

Mineração e Crise Hídrica em Minas Gerais: Quadrilátero Ferrífero/Quadrilátero Aquífero

Mining and Water Crisis in Minas Gerais State, Brazil: Iron Quadrangle/Water Quadrangle

Múcio do Amaral Figueiredo

Doutor em Ciências Naturais - Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ, Departamento de Geociências – DEGEO, Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeog, Brasil
muciofigueiredo@ufs.edu.br

Resumo

Evidenciando-se como uma atividade humana bastante antiga, praticada desde os primórdios da humanidade, a mineração, com o decorrer do tempo e do desenvolvimento cultural, tornou-se cada vez mais importante para os diversos povos nas mais diversas regiões do globo. Os empreendimentos minerários de grande porte geralmente consomem grandes volumes de água, muitas vezes estabelecendo uma competição por este recurso natural e muitas regiões do globo. O Brasil, e o Estado de Minas Gerais, e mais especificamente a região do Quadrilátero Ferrífero (QF), têm experimentado uma aceleração exponencial por demanda hídrica. No caso do QF, uma demanda em torno do abastecimento hídrico da crescente Região Metropolitana de Belo Horizonte (BMBH), a terceira maior região metropolitana do Brasil, atrás apenas das de São Paulo e Rio de Janeiro, e também da crescente demanda hídrica pelos novos projetos minerários e pela expansão dos já existentes. A Formação Cauê, uma unidade geológica rica em minério de ferro de alta qualidade, intersecciona-se com o Aquífero Cauê, o mais importante manancial hídrico subterrâneo do QF. A inevitável e necessária exploração do minério de ferro da Formação Cauê e as atividades minerárias e obras de engenharia decorrentes constituem um conflito socioambiental, pois, ameaçam a integridade do Aquífero Cauê, responsável, em última instância, pelo abastecimento hídrico da RMBH. Muitas questões ainda não foram adequadamente respondidas relativas à real dimensão do conflito, bem como das consequências de eventual desastre ambiental na bacia hidrográfica do Rio das Velhas, a montante da estação de captação hídrica de Bela Fama.

Palavras-chave: Aquífero Cauê, Abastecimento Hídrico, RMBH.

Abstract

Showing itself as a very old human activity, practised since the beginning of humanity, mining, with the passage of time and cultural development, has become increasingly important for the different peoples in the most diverse regions of the globe. Large-scale mining enterprises generally consume large volumes of water, often establishing competition for this natural resource and many regions of the globe. Brazil, and the State of Minas Gerais, and more specifically the Iron Quadrangle (IQ) region, have experienced an exponential acceleration by water demand. In the case of IQ, demand for water supply in the growing Metropolitan Region of Belo Horizonte (MRBH), the third-largest metropolitan region in Brazil, behind only those in São Paulo and Rio de Janeiro, and also the growing water demand by new mining projects and the expansion of existing ones. The Cauê Formation, a geological unit rich in high-quality iron ore, intersects with the Cauê Aquifer, the most important underground water source in the IQ. The inevitable and necessary exploration of the iron ore of the Cauê Formation and the resulting mining activities and engineering works constitute a socio-environmental conflict. They threaten the integrity of the Cauê Aquifer, responsible, ultimately, for the water supply of the MRBH. Many questions have not yet been adequately answered regarding the real dimension of the conflict and the consequences of an eventual

environmental disaster in the Rio das Velhas watershed, upstream of the Bela Fama water catchment station.

Keywords: Cauê Aquifer, Water Supply, BHMR.

1. INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade humana bastante antiga e começou a ser praticada ainda nos primórdios da humanidade. Com o decorrer do tempo e do desenvolvimento cultural, tornou-se cada vez mais importante para os diversos povos nas mais diversas regiões do globo. Sua prática está relacionada à busca por recursos minerais, que, nos primórdios, era voltada para manifestações culturais (pigmentos de origem mineral utilizados nos amálgamas utilizados nas pinturas rupestres, notadamente os óxidos de ferro - Hematita). No decorrer da evolução humana, outras utilizações foram descobertas e aprimoradas, como a transformação de minerais, retirados de locais específicos na natureza (jazidas), submetidos ao fogo, e transformados em ligas metálicas, por sua vez, transformadas em ferramentas, utensílios e armas.

Com a revolução industrial, o aço se populariza, bem como diversos outros tipos de ligas metálicas derivadas de minérios vários; o petróleo e gás natural, além da intensificação da mineração de outros gêneros minerais já conhecidos e valorizados, como ouro e gemas.

Tudo isso, mostra a inequívoca importância da exploração dos recursos minerais e sua fundamental necessidade e utilidade para a sustentação do progresso material e tecnológico da humanidade.

Para isso, a contínua demanda por recursos minerais proporcionou também a elaboração de projetos minerários cada vez maiores e abrangentes. As operações minerárias tomaram proporções significativas de amplitude e influência regionais. Nessas operações, tornou-se necessário o planejamento de abastecimento hídrico, dada a envergadura dos projetos.

Grandes projetos minerários foram estabelecidos em várias partes do mundo, causando, no decorrer dos anos, conflitos pelo uso da água, pois, de um lado havia a crescente demanda relacionada às operações minerárias; por outro, a também crescente demanda hídrica pelas populações humanas, principalmente as urbanas, fruto do crescimento populacional verificado na contemporaneidade de avanços tecnológicos e novas demandas sócio-econômico-culturais.

Os conflitos em torno do abastecimento hídrico provocaram tomadas de decisões relativas à criação de leis e normas jurídicas de amplitude internacional, buscando garantir o abastecimento hídrico equânime entre necessidades humanas habitacionais, urbanas, agrícolas, industriais e minerárias.

No plano internacional há mais de uma dezena de instrumentos jurídicos dentre Convenções, Declarações, Cartas e Protocolos que referenciam a água como elemento constituinte da dignidade e da vida. Não obstante, o problema fundamental em relação aos direitos humanos não é tanto o de justificá-los, mas o de protegê-lo (PAPATELLA *et al.*, 2018).

O Brasil, e o Estado de Minas Gerais, e mais especificamente a região do Quadrilátero Ferrífero (QF), têm experimentado uma aceleração exponencial por demanda hídrica. No caso do QF, uma demanda em torno do abastecimento hídrico da crescente Região Metropolitana de Belo Horizonte, a terceira maior região metropolitana do Brasil, atrás apenas das de São Paulo e Rio de Janeiro, e também da crescente demanda hídrica pelos novos projetos minerários e pela expansão dos já existentes.

A região do Quadrilátero Ferrífero representa, desde o período colonial, importante referência nacional e internacional como distrito ferrífero e aurífero, tendo sido uma das áreas de destaque no chamado ciclo do ouro, nos séculos XVIII e XIX, durante o qual se formaram as primeiras nucleações urbanas e do qual subsistem registros arquitetônicos, antropológicos, sociais e até mesmo das primeiras interferências ambientais, sendo, portanto, marco importante da história ambiental e cultural do Brasil. Em função da grande riqueza mineral tornou-se foco de estudos de cunho científico e exploratório atraindo pesquisadores de todo o Brasil e de outros países (MOURÃO, 2007).

O minério de ferro extraído no QF respondia até 2006, por 71% da produção brasileira (IBRAM, 2019). Até o ano de 1986, chegou a ser responsável pela produção total do país. Esses números indicam a importância da atividade minerária de ferro na região, que ainda se encontra em expansão na busca de novas jazidas e de tecnologias para o aproveitamento do minério menos enriquecido (MOURÃO, 2007). Tal demanda indica também uma pressão sobre outro recurso natural, síntese desta análise: a água.

