constitui-se de um espesso pacote de sedimentos clásticos e químicos depositados durante o Proterozóico Superior. Começa com um conglomerado basal de ocorrência restrita, sobreposto por uma seqüência pelito-carbonatada e termina com siltitos e arcóseos. A seqüência pelito-carbonatada foi estudada por Costa & Branco, 1961 [1]; Oliveira, 1967 [2]; Braun, 1968 [3]; Dardenne, 1778 [4]; Pfrug & Renger, 1973 [5]; Scholl, 1976 [6]; Martins, 1993 [7]; e Babinsky, 1993 [8], entre outros. A base é constituída por um pacote de rochas carbonáticas (margas, calcários e dolomitos) denominada Formação Sete Lagoas, sobreposta por uma unidade composta por clásticos finos (argilitos, ardósias, filitos e siltitos), denominada Formação Serra de Santa Helena; sobre esta ocorre a Formação Lagoa do Jacaré, composta por rochas carbonáticas e clásticos finos intercalados; estratigraficamente acima temos a Formação Serra da Saudade que é formada por argilitos e folhelhos verdes que passam gradativamente para siltitos feldspáticos ou arcoseanos no topo. O conjunto destas formações é conhecido como Subgrupo Paraopeba. A Formação Três Marias, composta por siltitos e arcóseos, é a unidade de topo do Grupo Bambuí.

As rochas constituintes dos aquíferos da região pertencem ao Subgrupo Paraopeba. Basicamente ocorrem duas unidades: uma unidade carbonática (calcário e dolomito) sobreposta por uma unidade pelítica, composta principalmente por silito. Estratigraficamente acima encontra-se outra unidade carbonática, que forma as encostas da Serra da Jaíba. A unidade carbonática inferior constitui os aquíferos utilizados pelas populações de Verdelândia, Agreste e Amargoso.

Foi feito um estudo de fotointerpretação, em escala 1: 60.000, com objetivo de demarcar os lineamentos estruturais na área da bacia. Tais lineamentos representam basicamente planos de fratura ou falha. É grande a importância destas estruturas, pois, como a porosidade primária das rochas é desprezível, será através dos planos de descontinuidade (fraturas, falhas e planos de acamamento) que a água circulará. Assim, o estudo das direções de lineamentos nos permite determinar quais as possíveis direções preferenciais do fluxo subterrâneo. Porém, deve-se levar em conta que a frequência de tais lineamentos é apenas um dos fatores a se considerar para se determinar as principais direções de fluxo. Outros elementos, principalmente os tipos de estruturas, as relações entre as litologias e a direção do gradiente hidráulico, devem ser considerados.

O estudo das direções de lineamentos estruturais foi feito em duas partes: levando-se em conta o número de lineamentos em cada direção; e considerando-se a extensão total dos

lineamentos em cada direção. As figuras 3 e 4 mostram as rosetas referentes a estes estudos. Nota-se, em ambos os casos, a tendência predominante para N50-60E, com destaque também para as direções N0-20W, N30-40W, N50-60W, N30-50E e N60-80W. Porém, No estudo da extensão total dos lineamentos, há um destaque bem maior para as direções N70-80E, N30-40E e N30-40W.

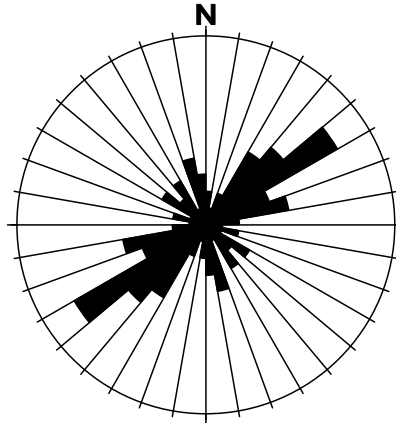


Figura 3 – Roseta mostrando as direções com maior número de lineamentos fotointerpretados. 58 medidas.

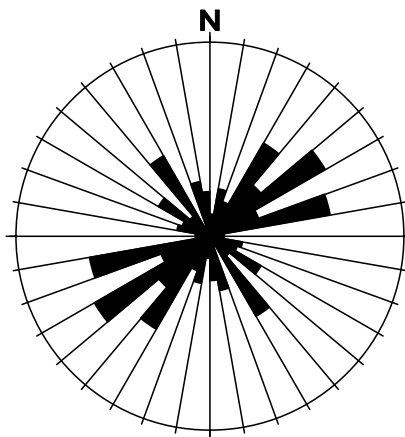


Figura 4 – Principais direções de lineamentos em extensão. Total 131 km.

