



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Unidade Outorga - Gerur

Parecer Técnico IGAM/GERUR/OUTORGA nº. 2/2021

Belo Horizonte, 19 de janeiro de 2021.

Processo SEI: 2240.01.0003702/2020-73	
Processo SIAM: 60365/2004 (Número Igam 2064/2004)	Protocolo SIAM: 0099417/2021
DADOS DO REQUERENTE / EMPREENDEDOR	
Nome: VALE S.A	CPF/CNPJ: 33.592.510/0034-12
Endereço: Av. Doutor Marco Paulo Simon Jardim - 3580 Prédio 1 - Térreo	
Bairro: Piemonte	Município: Nova Lima
DADOS DO EMPREENDIMENTO	
Nome/ Razão Social: VALE S.A - Mina de Fábrica	CPF/CNPJ: 33.592.510/0007-40
Endereço: BR-040 - Mina de Fábrica	
Distrito: Miguel Burnier	Município: Ouro Preto
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROCESSO DE OUTORGA	
Nome do Técnico: [REDACTED]	Nº de inscrição no Conselho Profissional: [REDACTED]
DADOS DO USO DO RECURSO HÍDRICO	
UPGRH: SF3 - Rio Paraopeba	
Bacia Estadual: Rio Paraopeba	Bacia Federal: Rio São Francisco
Latitude: 20°25'17,50"S	Longitude: 43°51'25,00"W
DADOS DO POÇO	
Empresa perfuradora: -	
Ano de Perfuração: -	Diâmetro (mm): -
Tipo de Perfuração: -	Profundidade (m): -
Litologia: Formação Ferrífera/Rochas Ultramáficas	
TESTE DE BOMBEAMENTO	
Data do teste: -	Vazão específica (L/s.m): -
Duração (h): -	Vazão (m³/h): -
NE (m): -	ND (m): -
Análise físico-química da água: SIM [x] NÃO[]	
Análise bacteriológica da água: SIM [x] NÃO[]	
Porte conforme DN CERH nº 07/02	P[] M[] G[x]
FINALIDADES	
<u>Rebaixamento de nível de água subterrânea para mineração</u>	
MODO DE USO DO RECURSO HÍDRICO	
Captação de água subterrânea para fim de rebaixamento de nível para mineração - 10	
Uso do Recurso hídrico implantado	Sim[x] Não[]
Recalque [x] Gravidade[]	

DADOS DA CAPTAÇÃO / BOMBEAMENTO												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Vazão Liberada (m³/h)	2.240,00	2.240,00	2.240,00	2.240,00	2.240,00	2.240,00	2.240,00	2.240,00	2.240,00	2.240,00	2.240,00	2.240,00
Horas/Dia	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00
Dia/ Mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Volume (m³)	1.666.560	1.505.280	1.666.560	1.612.800	1.666.560	1.612.800	1.666.560	1.666.560	1.612.800	1.666.560	1.612.800	1.666.560
Observações:	SUGESTÃO DE DEFERIMENTO COM CONDICIONANTES											
Condicionantes:	VIDE PARECER											

ANALISE TÉCNICA

1.INTRODUÇÃO

A presente análise técnica se refere ao processo de outorga para captação de água subterrânea para rebaixamento de nível de água subterrânea no Complexo da Mina de Fábrica localizada no município de Ouro Preto/MG.

A Mina de Fábrica situa-se a 10 Km a norte no município de Congonhas, às margens da rodovia BR-040.

Todas as informações contidas neste parecer foram fornecidas pelo empreendedor através de formulário e relatório técnico sob responsabilidade técnica de Waldemir Barbosa da Cruz, CREA nº 2744-D/PE.

Ressalta-se ainda que, a regularização do presente sistema de bombeamento iniciou-se por meio de um cadastro do Programa Faça Uso Legal, no ano de 2008.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Na Mina de Fábrica a Vale S.A. entrou com o pedido de regularização para a captação de água subterrânea por meio de um sistema de rebaixamento de nível no ano de 2004 (Processo de Outorga nº 60365/2004). Após essa data, foi realizado o cadastramento da intervenção por meio do Programa Faça Uso Legal em 2008.