Ao lado dos recursos minerais sobressai um outro recurso, o hídrico, cuja grande disponibilidade no QF conduziu à implantação de sistemas de abastecimento dos quais se destacam aqueles mantidos pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) - sistemas Rio das Velhas, Morro Redondo, Catarina e Ibirité - que juntos supriam 51% da demanda de água para a região metropolitana de Belo Horizonte e correspondiam a uma captação total de 7,2 m³/s até 2006 (COPASA, 2007 apud MOURÃO, 2007). Registros históricos indicam que o próprio local de implantação da Vila de Curral Del Rey (antiga denominação de Belo Horizonte) foi estabelecido, ao menos em parte, pela significativa disponibilidade hídrica superficial em seus arredores (MOURÃO, 2007).

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos do QF tornaram-se de vital importância para o abastecimento da nova capital e sua região metropolitana. No decorrer do século XX, o crescimento

da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) trouxe um desafio crescente pela manutenção e oferta de água para seu abastecimento. O QF passou a ocupar papel fundamental nesse processo. Duas bacias hidrográficas principais, do Rio das Velhas e do Rio Paraopeba tornaram-se os grandes mananciais produtores de água, com a construção de importantes sistemas de captação de água nos seus leitos fluviais, em cursos d'água afluentes e em barragens de reservação hídrica integradas às referidas bacias.

Deve ser lembrado que as bacias hidrográficas são alimentadas por uma rede de canais fluviais convergentes para um canal principal. Os canais secundários são alimentados por zonas de cabeceiras, de nascentes (ou pontos de exfiltração), situadas nas partes mais elevadas do relevo regional, onde os aquíferos afloram. Os aquíferos subterrâneos do QF ocupam, portanto, papel central no abastecimento hídrico atual e futuro da RMBH, terceira maior região metropolitana do Brasil.

Segundo Mourão (2007), a região do QF tem como principal aquífero a unidade geológica hospedeira dos corpos de minério de ferro característicos, denominada de Formação Cauê, de idade paleo-proterozóica (2000 Ma), originada pela precipitação química predominante de ferro e sílica, em paleoambiente sedimentar plataformar, originando as formações ferríferas bandadas (BIF – Banded Iron Formations). Estas rochas foram submetidas a processos diagenéticos e a dois eventos tectono-metamórficos (Transamazônico – 2100 Ma e Brasileiro – 600 Ma) que promoveram a supressão da porosidade primária, proporcionando a formação de porosidade fissural, evidenciada pela presença de falhas, fraturas e clivagens no corpo mineral das BIF.

Nessas rochas, fluidos percolantes originários da infiltração de águas pluviais (MORRIS, 1980) e/ou de remobilização durante o metamorfismo (TAYLOR *et al.*, 2001; WEBB, 2003; WEBB *et al.*, 2003) promoveram, em determinadas porções da unidade geológica, a dissolução da sílica e do carbonato secundário, gerando corpos hematíticos compactos, com porosidade fissural e alta condutividade hidráulica, e corpos hematíticos friáveis, com porosidade intersticial e alta capacidade de armazenamento (MOURÃO, 2007).

A Formação Cauê ocorre continuamente no Sinclinal (Serra da) Moeda e no Homoclinal Serra do Curral, fazendo-se presente em todo o relevo de cimeira da região. De forma ampla, as ocorrências de BIF estão associadas a importantes zonas de exfiltração de água subterrânea, como pode ser observado em diversos pontos do QF, tal como nas proximidades das jazidas do Córrego do Feijão, Jangada, Águas Claras, Pau-Branco e Capão Xavier, muitas delas captadas para abastecimento, destacando-se as de Catarina Principal (com vazões da ordem de 324 m³/h) e de Mutuca (Barragem Auxiliar, com vazão de 170 m³/h) (MOURÃO, 2007).

Tomando como referência as informações expostas, percebe-se que as BIF apresentam-se destacadamente como um recurso mineral e econômico de alto valor e qualidade, e também com o mesmo destaque, como aquífero de grande potencial abastecedor das bacias hidrográficas do QF,

sendo, portanto, de fundamental importância para a manutenção das condições ambientais e hidrológicas destas bacias e para o abastecimento urbano (residencial, comercial, industrial e agrícola) da RMBH e demais cidades adjacentes ao QF. Os conflitos de uso surgiram na medida em que as operações minerárias iniciaram procedimentos de rebaixamento de nível d'água, necessários ao avanço da lavra, para cotas altimétricas inferiores à superfície piezométrica (nível freático), exigindo o bombeamento constante de volume de água superior à recarga do aquífero afetado. Embora o Quadrilátero Ferrífero represente uma das áreas mais investigadas, em termos geológicos e de exploração mineral no território nacional, a hidrogeologia ainda necessita de estudos mais detalhados e integrados, cobrindo toda a região, considerando-se que as avaliações existentes tratam de áreas específicas, no entorno das minas de ferro (RODRIGUES, 2019; MOURÃO, 2007).

Este trabalho procura refletir sobre a importância da Formação Cauê, como ponto chave de um provável conflito. Se por um lado existe uma região metropolitana em crescente demanda por abastecimento hídrico e os principais sistemas de captação, que respondem por mais de 70% do fornecimento, estão no QF, por outro, há uma demanda global por minério de ferro de alta qualidade, como o encontrado na Formação Cauê. As operações minerárias são complexos de larga escala, e têm como subproduto, rejeitos de mineração, também em larga escala, depositados em barragens de rejeitos, construídas por todo o QF, cuja estabilidade, em sua maioria, vem sendo questionada pelas autoridades devido a dois expressivos desastres ocorridos em 2016 e 2019. A montante do principal sistema de captação, no Rio das Velhas, o mais importante para o abastecimento da capital Belo Horizonte, existem várias barragens de rejeitos de mineração com estabilidade questionada, bem como novos projetos minerários de larga escala em fase de planejamento. O que aconteceria com o principal sistema de captação, se houvesse um novo desastre provocando a interrupção da captação, mesmo que por um determinado período de tempo? As respostas estão no entendimento integrado da bacia hidrográfica, de aspectos do meio físico, como as características litoestratigráficas, geomorfológicas, hidrológicas e hidrogeológicas do QF.

2. O QUADRILÁTERO FERRÍFERO

O QF (Figura 1) é um referencial geológico no Brasil, sendo considerado como uma das áreas clássicas mais conhecidas da geologia mundial, objeto de inúmeros estudos e apresenta, além da complexidade geológica, um grande potencial mineral de interesse econômico, principalmente ferro, manganês e ouro (BEATO et al, 2006).

A respeito da área do QF considerada, a investigada por Mourão (2007), correspondendo ao setor centro-norte do Sinclinal Moeda e o segmento central do Homoclinal da Serra do Curral (Figura 2), foi o foco da presente análise. Segundo a referida autora (com a qual este autor concorda), a

delimitação da área de estudo baseou-se em um conjunto de características, incluindo: a representatividade geológica; a significativa concentração de operações minerárias de minério de ferro; a existência de estudos e monitoramentos efetuados pelas mineradoras; e sua importância para o abastecimento da cidade de Belo Horizonte e sua região metropolitana, além da existência de áreas de proteção especial de mananciais. Ainda segundo Mourão (2007), dentre as dez operações minerárias de minério de ferro em atividade na área, oito estão promovendo o desaguamento da mina.