Esta estruturação se deve provavelmente a um esforço de direção W-NW que, a cerca de 30 km a leste, provocou o cavalgamento de rochas do Grupo Macaúbas sobre o Grupo Bambuí (Mourão *et al*, 1996 [9]).

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS

Estão cadastrados, na área estudada, 14 poços tubulares (porém não se têm dados sobre todos eles), e se tem informação de duas perfurações sem sucesso. Tais poços encontram-se distribuídos próximos às margens do rio Verde Grande, na cidade de Verdelândia e junto às populações rurais. A tabela 1 mostra parâmetros construtivos e hidráulicos dos poços, sendo que os poços com mais de 1,5 mg/L de flúor na água estão marcados em vermelho. As profundidades variam entre 54 e 150 m, com média de 95,5 m. Os parâmetros hidráulicos dos poços apresentam uma grande dispersão de valores, típica de aquíferos instalados em meios anisotrópicos (testemunhando a grande heterogeneidade do aquífero fissural instalado nas rochas carbonáticas), mostrando grande diferença entre mínimos e máximos. As capacidades específicas variam entre 0,22 e 6,18 m³/h/m, com média de 1,2 m³/h/m. O poço com maior capacidade específica (Amargoso E-01, com 6,19 m³/h/m), está contaminado com flúor (4,8 mg/L).

Tabela 1 – Parâmetros hidráulicos e construtivos dos poços.

Poço	NE(m)	ND(m)	s (m)	Q(m ³ /h)	Q/s(m ³ /h/m)	Profundidade (m)	Profund. Do Revestimento (m)	Prof. Entradas d'água (m)
Amargoso C-01	13	27,98	14,98	13,32	0,89	54	34,7	19; 24; 27; 29; 52
Amargoso C-02	21,6	69,16	47,56	1,8	0,04	100	16,4	74
Amargoso C-03	11,57	20,4	8,83	12,56	1,42	96	41,5	95
Amargoso C-04	4,75	60	55,25	8,42	0,15	75	18	13, 42
Amargoso C-05	6,67	73,7	67,03	11,23	0,17	120	26,65	31, 52, 82
Amargoso E-01	13	15	2	12,37	6,19	87		
Agreste C-01	10,73	115,99	105,26	2,34	0,02	150	25,8	110, 128
Verdelândia C-01	10,96	21,62	10,66	30	2,81	67,3	6	23, 60
Verdelândia C-02	7,4	33,5	26,1	27,4	1,05	65,7	11,7	15, 52
Verdelândia C-03	10	62,6	52,6	5,47	0,10	129	11	36, 48
Verdelândia E-01	14,4	57,63	43,23	2,83	0,07	106		
Média	11,3	50,7	39,4	11,6	1,2	95,5	21,3	
Mínimo	4,75	15	2	1,8	0,22	54	6	
Máximo	21,6	115,99	105,26	30	6,185	150	41,5	

A maioria dos poços esta posicionada junto a estruturas com direções N30-40E e/ou N50-60W, principalmente a primeira; três dos quatro poços com excesso de flúor se posicionam junto a estruturas com direções entre N25E e N40E. Entretanto, os dados disponíveis até o momento não permitem indicar uma direção específica para a contaminação por flúor, pois poços com baixos e altos teores seguem estruturas com as mesmas direções.

QUALIDADE DA ÁGUA

A água subterrânea do aquífero carbonático/fissural apresenta elevada dureza, alta condutividade e pH alcalino. As análises químicas disponíveis até o momento não são suficientes para um estudo hidroquímico pormenorizado, pois há poucos dados disponíveis, principalmente sobre cátions. Além da contaminação por flúor, a mais grave, ocorrem uns poucos poços com excesso de ferro ou manganês. Segundo Silva (1984), as águas subterrâneas desta região não apresentam, no geral, restrições ao uso agrícola, humano e a alguns tipos de uso industrial, apesar da alta dureza.

