

# ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS NA REGIÃO DA SERRA DO ENGENHO E ARREDORES, SUDOESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, CONGONHAS – MG

Viviane Cristina Vieira da Cunha<sup>1</sup>; Breno Pereira<sup>1</sup>; Daniela Alcântara Machado<sup>2</sup>, Rodrigo Sérgio de Paula<sup>3</sup>; Kênia Guerra<sup>3</sup>; Antônio Carlos Bertachini<sup>1</sup>.

## Resumo

Os estudos hidrogeológicos aqui apresentados buscaram fornecer elementos para a compreensão das condições de circulação e armazenamento da água subterrânea em uma área de exploração de minério de ferro no sudoeste do Quadrilátero Ferrífero (Mina Casa de Pedra). Foram individualizadas sete unidades hidrogeológicas, sendo a principal delas o Aquífero Cauê que pode ser subdividido em seis compartimentos hidrogeológicos distintos. As análises isotópicas de Deutério, Oxigênio-18 e Trítio forneceram importantes informações sobre o fluxo subterrâneo, no geral de norte para sul, nos diferentes compartimentos do Aquífero Cauê. Os estudos resultaram na elaboração do modelo numérico de água subterrânea, que possibilitou a quantificação do impacto sob a disponibilidade hídrica decorrentes do desaguamento da Mina Casa de Pedra.

## Abstract

The hydrogeological studies presented on this article have sought to provide the elements for the understanding of the conditions of the groundwater flow and storage in an area of the Southwest Quadrilátero Ferrífero (Casa de Pedra Mine). Seven hydrogeological units were individualized; the main one is the Cauê Aquifer that can be subdivided into six distinct hydrogeological compartments. The isotopic analysis of deuterium, tritium and oxygen-18 have provided important information on the groundwater flow, generally from north to south, in the different compartments of the Cauê Aquifer. The studies resulted in the development of groundwater numerical model, which allowed the quantification of impacts over the groundwater availability caused by the in the dewatering of the Casa de Pedra Mine.

**Palavras-Chave** – Hidrogeologia, Modelamento Numérico, Aquífero Cauê.

---

1 MDGEO - Serviços de Hidrogeologia Ltda. - www.mdgeo.com.br \_ viviane@mdgeo.com.br, breno@mdgeo.com.br, Berta@mdgeo.com.br

2 VALE - Estrada Raimundo Mascarenhas, s/n - Serra dos Carajás Parauapebas – PA, (31) 85435539

3 Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, Zona rural, s/n, Congonhas – MG, (31) 3749-1012, rodrigo.paula@csn.com.br, kenia.guerra@csn.com.br

## 1 - INTRODUÇÃO

O presente trabalho resume os resultados obtidos com os estudos hidrogeológicos desenvolvidos na região da Serra do Engenho e arredores, no município de Congonhas, estado de Minas Gerais, onde se localiza a Mina Casa de Pedra (CSN), que ali opera há várias décadas. O estudo foi desenvolvido com o intuito de fornecer informações para o processo de rebaixamento do nível d'água nas cavas da mina e avaliar os impactos provocados pelo sistema de rebaixamento na disponibilidade hídrica local.

## 2 – DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O trabalho foi iniciado com a elaboração do modelo hidrogeológico físico. As unidades hidrogeológicas foram definidas segundo as principais unidades litoestratigráficas com base nas características litológicas. Foram determinadas sete unidades hidrogeológicas (Figura 1) que são, em ordem de importância: Aquífero Cauê (itabiritos e hematitas), Aquífero Cercadinho (quartzitos ferruginosos), Aquífero Sabará (quartzitos), Aquiclude Sabará (filitos e clorita xistos), Aquifugo Gandarela (dolomitos e Itabiritos dolomíticos), Aquiclude Rochas Básicas (rochas básicas intrusivas) e Aquífero Coberturas Recentes (cangas e depósito de fluxo de detritos).

O Aquífero Cauê é o mais importante da região, e onde de fato está instalado o sistema de rebaixamento do nível d'água subterrânea. As rochas intrusivas básicas possuem um papel fundamental no fluxo da água subterrânea no Aquífero Cauê, uma vez que as mesmas funcionam como barreiras hidráulicas. Foram assim definidos seis compartimentos hidrogeológicos distintos para o Aquífero Cauê, na região, como mostra a Figura 1.

Também fez parte do estudo, o inventário de pontos d'água e captações, que resultou no cadastro de cento e cinco nascentes (Figura 1) e dezessete captações, entre elas as da COPASA, que abastecem a cidade de Congonhas.