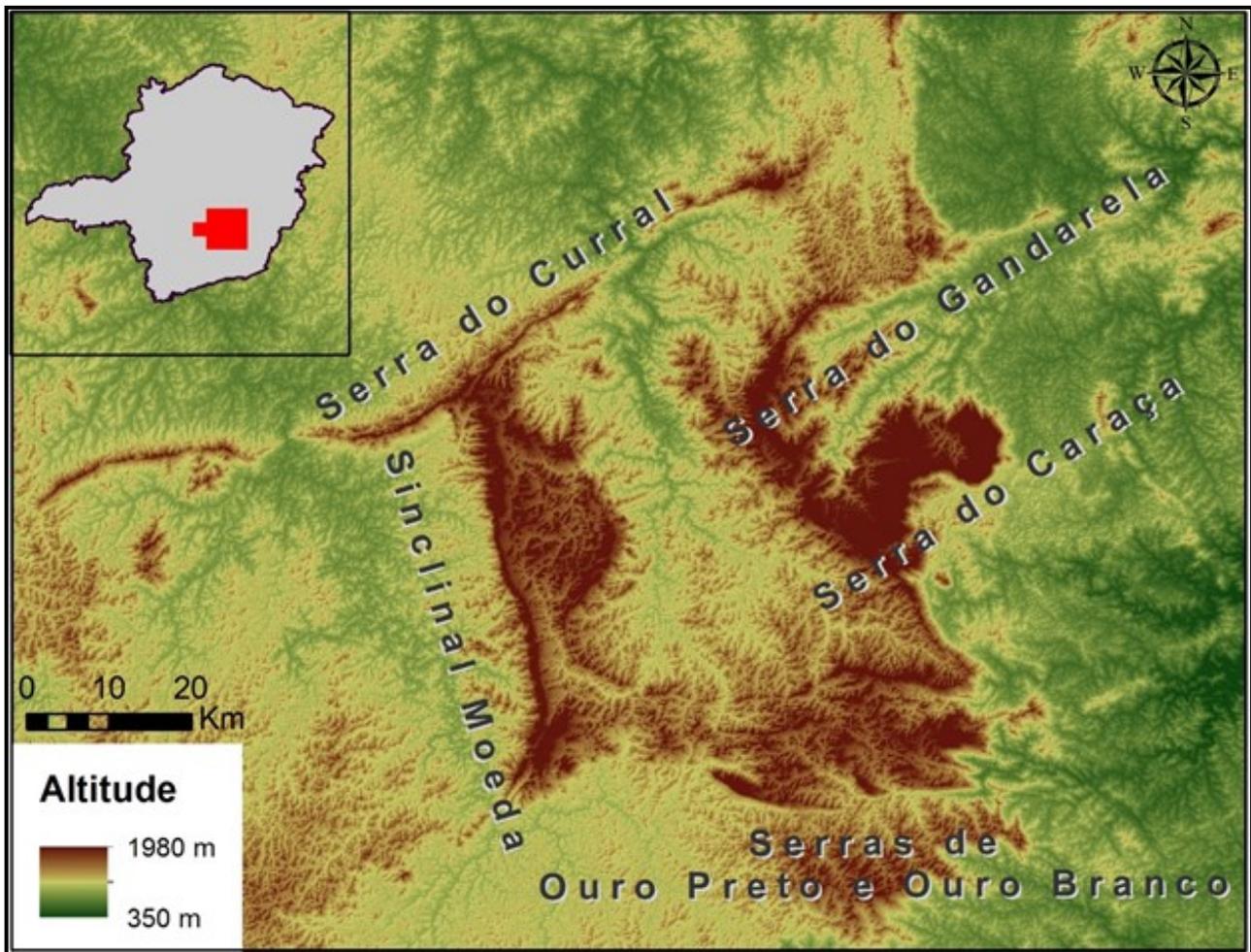


Figura 1 - Localização e hipsometria do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.

Fonte: Prístino, 2018.

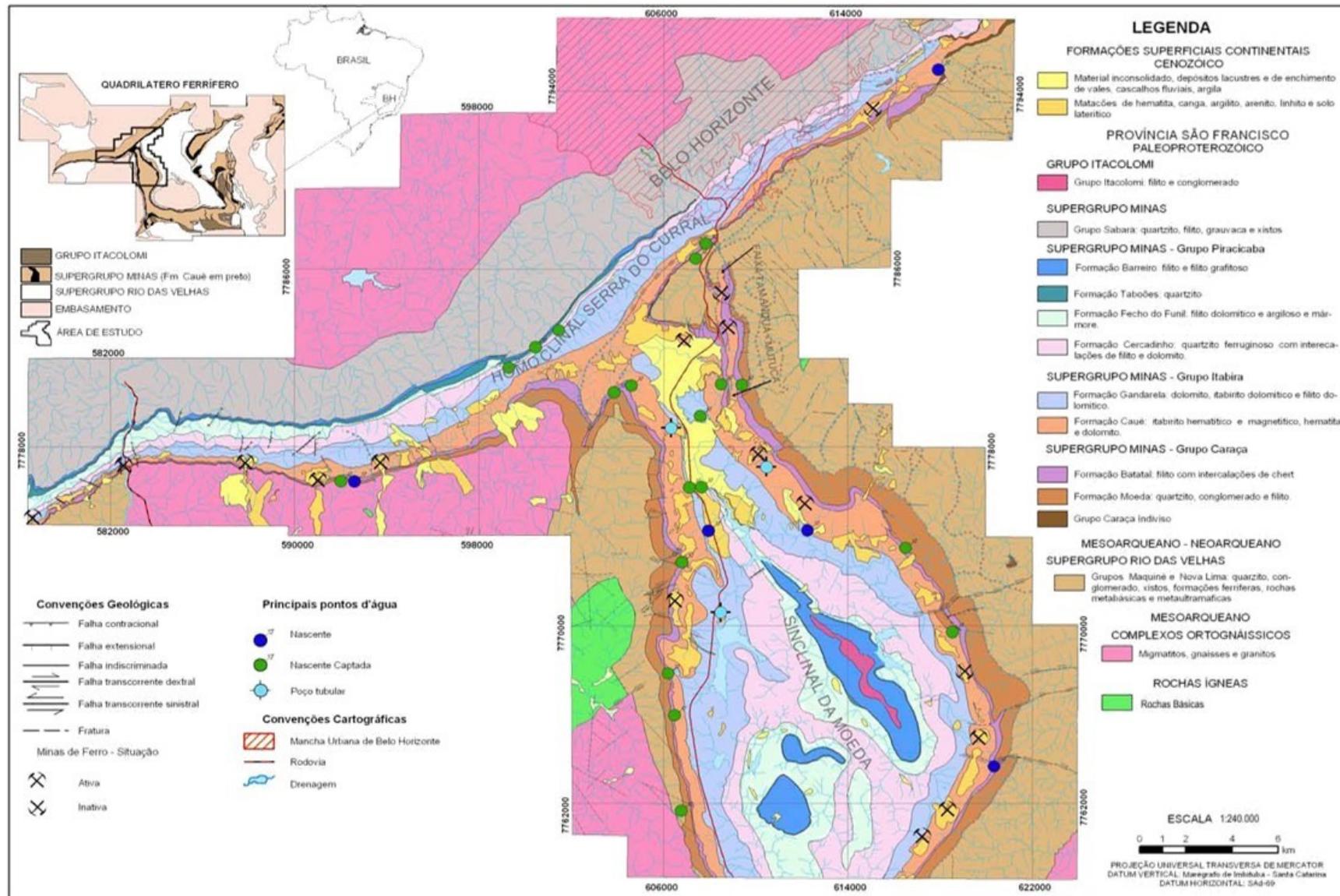


Figura 2 - Geologia simplificada do Quadrilátero Ferrífero, destacando o Sinclinal Moeda, com nascentes, nascentes captadas e poços tubulares.

Fonte: Mourão, 2007.

Além disso, existem 15 pontos de descarga, relacionados principalmente ao Aquífero Cauê, atualmente captados para abastecimento público, sendo que 10 deles fazem parte do sistema da COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais.