Em 2004 o pedido de outorga solicitava uma vazão de 500 m³/h, valor que foi retificado, pelo empreendedor, em 2009 para 1000 m³/h. Atualmente a captação média é de 760 m³/h.

Os estudos hidrogeológicos para a Mina de Fábrica foram iniciados em 1997, quando foi realizada uma simulação de fluxo para previsão de rebaixamento na cava Ponto 2. A partir desse foram realizados outros estudos até chegar ao de 2017, o qual apresentou o cenário para rebaixamento considerando os planejamentos de lavra para os anos de 2016 a 2020. Em 2018 foram realizadas novas calibrações considerando os planos de lavra de 2018 a 2048.

3. CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

A área da Mina de Fábrica vem sendo minerada desde a década de 1930. Operada anteriormente pela W.H. Müller, Itaminas e Ferteco, a Companhia Vale do Rio Doce, atualmente denominada VALE, assume a operação em 2003, sendo o rebaixamento efetivo do nível d'água subterrânea iniciado em 2005.

O empreendimento é composto por diversas áreas de lavra, uma usina de beneficiamento, pilhas de estéril e barragens de rejeito. As áreas de lavra podem ser divididas em duas principais: as cavas da área do Segredo e a cava João Pereira.

A presente análise se refere às cavas localizadas na área do Segredo, ou seja, cavas denominadas como: Área 8, Área 9, Área 9 ½, Área 10, Segredo e Ponto 3 (incorporadas em uma área conhecida também como Área 15), e Ponto 2 (ou Área 18).