Foram ainda executadas análises hidroquímicas e isotópicas que contemplaram as principais surgências e os poços tubulares instalados na região. Foi possível constatar que a maior parte das águas analisadas são ligeiramente ácidas a neutras, com o pH variando entre 5,00 e 7,00. São também águas pouco mineralizadas, com valores de condutividades elétrica entre 0 e 32  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . As amostras de água foram classificadas com base no íon predominante e em diagramas hidroquímicos como bicarbonatadas-cálcicas-magnesianas (42%), bicarbonatadas-magnesianas-cálcicas (24%), bicarbonatadas com outros elementos (18%), sulfatadas (13%) e bicarbonatadas magnesianas (2%).

Com relação às análises isotópicas de Deutério ( $^2\text{H}$ ), Oxigênio-18 ( $^{18}\text{O}$ ) e Trítio ( $^3\text{H}$ ), de modo geral, as águas coletadas em nascentes são mais enriquecidas em moléculas do tipo  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  e  $\text{HD}^{16}\text{O}$  (mais pesadas), ou seja, são mais recentes que aquelas que foram coletadas em poços. Isto porque as nascentes estão associadas à reserva renovável do aquífero, trata-se da água que anualmente chega

pela recarga e sai pelo escoamento subterrâneo. Já as águas dos poços são mais antigas, pois através do bombeamento, eles atingem a porção mais profunda e mais antiga do aquífero. No compartimento central, as águas são ainda mais antigas, já que os poços neste compartimento operam há quase vinte anos. Além disso, as análises isotópicas forneceram importantes informações sobre o fluxo subterrâneo nos diferentes compartimentos do Aquífero Cauê.

Todos esses estudos deram suporte ao desenvolvimento do modelo numérico de fluxo de água subterrânea. O software empregado foi o "Visual MODFLOW". O modelo foi construído com 210 linhas, 263 colunas e 27 camadas, totalizando 1.491.210 células, cobrindo uma área de 42,2 km<sup>2</sup>.

O período de calibração compreendeu o período de 01/10/1992 a 31/03/2011. Em todo esse período considerado existem dados de monitoramento do nível d'água subterrânea em mais de 100 instrumentos. Para o ajuste da calibração dos parâmetros hidrodinâmicos e taxas de recarga, foram utilizados tanto os valores das cotas dos níveis d'água (piezômetros) como as vazões de descarga do aquífero (vertedouros e poços tubulares).

Com base no modelo numérico calibrado foram feitas simulações do rebaixamento do nível d'água referente a abril de 2011 até dezembro de 2031, para quando se programa o encerramento das atividades da mina.

Os principais impactos negativos causados pelo rebaixamento dos níveis d'água na Mina Casa de Pedra são a diminuição da reserva hídrica geológica subterrânea e a diminuição das vazões dos cursos d'água. De acordo com os dados de monitoramento de vazão a reserva renovável do Aquífero Cauê é de aproximadamente 280 m<sup>3</sup>/h, que equivale a 2.478.116 m<sup>3</sup> em um ano hidrológico. A operação do sistema de rebaixamento do nível d'água na Mina Casa de Pedra se iniciou em 1992, atingindo vazões superiores a 400 m<sup>3</sup>/h em 1994. Desde então a produção dos poços de bombeamento atingiu um máximo de 1170 m<sup>3</sup>/h, em 2009 (atualmente essa produção gira em torno de 450 m<sup>3</sup>/h). Contudo, a simulação do rebaixamento do nível d'água até o ano de 2031 indica que será necessário uma produção média de 2030 m<sup>3</sup>/h com um máximo de 3025 m<sup>3</sup>/h nos anos de 2024 e 2025, atingindo uma produção total de 369.318.570 m<sup>3</sup> entre os anos de 2012 e 2031.

Para mitigar os impactos causados pela superexploração de água subterrânea, a Companhia Siderúrgica Nacional tem um plano de reposição de água, proveniente do próprio sistema de rebaixamento, nos cursos d'água impactados, impedindo a redução no volume de água disponível para o abastecimento do município de Congonhas e os ecossistemas associados.

O modelo não permite indicar especificamente o momento em que um curso d'água ou nascente terá sua vazão diminuída, por isso, recomenda-se a continuidade do monitoramento existente para que haja a reposição da vazão no curso d'água no momento que ele começar a ser impactado. Ao fim das operações da Mina, os níveis d'água subterrânea serão gradualmente

recuperados, à medida que, ao cessar o bombeamento nos poços, a reserva do aquífero tenderá ao cenário original, inclusive com a formação de um lago onde hoje existe a cava.