Conforme Silva *et al.*, (2005), ocorrem no QF quatro unidades litoestratigráficas principais: Complexos Ortognáissicos (Belo Horizonte, Bação, Bonfim e Santa Bárbara) e Supergrupo Rio das Velhas (Grupos Quebra Osso, Nova Lima, Maquiné e Complexo Córrego dos Boiadeiros), de idade Arqueana, e o Supergrupo Minas (Grupos Caraça, Itabira, Piracicaba e Sabará) e Grupo Itacolomi, do Paleoproterozóico. Depósitos lacustrinos Terciários, coberturas detrito-lateríticas e depósitos aluviais de idade Fanerozóica recobrem parcialmente as unidades principais.

A geomorfologia da área do QF considerada neste trabalho apresenta grande diversidade de formas do modelado do relevo, sendo reflexo do forte controle litoestrutural que, segundo Medina *et al.*, (2005), configuram dez grandes unidades morfoestruturais. A área aqui considerada, correspondente à alta bacia do Rio das Velhas, responsável por cerca de 70% da captação para abastecimento da RMBH (RODRIGUES, 2019), encontra-se nos domínios das unidades Crista Monoclinal da Serra do Curral e Platô do Sinclinal Moeda (Figura 3).

A Crista Monoclinal da Serra do Curral constitui-se em um extenso hogback onde os acentuados mergulhos das camadas geológicas impõem significativa variação na morfologia local na qual se destacam a crista, com até 1400 m de altitude, sustentada pelas formações ferríferas, apresentando altas declividades, superiores a 50°. Além disso, falhas diversas de direção aproximada N-S também desempenham significativo controle morfotectônico, onde se desenvolvem colos (wind-gaps) e gargantas epirogênicas (water-gaps). Couraças lateríticas (canga) recobrem as vertentes orientadas para sul e os solos são pouco profundos, evidenciando o predomínio dos processos morfogenéticos sobre os pedogenéticos (MEDINA *et al.*, 2005).

Conforme Mourão (2007), o platô do Sinclinal Moeda é dividido morfologicamente em duas unidades: o limite escarpado externo e o platô interno. Os limites escarpados são sustentados por quartzitos e itabiritos, com altitudes de até 1600 m e por vezes recobertas por couraças lateríticas (cangas), que conformam as serras da Moeda e do Itabirito, limites oeste e leste do Sinclinal Moeda.

Com referência às informações hidrológicas, Davis *et al.*, (2005) realizaram estudo de padrões pluviométricos por meio do cálculo das precipitações médias mensais e elaboração de histogramas anuais, mostrando que o trimestre mais chuvoso (novembro, dezembro e janeiro) representa de 55 a 59% da precipitação média anual, enquanto o trimestre mais seco (junho, julho e agosto) entre 2 e 3%.

Conforme Davis *et al.*, (2005), as isoietas de precipitação média anual mostram valores máximos (acima de 1700 mm/ano) ocorrendo na porção noroeste da área considerada neste trabalho,

conforme Mourão (2007), abrangendo o segmento oriental da Serra do Curral e parte norte do platô da Serra da Moeda.

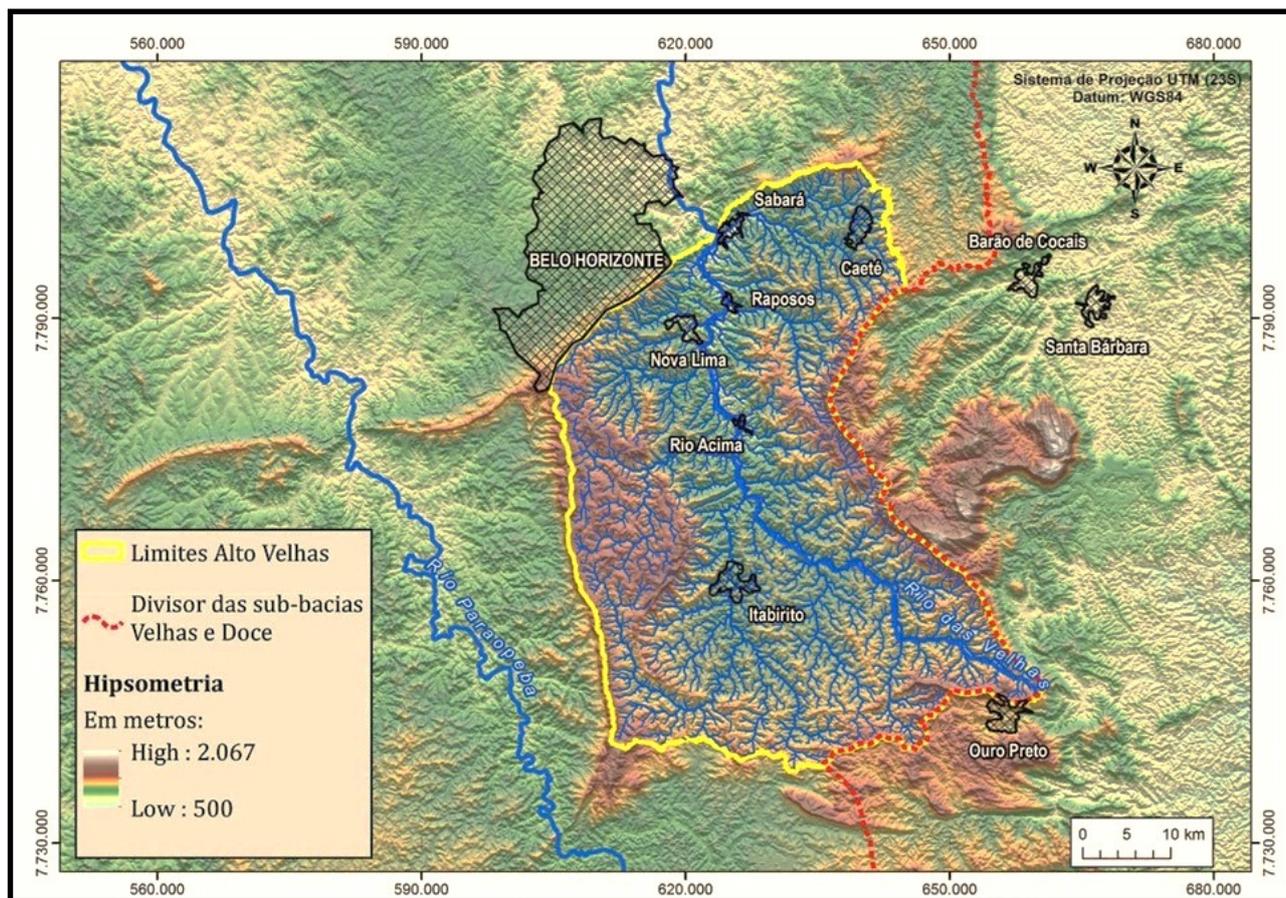


Figura 3 - Hipsometria e delimitação da alta bacia do Rio das Velhas, no QF, zona onde está situada a principal captação de água da RMBH, Bela Fama.

Fonte: Rodrigues, 2019.

Ainda segundo Davis *et al.*, (2005), a vazão específica média, para áreas acima de 175 km², varia de 18 l/s.km² a 30 l/s.km². Bacias com áreas de contribuição entre 175 a 1698 km² apresentam contribuições médias mensais, com 95% de permanência, no intervalo de 6,1 a 12,1 l/s.km². A capacidade média das bacias com áreas de drenagem entre 175 a 1.698 km² de produzir escoamento frente ao índice pluviométrico anual é significativa e caracterizada por coeficientes de escoamento entre 0,38 a 0,50 (Mourão, 2007).

