

PARTE IV

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

CAPÍTULO 9

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

As concentrações de fluoreto e a composição das águas no sistema Aquífero Cárstico-fissural do Grupo Bambuí na região de Verdelândia, Varzelândia e Jaíba refletem, principalmente, a composição das unidades aquíferas e as formas de circulação das águas.

Os calcários da Fm. Lagoa do Jacaré (Aquífero Carbonático Inferior) e do topo da Fm. Serra da Saudade (Aquífero Carbonático Superior) apresentam porosidade e permeabilidade suficientes para armazenar e conduzir a água, e esses reservatórios são explorados através de poços tubulares que podem apresentar vazões maiores que 100m³/h. Nesses aquíferos existem fácies enriquecidas em flúor, principalmente pela ocorrência de fluorita nos calcarenitos e calcirruditos oolíticos e intraclásticos e em veios calcíticos. Os calcários podem apresentar teores maiores que 900ppm, valor superior ao máximo do intervalo normal para calcários (330ppm).

Através da dissolução da fluorita as águas bicarbonatadas típicas desses aquíferos são enriquecidas em íons fluoreto. O fluoreto apresenta concentrações que variam de 0,1mg/L até 11mg/L nas águas subterrâneas na região, e as ocorrências maiores que 1,5 mg/L não coincidem espacialmente com os locais onde foram encontradas as rochas ricas em flúor. Interpreta-se que as rochas são a principal fonte de flúor para as águas subterrâneas, entretanto as ocorrências de altas concentrações desse elemento nas águas só ocorrerão se existirem condições hidrodinâmicas e químicas favoráveis.

A distribuição espacial das ocorrências de altas concentrações de fluoreto e o estudo hidroquímico demonstram que águas de maior razão Na/Ca, de temperatura mais elevada e de longo período de renovação são condições importantes para essas ocorrências no sistema Aquífero Cárstico-fissural do Grupo Bambuí na região estudada. Essas condições favoráveis às concentrações de fluoreto não ocorrem no aquífero todo, mas em zonas específicas.

O modelo hidrogeológico proposto permitiu interpretar uma relação importante entre os locais onde as águas são quimicamente favoráveis à concentração do fluoreto e a dinâmica das águas. Nas zonas onde os poços atravessam fraturas e condutos de circulação profunda, com águas provenientes da descarga regional, mais antigas, com pouca contribuição da recarga direta de águas meteóricas, as águas são mais enriquecidas em fluoreto. Essas condições ocorrem no Aquífero Carbonático Inferior na região de Mocambinho (Jaíba) e próximo ao rio Verde Grande, especialmente onde o aquífero é sobreposto pelo aquitarde .

Três fatores foram identificados como controladores dos volumes e composição química dos fluxos nos aquíferos na região: fraturas e feições cársticas de abertura e profundidades diferentes, posição topográfica e estratigráfica da unidade aquífera e tipos de recarga.

Os poços associados a fraturas e feições cársticas de direções WNW, NS e NNE apresentam as vazões mais elevadas. As direções WNW e NNE foram as únicas direções de fraturas e feições cársticas associadas a poços que apresentaram ocorrências de concentrações de fluoreto superiores a 0,8mg/L. Essas direções foram interpretadas como direções de fraturas e falhas profundas e abertas, cujas águas apresentam maior contribuição de fluxos profundos.

As fraturas e feições cársticas de direção ENE são as de vazões mais baixas com salinidade também mais baixa que a salinidade das águas nas demais estruturas. Entende-se que as fraturas nessa direção são abertas em superfície e tendem a fechar em profundidade, e por isso permitem apenas a instalação de uma carstificação rasa, com circulação de fluxos locais.

Na serra do Sabonetal, o Aquífero Carbonático Superior (ACS) apresenta águas provenientes de fluxos locais, com curto tempo de residência. Além de estar posicionada em cotas altas, a existência de associações de fácies pelíticas na base dessa unidade hidrogeológica impede a conexão direta com o Aquífero Carbonático Inferior, situado estratigraficamente abaixo. Como é previsto para fluxos locais, as concentrações de fluoreto nas águas nesse aquífero são baixas.

Assim conclui-se que o Sistema Aquífero Cárstico-fissural do Grupo Bambuí no norte de Minas Gerais é compartimentado, com duas unidades aquíferas com características distintas, cujos fluxos estão condicionados de forma heterogênea por estruturas rúpteis e feições cársticas. As formas de recarga são diferentes em cada compartimento e existe uma variação química importante nas águas relacionadas à existência de fluxos profundos e fluxos superficiais.

As concentrações de fluoreto nas águas subterrâneas são maiores nas águas mais antigas (nos fluxos profundos) e as águas que apresentam razão sódio/cálcio altas são mais favoráveis a ocorrência de concentrações de fluoreto prejudiciais a saúde.

Sugere-se também que, nas unidades aquíferas estudadas, a locação de poços a menos de 250 metros dos lineamentos é bastante promissora, sendo normalmente zonas de vazões altas com águas de menor salinidade e com concentrações de flúor geralmente menores que nas águas de poços não associados a lineamentos. Importante destacar que os lineamentos nesse estudo representam feições lineares no relevo relacionadas às estruturas cársticas, diferenças de umidade na vegetação e drenagens controladas estruturalmente interpretadas na escala 1: 50.000.

Espera-se que o mapeamento geológico e hidrogeológico, as direções de fluxo aqui propostas e as formas de recarga descritas possam auxiliar na perfuração de poços com águas de qualidade e na escolha dos poços de monitoramento nos municípios de Jaíba, Verdelândia e Varzelândia.

Os estudos realizados no Sistema Aquífero Cárstico-fissural do Grupo Bambuí revelou a importância da composição do aquífero, formas de circulação e reações hidrogeoquímicas para o entendimento do comportamento do flúor nas águas subterrâneas. Os dados gerados e as

hipóteses e conclusões obtidas apontam para novos questionamentos cujas respostas podem ser alcançadas por meio da aplicação de outras metodologias.

Destacam-se quatro questões que podem trazer contribuições significativas ao entendimento do funcionamento do sistema aquífero do Grupo Bambuí e ao comportamento do flúor em suas águas:

- 1) Pesquisas hidrogeológicas em escala de semi-detalle em áreas com concentrações anômalas de fluoreto, incluindo quantificação da recarga, aplicação de traçadores e medição dos parâmetros hidrodinâmicos.
- 2) Aplicação da modelagem hidrogeoquímica a fim de descrever as reações químicas ao longo dos fluxos locais e regionais identificados e principalmente as reações relacionadas ao aumento das concentrações de fluoreto em cada compartimento hidrogeológico.
- 3) Aperfeiçoamento do estudo de lineamentos a partir da interpretação em escala de maior detalhe, como sugerem Sander (2007) e Fernandes (2008), e investigação da zona de influência das fraturas e feições cársticas identificáveis no relevo a fim de calibrar o *buffer* utilizado para a associação de poços e lineamentos.
- 4) Mapeamento geológico, acompanhado por furos de sondagem, na região de Mocaminho (noroeste de Jaíba) para elucidar os litotipos que funcionam como aquífero e comprovar a existência da “barreira geoquímica”, hipótese proposta para explicar as variações bruscas na química das águas nessa área.