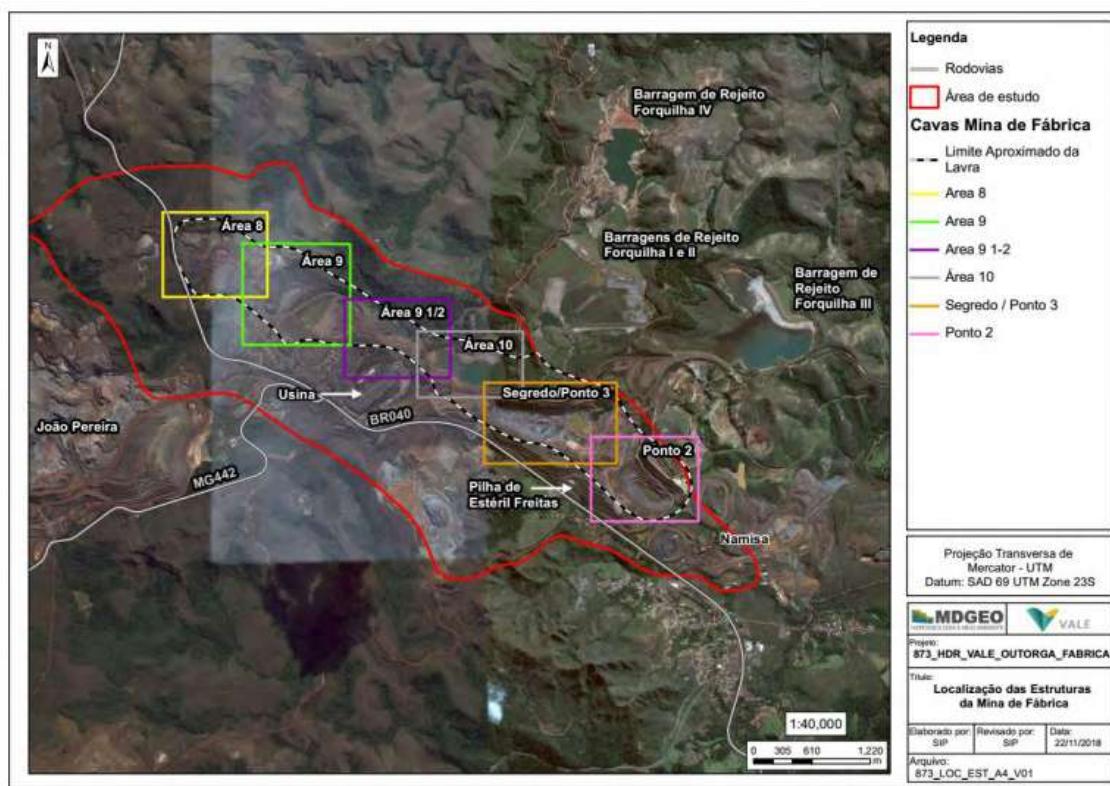


Figura 01: Localização das estruturas em Mina de Fábrica

A cava de Segredo é caracterizada por uma área de lavra posicionada na porção central da mina, com geometria em cava fechada, a qual se une à cava do Ponto 3. A Área 10 se encontra separada da cava de Segredo por um alto topográfico. Já as áreas 9 ½, 9 e 8 estão localizadas à norte do empreendimento. Já a cava Ponto 2 encontra-se na porção sudeste da mina.

Para a Área 8, o processo de lavra foi iniciado no ano de 2016, estando o *bottom pit* da cava na cota de 1236 metros. Segundo o requerente, até o momento a cava não atingiu o nível d'água subterrâneo e não existem poços de bombeamento nessa área.

Na cava da Área 9, a lavra foi paralisada em 2005, na cota 1070 metros. As atividades de rebaixamento do nível d'água eram realizadas por meio de três poços (PTP-02, 03 e 04), sump, e uma galeria. A partir da paralisação da lavra, os poços continuaram operando. A partir de 2011 foi iniciado o lançamento de rejeito nessa área. Com relação a galeria supracitada, a mesma consiste em uma estrutura de descarga tanto de água superficial quanto de água subterrânea, sendo que a água drenada era destinada ao dique CB-03. Após o início da operação do poço de bombeamento PTP-37 a galeria secou. Sobre os três poços supracitados, dois estão inativos, e o poço PTP-03 mantém-se ativo nessa área, registrando vazão de até 80 m³/h.

A operação na área 9 ½ ocorreu entre os anos de 2015 e 2016 e interceptou o nível d'água na cota 1100 metros, elevação esta mantida até os dias atuais, não sendo observado avanço em profundidade entre os anos de 2016 e 2018. O bombeamento de água subterrânea nessa área começou ao final de 2014 com vazão global inicial da ordem de 32 m³/h, e atualmente bombeia-se uma vazão de aproximadamente 250 m³/h.

O rebaixamento de nível ocorrido na Área 10 foi, em parte, reflexo do rebaixamento da cava Segredo. O nível de água em 2006 estava em torno da cota 1100 metros, o qual passou para 1085 metros em 2012. A partir deste ano iniciou-se o lançamento de rejeito nesta cava, o qual perdurou até 2015. Atualmente existe neste local uma lâmina de rejeito em torno da cota 1135 metros. Os dois únicos poços existentes na área (PTP-15 e 20) permanecem ativos e bombeiam, em média, 75 m³/h.

A Vale iniciou as atividades de lavra, na área de Segredo ao final de 2005. O rebaixamento do nível d'água ocorreu essencialmente na cava Segredo, Ponto 3 e Ponto 2. Inicialmente as operações de desaguamento concentraram-se nas cavas Segredo e Ponto 3, onde ocorreu um rebaixamento da ordem de 30 metros, passando da cota em torno de 1110 metros para 1080 metros. Posteriormente o foco do rebaixamento passou para a cava Ponto 2. Com a interrupção do aprofundamento da cava Segredo e Ponto 3 formou-se um *sump* na cava Ponto 3, desde o período chuvoso de 2009/2010. Isso ocorreu em parte devido à construção do aterro da ferrovia que passa atualmente nesse local, o qual barra o volume de água pluvial que descia em direção ao Ponto 2. A taxa de bombeamento deste lago não é suficiente para esgotar sua água, mantendo-se com água ao longo de todo o ano.