O valor máximo permitido para o flúor, na área de estudo, é de 1,5 mg/L (Portaria 1469 do Ministério da Saúde). Em quatro poços o teor ultrapassa tal limite, conforme mostra a Tabela 2. Na cidade de Verdelândia, apesar do uso da água subterrânea ser antigo, nunca foram detectados problemas relacionados à contaminação por flúor. Enquanto, em Amargoso já foram diagnosticados, no passado, vários casos de fluorose dentária em crianças.

Tabela 2 – Poços contaminados com flúor (teor > 1,5 mg/L)

POÇO	TEOR (MG/l)
AMARGOSO C-03	11,0
AMARGOSO C-05	7,86
AMARGOSO E-01	4,8
AGRESTE C-01	> 2,0

Em todos os nove poços em foi detectada a presença do íon fluoreto, os teores são maiores que 2 mg/L ou menores que 0,2 mg/L. Não há casos intermediários. Além disso, poços próximos, com características similares, podem apresentar enormes diferenças no teor em flúor. Tais fatos demonstram a grande heterogeneidade de distribuição da contaminação no aquífero carbonático. No norte de Minas Gerais há outros casos de contaminação semelhante, associados a mineralizações de fluorita ao longo de determinadas estruturas (Menegasse *et al*, 2004 [11]).

CONCLUSÃO

Na área estudada, os poços têm uma capacidade específica média de 1,2 m³/h/m, suficiente para abastecer pequenas cidades e comunidades rurais, porém, nas localidades de Amargoso e Agreste, ocorre uma contaminação natural do manancial subterrâneo por flúor, o que limita sua utilização. O estudo de fotointerpretação mostra as direções preferenciais de lineamentos no aquífero carbonático/fissural (N30-40E, N50-60E, N70-80E e N50-60W), porém não foi possível relacionar as direções das estruturas com a contaminação, pois poços posicionados junto a

lineamentos com a mesma direção apresentam grandes variações no teor em fluoreto. Casos assim se devem geralmente a distribuição preferencial de fluorita ao longo de certas zonas ou estruturas das rochas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] COSTA, M. T. & BRANCO, J. J. R., 1961. Roteiro para Excursão Belo Horizonte-Brasília. UFMG, Instituto de Pesquisas Radiativas. Belo Horizonte.
- [2] OLIVEIRA, M. A. M. Contribuição a Geologia da Parte Sul da Bacia do São Francisco e Áreas Adjacentes. In Coletânea de Relatórios de Exploração. Rio de Janeiro. PETROBRÁS, 1967. v. 1, p. 70-105.
- [3] BRAUN, O. P. G. 1968. Contribuição a Estratigrafia do Grupo Bambuí. Anais do Congresso Brasileiro de Geologia. SBG. Belo Horizonte.
- [4] DARDENE, M. A., 1978-a. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. Anais, 30-º Congres. Bras. Geologia, Soc. Bras. Geol., Vol.12, Recife, 597-610p.
- [5] PFRUG, R. & RENGER, F.-1973- Estratigrafia e evolução geológica da margem SE do Craton San Franciscano. Anais do 27º Congresso Brasileiro de Geologia, 1-19p.
- [6] SCHOLL, W. U.-1976- Sedimentologia e Geoquímica do Grupo Bambuí da parte Sudeste da Bacia do São Francisco. Anais do 29º Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 2, Ouro Preto, 207-232p.
- [7] MARTINS, M.; TEIXEIRA, L. B.; BRAUN, O. P. G. 1993. Considerações Sobre a Estratigrafia da Bacia do São Francisco com Base em Dados de Subsuperfície. Anais do II Simpósio do Cráton São Francisco. SBG. Salvador.
- [8] MOURÃO, *et al*, 1996. Mapa Geológico da Folha Janaúba, Minas Gerais, Brasil. UFMG / COMIG. Belo Horizonte.
- [9] Menegasse, *et al*. 2003. Origem do Flúor na Água Subterrânea e sua Relação com os casos de Fluorose Dental no município de São Francisco, Minas Gerais. Relatório de Pesquisa. Fapemig. Belo Horizonte.
- [10] SILVA, A. B. 1984. Análise Morfoestrutural, Hidrogeológica e Hidroquímica no Estudo do Aquífero Cárstico do Jaíba, Norte de Minas Gerais. Tese de Doutorado. USP. São Paulo.