Referente aos aspectos hidrogeológicos gerais, Beato *et al.*, (2006) apontam que os principais aquíferos do QF estão em itabiritos e dolomitos onde são encontradas nascentes de até 500 m³ h⁻¹ e poços tubulares com capacidades específicas de até 87 m³ h⁻¹ m⁻¹. Além dos aquíferos associados a itabiritos e a dolomitos, ocorrem os demais aquíferos: granular, quartzítico, formação ferrífera, xistoso, granito-gnáissico e carbonático (Figura 4) (SABADINI *et al.*, 2017).

3. CRISE HÍDRICA, MINERAÇÃO E SEGURANÇA HÍDRICA DA RMBH

Conforme observado, o QF possui uma arquitetura geológico-geomorfológica bastante complexa. Seus aspectos geológico-estruturais e litoestratigráficos impõem forte controle sobre outros aspectos naturais, como o relevo, o desenvolvimento das bacias hidrográficas e o comportamento dos aquíferos subterrâneos. Associado a isso, ocorrem importantes e extensas jazidas de minério de ferro na denominada Formação Cauê. Esta Formação geológica coincide com o principal aquífero regional, com denominação homônima. Além deste, há outros aquíferos (Figura. 4) que, conjuntamente, formam mananciais de grande importância para uma população total de cerca de 3 milhões de habitantes, cujo abastecimento provém do QF.

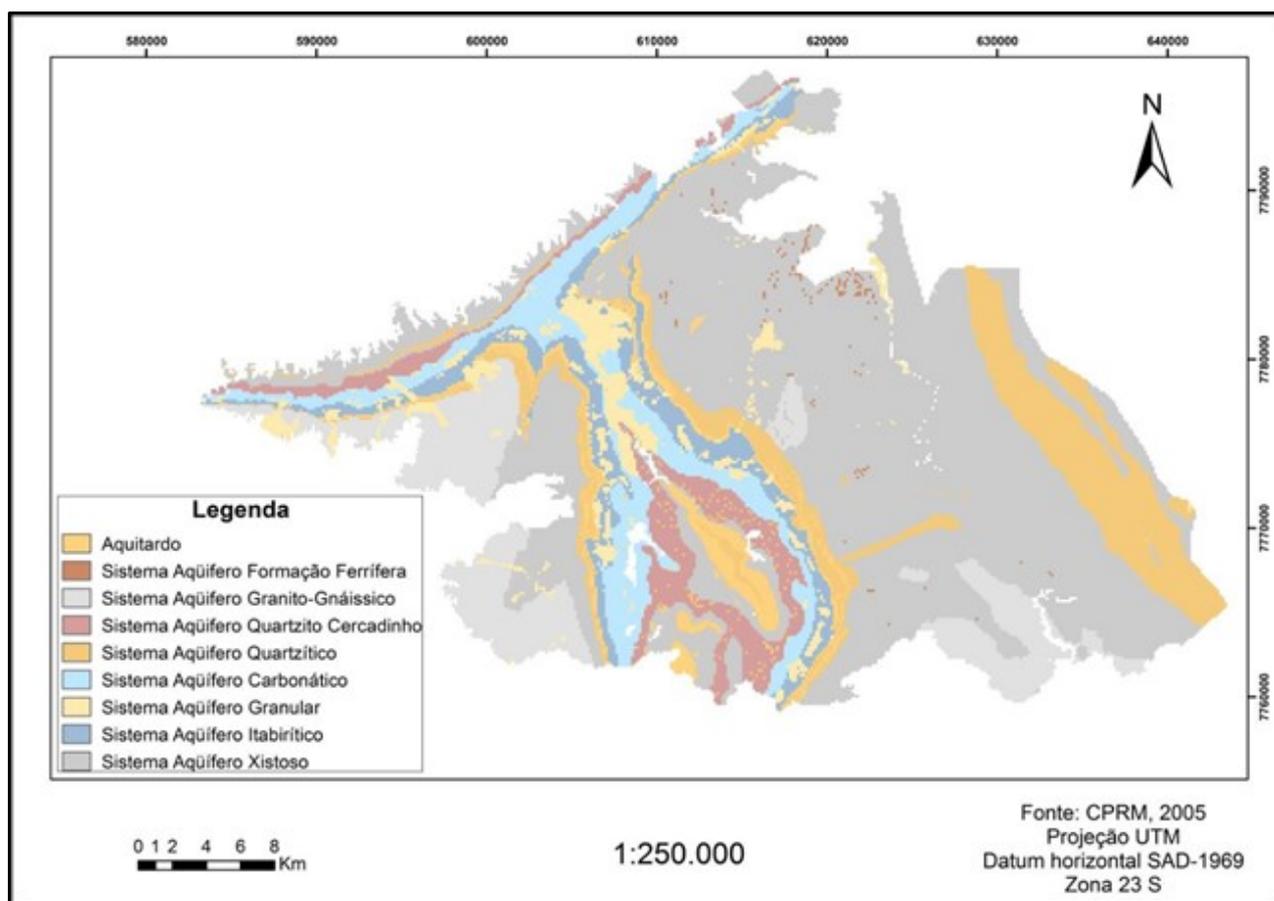


Figura 4 – Sistemas aquíferos da área centro-norte do QF.

Fonte: Sabadini *et al.*, 2017.

A exploração das jazidas de minério de ferro acarreta importantes consequências ambientais sobre a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos disponíveis para abastecimento da RMBH e seu colar de cidades, totalmente dependentes das águas aduzidas e/ou armazenadas no QF.

Um outro aspecto também evidencia o conflito entre jazidas/minas de minério de ferro e os mais importantes aquíferos: a posição destes na paisagem do QF, situando-se nas superfícies de cimeira do conjunto geomorfológico (Figura. 5) regional, conforme apontado anteriormente. Os

aflorentos das jazidas de ferro da Formação Cauê coincidem com as zonas de nascentes, zonas de cabeceiras dos canais fluviais que alimentam a rede hidrográfrica das duas principais bacias do QF. Beato *et al.*, (2006) apresentam um didático modelo esquemático de como isso ocorre (Figura. 6). A sobreposição do posicionamento altimétrico e morfoestrutural das jazidas de minério de ferro e das zonas de exfiltração hídrica que integram a rede hidrográfrica e mantêm sua vazão média em períodos de seca, expõe um conflito entre a cadeia econômica mineral e industrial de um lado, e a ameaça de desabastecimento de uma população de cerca de 3 milhões de habitantes, além do setor econômico comercial e de serviços e outros setores industriais não necessariamente ligados ao setor mineral de outro. Um segundo aspecto deste conflito diz respeito às barragens de rejeitos de mineração de ferro, existentes por todo o QF. Algumas delas, situadas e ou planejadas, conforme abordado anteriormente, em zonas de cabeceiras da rede hidrográfrica regional.