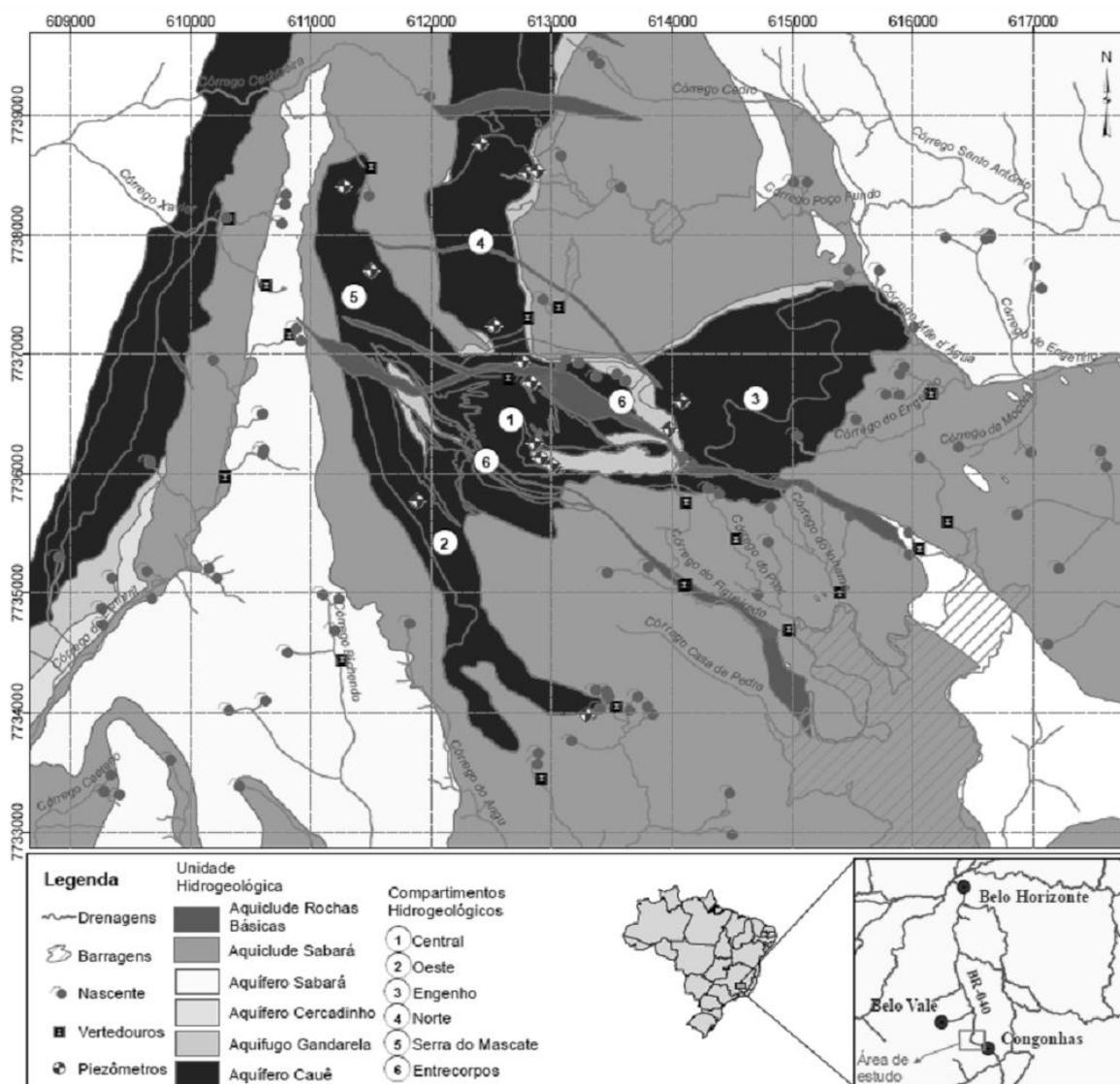


Figura 1: Unidades Hidrogeológicas e compartimentos do Aquífero Cauê.

### 3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MDGEO, 2011. Estudos Hidrogeológicos na área de abrangência influenciada pelo empreendimento CSN – Mineração Casa de Pedra – Congonhas/MG. Relatório interno. Belo Horizonte. 115 p.

MDGEO, 2011b. Caracterização hidroquímica e isotópica de águas superficiais e subterrâneas coletadas na área da Mineração Casa de Pedra e entorno. Relatório interno. Belo Horizonte. 100 p.

MDGEO, 2011b. Modelo numérico de fluxo d'água subterrânea na Mina Casa de Pedra e entorno, Congonhas/MG. Relatório interno. Belo Horizonte. 81 p.

SZERO. 2011. Relatório de mapeamento geológico estrutural na Mina Casa de Pedra e Arredores. Relatório interno. Belo Horizonte. 137 p.