Ao longo das operações de rebaixamento de Segredo e Ponto 3 foram construídos 13 poços de bombeamento, dentre os quais apenas 8 encontram-se ativos e operantes. Estes bombearam em conjunto uma vazão média da ordem 360 m³/h.

A cava da Área Ponto 2 foi o principal local de lavra e foco do rebaixamento do nível d'água subterrâneo até 2012. Após o referido ano não houve mais avanço em profundidade. Essa é a cava que possui cota de fundo mais profunda, em torno da cota 976 metros (março/2018), com afloramento de água. O nível d'água inicial encontrava-se em torno da cota 1040 metros, o que aponta um rebaixamento superior a 60 metros. Os poços ativos atualmente nessa cava bombeiam em conjunto uma vazão média da ordem 50 m³/h.

4.CONTEXTO GEOLÓGICO E ESTRUTURAL

A região em questão encontra-se inserida dentro da província mineral do Quadrilátero Ferrífero, que compreende no alinhamento de várias serras mineralizadas em ferro, que formam a figura aproximada de um quadrilátero com cerca de 7.000 km².

Localmente, a mineralização ferrífera do Complexo Fábrica encontra-se alojada nas rochas metassedimentares da Formação Cauê, Grupo Itabira, Supergrupo Minas.

Quase toda a região da cava Segredo encontram-se mapeadas como coberturas cenozóicas (laterita e detrito ferruginoso não cimentado). Alguns afloramentos da formação ferrífera Cauê são mapeados, principalmente próximos às Áreas 9 e 8, existindo também corpos de hematita. Admite-se uma espessura aparente em torno de 300 metros na Área 15, engrossando para cerca de 500 metros na Área 9.

A camada de formação ferrífera na área das cavas Área 15 apresenta uma direção NW-SE com mergulho para NE. Não é possível definir a continuidade desta camada para SE.

Interessante notar que a camada de formação ferrífera se encontra de maneira geral encaixada nas rochas do Grupo Piracicaba, tanto no contato de lapa como de capa. Na região compreendida entre as cavas Almas e Área 10, o Grupo Piracicaba é distinguido como Formação Cercadinho no contato de lapa. Nas demais regiões o Grupo Piracicaba é mapeado como indiviso.

Destacam-se também algumas lentes do dolomito da Formação Gandarela no contato de lapa da formação ferrífera.

A camada de formação ferrífera da área das cavas Segredo possui uma continuidade na direção NW, onde se inflete alterando a direção de sua camada de NW-SE para NE-SW. Esta inflexão faz com que a formação ferrífera apresente uma geometria em planta na forma de bumerangue, onde no lado leste do bumerangue estão as cavas compreendidas entre as Áreas 8 e Área 18 e no lado oeste a cava João Pereira.

A porção central do bumerangue é preenchida principalmente pelos quartzitos e quartzitos ferruginosos do Grupo Itacolomi. A definição das unidades litoestratigráficas encaixantes da formação ferrífera nesta região apresenta algumas controvérsias. Outro mapeamento geológico da área, realizado por Endo (2003) apresenta a formação ferrífera envolta pelo Grupo Sabará tanto na lapa como na capa, formando a denominada "Nappe da Fábrica". O mapa geológico de Endo (2003) teve como área principal a região do Pico do Engenho, não abrangendo toda a região das minas do Complexo de Fábrica.