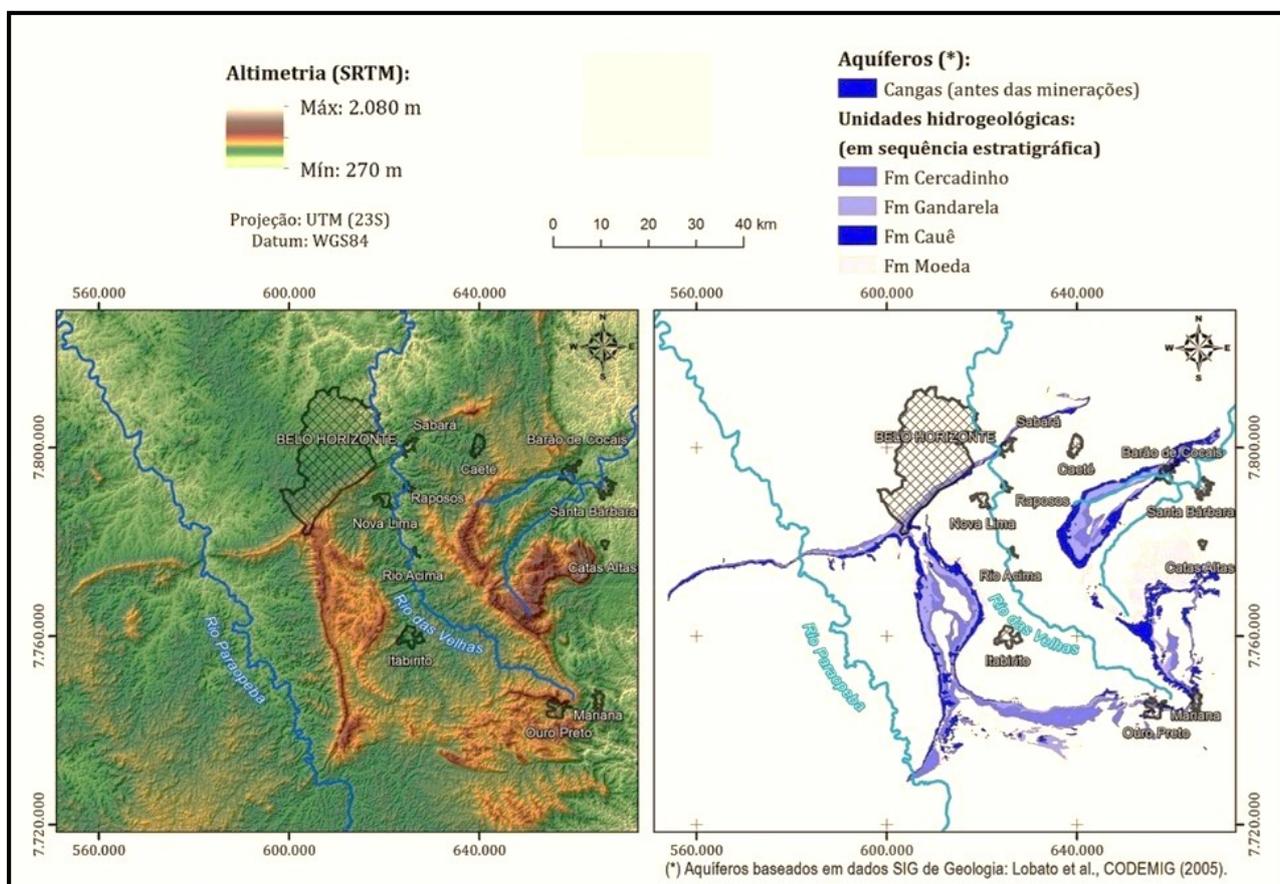


Figura 5 – Correlação altimetria/aquíferos e suas unidades litoestratigráficas.

Fonte: Rodrigues, 2019.

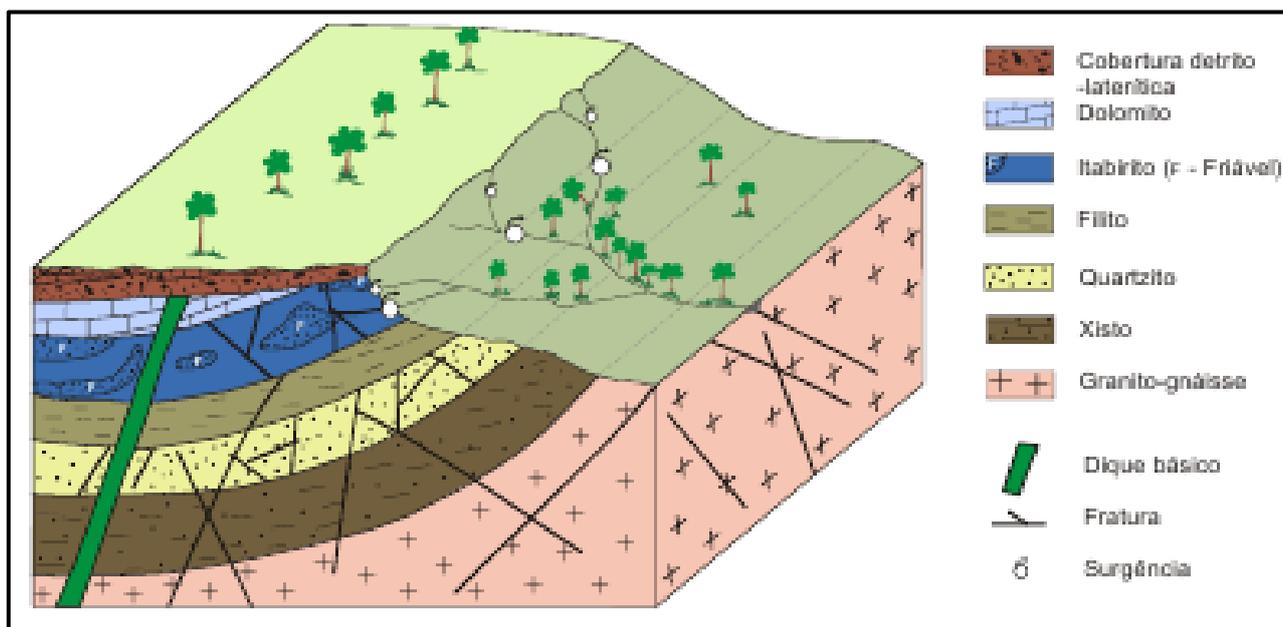


Figura 6 - Modelo de nascentes de contato do sistema aquífero do QF.

Fonte: Beato *et al.*, 2006.

Nesse contexto, as ameaças à segurança hídrica da RMBH são bastante evidentes e estão diretamente relacionadas às atividades minerárias de grande envergadura em operação e/ou planejadas. Rodrigues (2019) apresenta um mapa onde é possível visualizar com clareza a superposição entre direitos minerários concedidos pela Agência Nacional de Mineração (ANM) e as principais unidades hidrogeológicas mantenedoras dos respectivos aquíferos subterrâneos do QF (Figura 7) e, lembrando novamente, situados nas superfícies de cimeira, zonas de exfiltração (nascentes) da rede hidrográfica secundária, garantidora da vazão necessária no Rios das Velhas e Paraopeba para o abastecimento da RMBH.

As vazões mínimas são fortemente influenciadas pela capacidade de armazenamento dos aquíferos, especialmente para as bacias hidrográficas de área de drenagem pequena. As bacias hidrográficas pequenas são importantes, pois, somadas, contribuem substancialmente para a manutenção da vazão no leito principal. Isso reforça a observação de que os aquíferos, em especial o Cauê, o principal do QF e também as principais reservas de minério de ferro itabirítico, constituindo a Formação Geológica homônima, são de fundamental importância para a manutenção dos coeficientes de vazão fluvial necessários para a crescente demanda por adução hídrica.

Segundo Rodrigues (2019), a captação de água mais importante para a cidade de Belo Horizonte (70%) e de outras importantes cidades da região (Figura 8) é a de Bela Fama (números da COPASA, de 2017, podem ser consultados em <https://bit.ly/31hP4TG>), situada no interior do QF, bacia do alto rio das Velhas. Bela Fama depende da preservação das zonas de recarga e descarga hídrica de quase todo o QF, em especial, da preservação das coberturas lateríticas (cangas) e do

Aquífero Cauê, situados em superfícies de cimeira, na já citada zona de cabeceiras dos canais fluviais que compõem a rede hidrográfica.