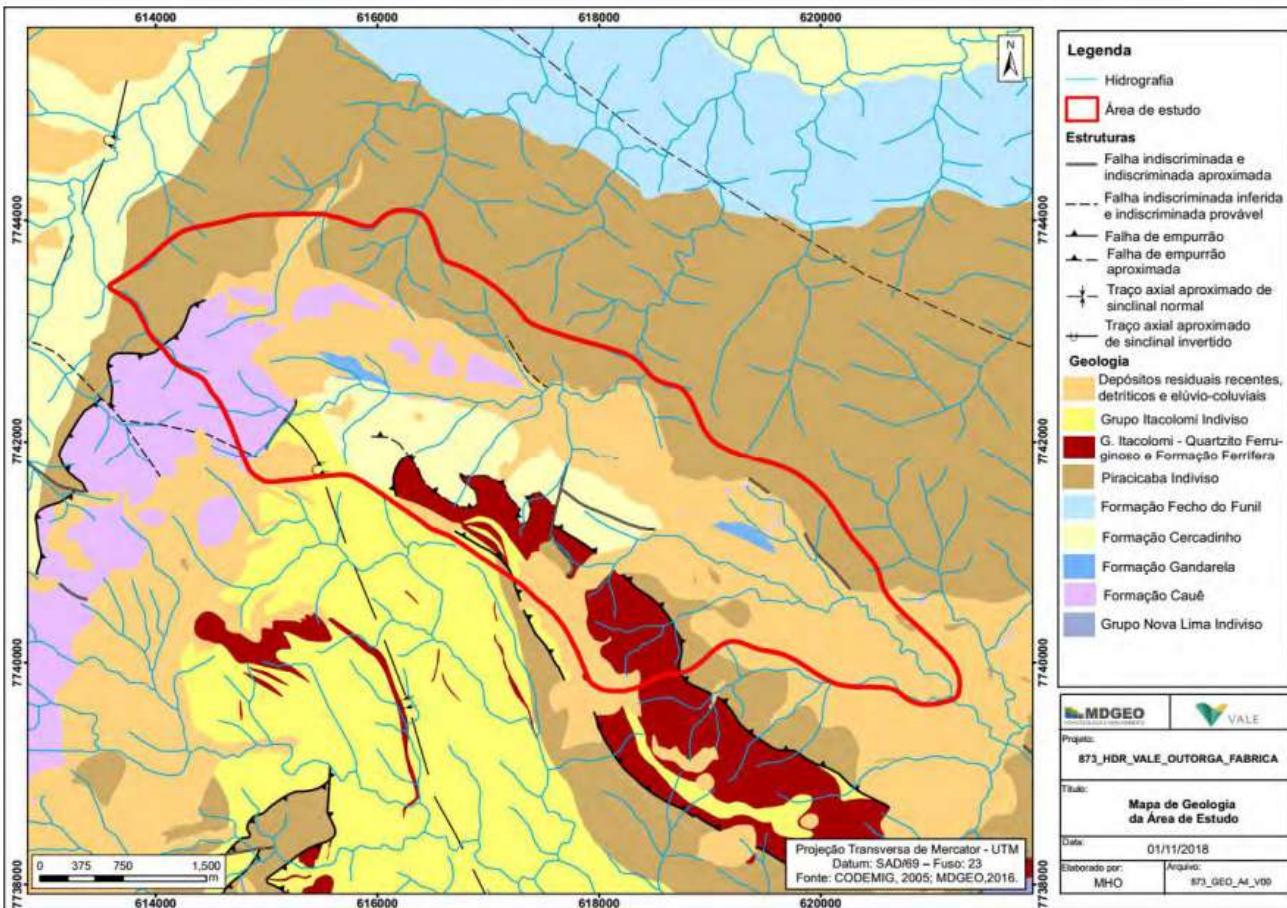


Figura 02: Mapa geológico-estrutural da área de estudo.

5. MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEITUAL

5.1 CONTEXTO HIDROGRÁFICO

A região do empreendimento está inserida dentro da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. O Complexo das minas de Fábrica situa-se em um importante divisor de sub-bacias hidrográficas, sendo que as drenagens que vertem para direção norte pertencem a sub-bacia do Rio das Velhas, enquanto as drenagens que vertem para sul pertencem a sub-bacia do Rio Paraopeba. Esse divisor separa as áreas Segredo e 10. Desta forma tanto a Área 10 como as Áreas 9, 9 ½, 8 pertencem a sub-bacia do Rio das Velhas, enquanto as cavas de Segredo, Ponto 3 e Ponto 2, pertencem a sub-bacia do Rio Paraopeba.