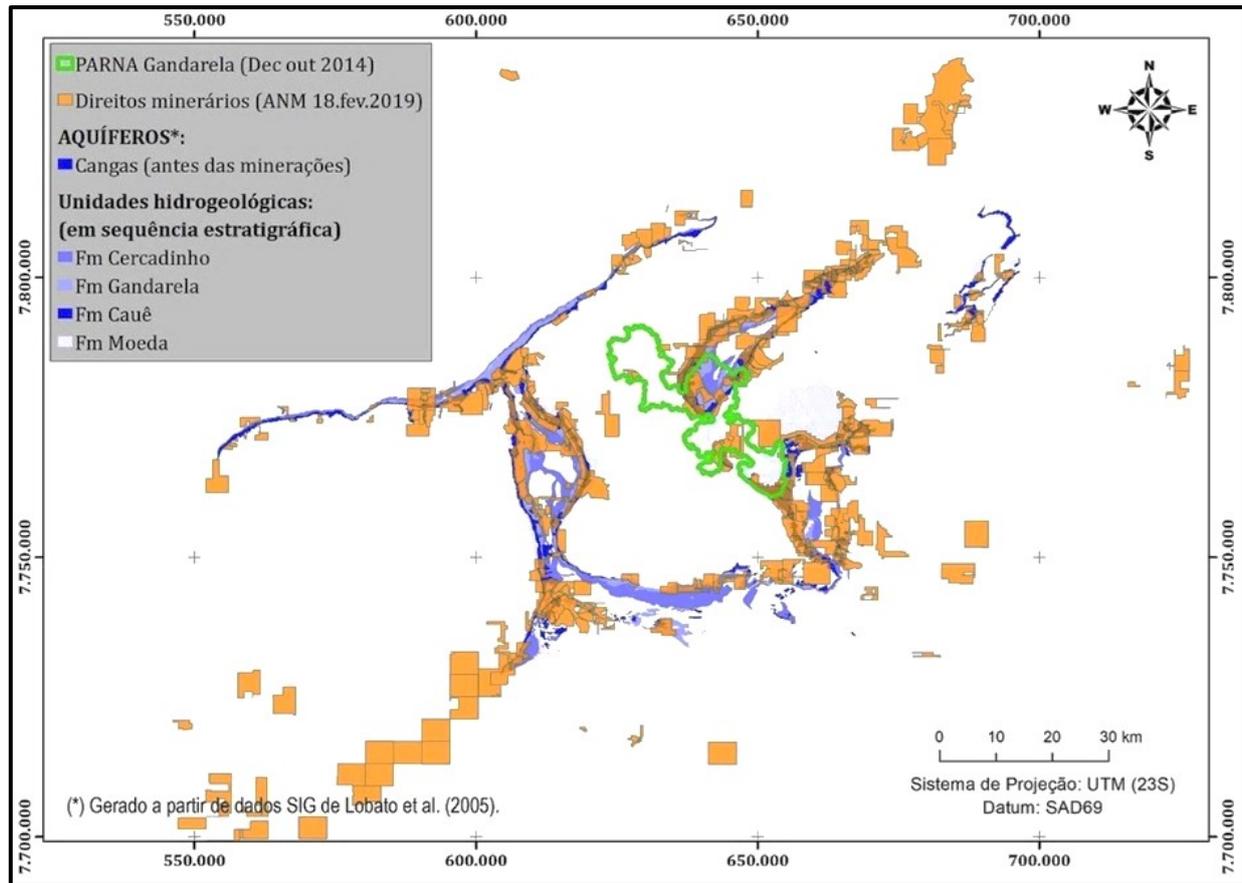


Figura 7 - Superposição dos polígonos de direito minerário concedidos pela ANM com o posicionamento das principais unidades hidrogeológicas do QF, além de uma Área Protegida existente na região.

Fonte: RODRIGUES, 2019.

Município	Dependência do SIN Rio das Velhas % (*)	População Total (IBGE, 2016*)	População Abastecida (calculada)
Raposos	100,00	16.312	16.312
Santa Luzia	99,50	217.610	216.522
Sabará	97,72	135.196	132.114
Nova Lima	74,85	91.069	68.165
Belo Horizonte	70,60 (**)	2.513.451	1.774.496
Vespasiano	41,28	120.510	49.747
Ribeirão das Neves	34,82	325.846	113.460
Contagem	5,25	653.800	34.325
RMBH	~41% (***)		2.405.140

(*) http://www.copasa.com.br/wps/wcm/connect/9bcce0c8-4aca-4aa7-a192-22063a072e2f/PMI_InformacoesDaDistribuiçaoDeAguaDosSistemasRioDasVelhasEMorroRedondo.pdf?MOD=AJPERES

(**) 74% em <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/ConsultaDados.aspx>

(***) calculado a partir de www.copasa.com.br/Producao_de_agua/PAGINA/sistemas/default.htm

(*) Estimada, segundo IBGE http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=_EN&coduf=31&search=minas-gerais

Figura 8 - Percentual de dependência de alguns municípios da RMBH do Sistema Integrado Rio das Velhas - Captação de Bela Fama e da respectiva população abastecida.

Fonte: Rodrigues, 2019.

Outro importante aspecto diz respeito ao fato da captação de Bela Fama (Rio das Velhas), estar justamente no ponto a jusante do colar de direitos minerários (Figura 9), recebendo todo e qualquer impacto ligado a desastres, como o rompimento de barragens, conforme ocorreu em 2016 na bacia do Rio Doce, e em 2019, na bacia do Rio Paraopeba. Um desastre dessas proporções na área delimitada na figura 9, poderá inviabilizar a adução hídrica para a RMBH, cujo abastecimento da capital, Belo Horizonte, é dependente em mais de 70% da captação de Bela Fama.

Segundo Papatella *et al.*, (2018, p.26), o Aquífero Cauê é “...uma zona aquífera capaz tanto de armazenar como de transmitir água e em grandes quantidades e velocidades. O meio e a grande espessura saturada, em média 400 metros, e a vasta área de ocorrência na região salientam sua importância sócioeconômica para o estratégico fornecimento de água de qualidade para parte da RMBH, para o seu colar e destes para a parte mais populosa da região – sistemas de abastecimento público [Sistemas Rio das Velhas e Paraopeba/COPASA] aduzidos do QF e entorno imediato”.

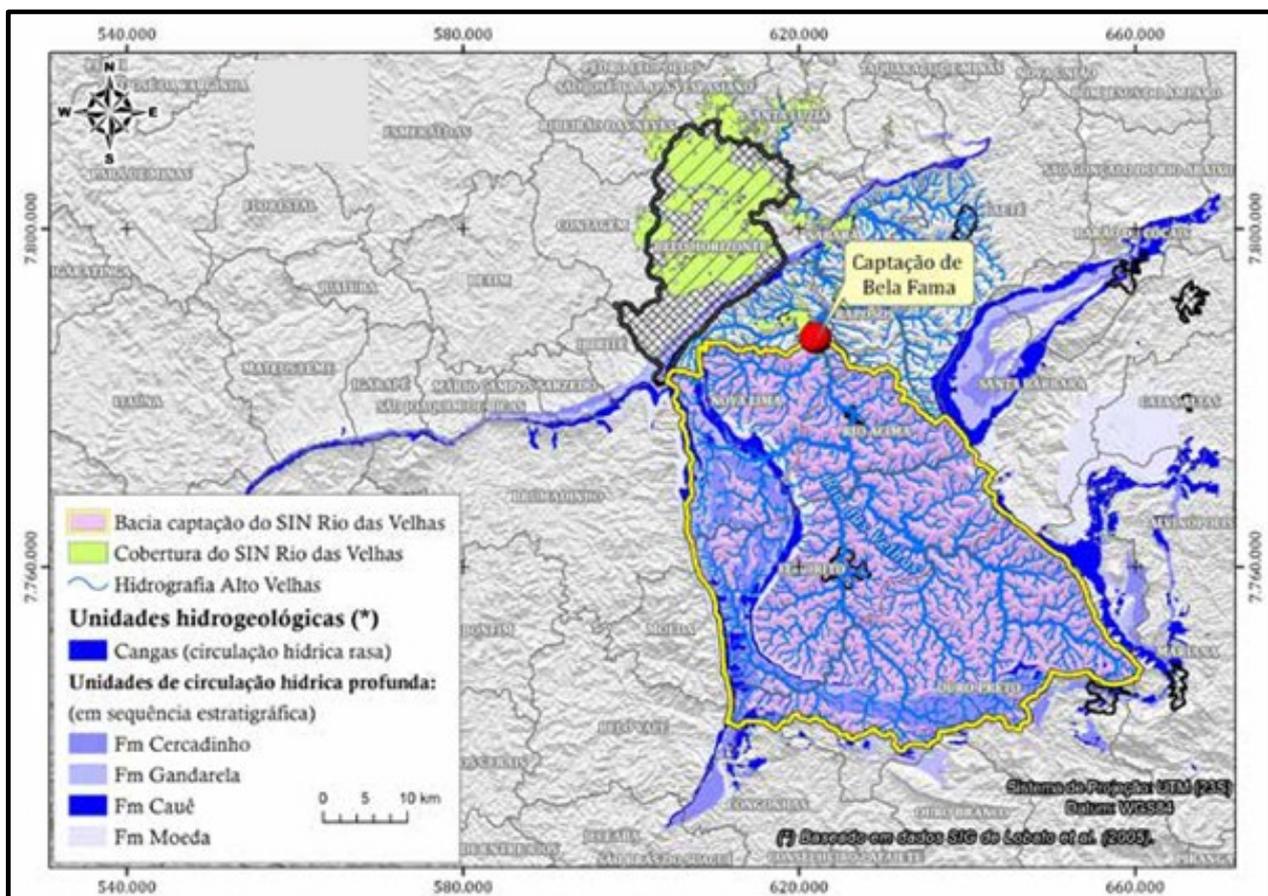


Figura 9 - Localização da captação de Bela Fama (captação única do Sistema Integrado Rio das Velhas), sua bacia de captação e as regiões da RMBH atendidas.

Fonte: Papatella *et al.*, 2018.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações aqui compiladas, foi possível lançar mais luz sobre uma questão de suma importância para a RMBH, além de demais cidades do colar de cidades pequenas e médias, cujos abastecimentos dependem dos recursos hídricos superficiais provindos de bacias hidrográficas fluentes a partir do QF. A principal questão observada diz respeito à superposição entre as jazidas/minas de minério de ferro e o principal aquífero subterrâneo do QF (Cauê), mantenedor das vazões médias necessárias ao equilíbrio fluvial e ambiental, além dos volumes de aduções hídricas. O progressivo comprometimento do Aquífero Cauê, resultante das atividades minerárias na Formação Geológica homônima é evidente. As barragens onde são dispostos os rejeitos do beneficiamento inicial do minério são um problema adicional ao preocupante cenário de risco de colapso hídrico na RMBH e na cidade de Belo Horizonte. Numa visão integrada das informações compiladas, emergem algumas questões:

- A COPASA estaria preparada para uma ação emergencial que garantisse o fornecimento de água da RMBH, diante de um novo desastre como um novo rompimento de barragem, desta vez na bacia do Rio das Velhas a montante da estação de captação hídrica de Bela Fama?

- Quais seriam as alternativas de captação fluvial?

- O Aquífero Cauê seria uma fonte importante em caso de colapso da captação hídrica de Bela Fama?

- Quantos poços artesianos seriam necessários para substituir emergencialmente a adução hídrica de Bela Fama?

Estas e outras questões devem ser amplamente discutidas pelas autoridades, já que, levando em consideração o cruzamento de informações do meio físico, o risco de um cenário de crise hídrica na capital do Estado de Minas Gerais e terceira maior região metropolitana do Brasil é real.

REFERÊNCIAS

- BEATO, D. A. C.; MONSORES, A. L. M.; BERTACHINI, A. C. Potencial aquífero nos metassedimentos do Quadrilátero Ferrífero – Região da APA SUL RMBH – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14., 2006. **Anais...** 2006. p. 1-20
- DAVIS, E. G.; PINTO, E. J. A.; PINTO, M. C. F. **Hidrologia**. In: Projeto APA Sul RMBH - Estudos do Meio Físico: área de proteção ambiental da região metropolitana de Belo Horizonte. v. 9. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, 2005.
- IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Panorama Mineral Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/700/784/00000907.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2019.
- LOBATO, L. M.; BALTAZAR, O. F.; REIS, L. B.; ACHTSCHIN, A. B.; BAARS, F. J.; TIMBÓ, M. A.; BERNI, G. V.; MENDONÇA, B. R. V. de; FERREIRA, D. V. **Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa**. Belo Horizonte: CODEMIG, 2005. Disponível em: <http://www.codemig.com.br/wp-content/uploads/2016/08/nota_explicativa_qf.pdf>. Acesso em: 05 dez.2019.
- MEDINA, A. I. M.; DANTAS, M.; E., SAADI, A. **Geomorfologia**. In: Projeto Apa Sul RMBH - Estudos do Meio Físico: área de proteção ambiental da região metropolitana de Belo Horizonte. v. 6, Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, 2005.
- MORRIS R. C. A Textural and Mineralogical study of the relationship of iron ore to banded iron-formation in the Hamersley Iron Province of Western Australia. **Econ. Geol.**, v. 75, p. 184-209, 1980.
- MOURÃO, M. A. A. **Caracterização hidrogeológica do Aquífero Cauê, Quadrilátero Ferrífero, MG**. 2007. 297 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- PAPATELLA, V.; SIMAN, F.; CORUJO, M. T. **Dossiê-denúncia: ameaças e violações ao direito humano à água no Quadrilátero Ferrífero Aquífero de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Diacrítico, 2018. 207p.
- PRÍSTINO – Instituto Prístino. **Início do Projeto: Geotecnologias para Gestão Hídrica do Sinclinal Moeda, MG**. 2018. Disponível em: <<https://institutopristico.org.br/inicio-do-projeto-geotecnologias-para-gestao-hidrica-do-sinclinal-moeda-mg-2/>>. Acesso em: 5 dez. 2019.
- RODRIGUES, P. C. H. **A segurança hídrica de Belo Horizonte: situação e ameaças (incluindo contexto hidrogeológico)** – Audiência na Câmara Municipal de Belo Horizonte. Belo Horizonte: CNEN-CDTN, 2019. 92p. Disponível em: <<https://bit.ly/2RPCSGJ>>. Acesso em: 5 dez. 2019.
- SABADINI, S. C.; RUCHKYS, U. A.; VELÁSQUEZ, L. N. M.; TAYER, T. C. Potencial de vulnerabilidade natural de aquíferos à contaminação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais e sua relação com a atividade minerária de ouro. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 27, n. 49, p. 340-352, 2017.
- TAYLOR, D.; DALSTRA, H. J.; HARDING, A. E.; BROADBENT, G. C.; BARLEY, M. E. Genesis of High-Grade hematite orebodies of the Hamersley Province, Western Australia. **Econ. Geol.**, v. 96, p. 837-873, 2001.

WEBB, A. D. **From banded iron-formation to iron ore:** geochemical and mineralogical constraints from across the Hamersley Province, Western Australia. 2003. 269 f. Tese (Doutorado) - School of Earth Sciences, James Cook University, 2003.

WEBB, A. D.; DICKENS, G. R.; OLIVER, N. H. S. From Banded Iron Formation to iron ore: Geochemical and Mineralogical constraints from across the Hamersley Province, Western Australia. **Chemical Geology**, v. 197, p. 215-251, 2003.

Trabalho enviado em 26/11/2020

Trabalho aceito em 09/12/2020