As Áreas 9, 9 ½ e 10 situam-se na cabeceira do Ribeirão da Prata, e a Área 8, na cabeceira do Córrego das Almas, sendo que ambos desaguam no Rio Mata Porcos. Este por sua vez desagua no Rio Itabira a cerca de 14 km em linha reta à NE da área. O Rio Itabira é afluente do Rio das Velhas.

Já as cavas de Segredo, Ponto 3 e Ponto 2 situam-se na área de drenagem do Córrego Água Santa, que desagua no Rio Preto. Este curso d'água deságua no Rio Maranhão, que por sua vez deságua no Rio Paraopeba a cerca de 15 km em linha reta à SW da área.

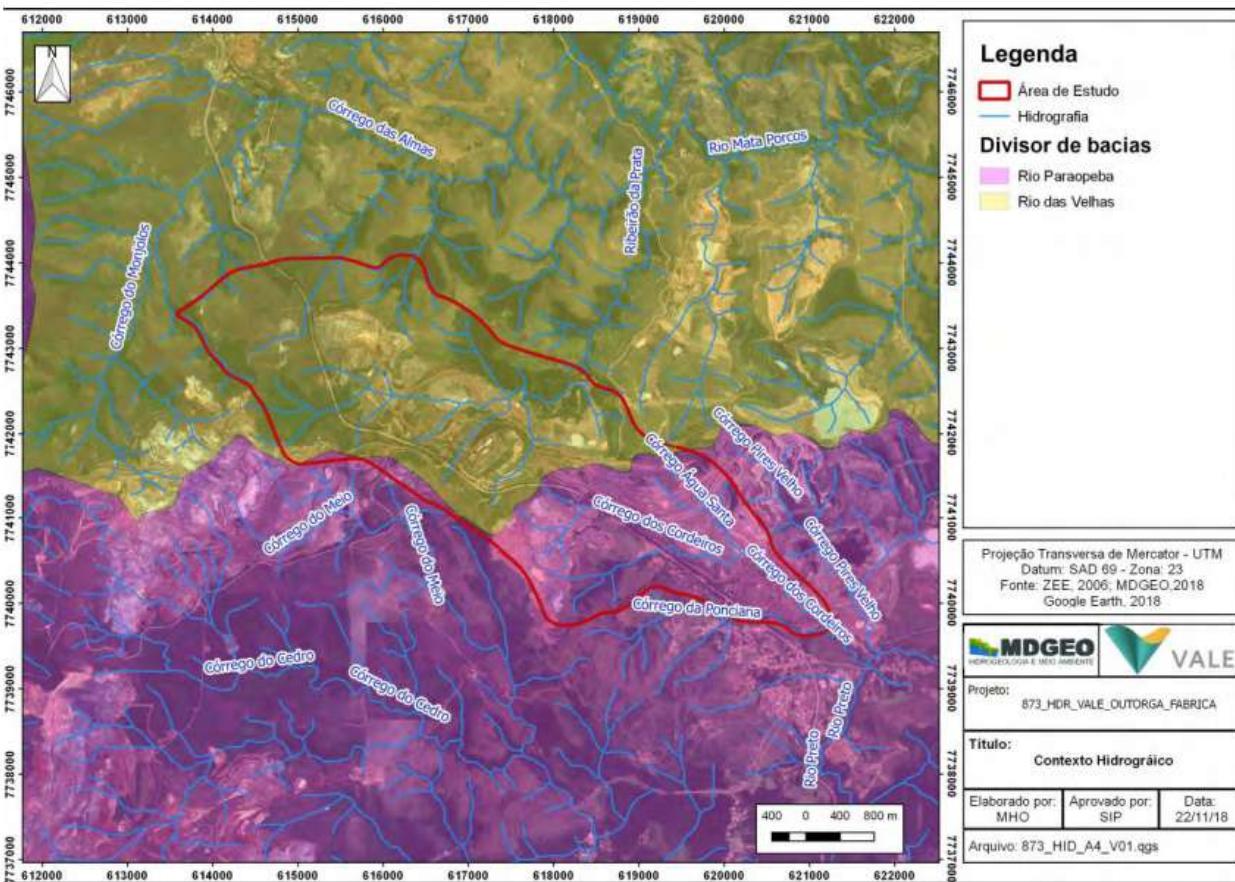


Figura 03: Contexto hidrográfico da área do empreendimento.

5.2 UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

As unidades hidrogeológicas mapeadas na área do empreendimento são descritas a seguir:

Unidade hidrogeológica da formação ferrífera

Constituída pelas hematitas e itabiritos da Formação Cauê, comprehende a unidade hidrogeológica na qual ocorre a lavra do minério de ferro na Mina de Fábrica. Comumente denominado de Sistema Aquífero Cauê, representa o principal aquífero da região de estudo, assim como de todo o Quadrilátero Ferrífero. Tanto as hematitas como os itabiritos são classificados como friáveis ou compactos conforme as suas características físicas.

Nas cavas 10, Segredo, Ponto 3 e Ponto 2, predominam os itabiritos e hematitas friáveis, sendo pouco expressivo a presença das rochas compactas. Já nas Áreas 8 e 9 a presença do itabirito compacto é bem marcante.

A unidade hidrogeológica da formação ferrífera apresenta também porções com minerais mais argilosos e consequentemente com características aquíferas diminutas. Na mina de Fábrica são mapeadas regiões com itabirito argiloso, itabirito manganésifero e itabirito dolomítico. O itabirito argiloso aparece mais frequente na cava Segredo e na Área 9, o itabirito manganésifero entre a cava Ponto 2 e Ponto 3, e o itabirito dolomítico, nas cavas Segredo e Ponto 3.

Na região a geometria da unidade hidrogeológica da formação ferrífera apresenta uma certa complexidade geológica. De maneira geral a camada de formação ferrífera ocupa o centro de uma estrutura anticlinal sinfórmica de direção NW-SE, com caiamento do eixo para SE. Desta forma a formação ferrífera encontra-se fechada em profundidade (sem continuidade). Na Área 8 chega a 800 metros de profundidade e na Área 9 a 950 metros; na Área 10 chega a 880 metros; nas cavas Segredo e Ponto 3 atinge profundidades máximas em torno de 950 metros, e na cava Ponto 2 chega a profundidade de 850 metros. Sua espessura aparente varia bastante chegando a atingir mais de 500 metros nas regiões da cava do Ponto 3 e da Área 8. Na cava Ponto 2 sua espessura é em torno de 200 metros. A unidade hidrogeológica da formação ferrífera encontra-se encaixada em xistos, filitos, dolomitos, e quartzitos ferruginosos. Em termos hidroquímicos águas da formação ferrífera apresentam-se bastante desmineralizadas em função da baixa interação água-rocha.

Unidade hidrogeológica das rochas encaixantes

A unidade hidrogeológica das encaixantes engloba desde xistos e filitos, até quartzitos, quartzitos ferruginosos, itabiritos dolomíticos e dolomitos. Os xistos e filitos constituem um meio de permeabilidade muito baixa, com fluxo e armazenamento d'água muito restrito, associado às descontinuidades da rocha (fraturas, foliação, falhas). São considerados, via de regra, como aquicluides ou aquitardos. Quando alterados apresentam-se mais argilosos e com fraturas preenchidas, funcionando como barreiras hidráulicas. A salinidade das águas dos xistos e filitos é bastante variada em função da composição mineralógica da rocha, mas em geral sua condutividade elétrica não ultrapassa 50 microS/cm.

Os quartzitos e quartzitos ferruginosos possuem características hidrodinâmicas variadas em função das suas propriedades físicas. Quando compactos e maciços apresentam apenas permeabilidade secundária, com baixa porosidade. Neste caso a condutividade hidráulica estará diretamente relacionada ao grau de faturamento da rocha. Quando friáveis apresentam-se em geral com melhores características aquíferas, possuindo uma boa porosidade e permeabilidade primária. É o caso dos quartzitos da Formação Cercadinho que são considerados bons aquíferos. As rochas da Formação Cercadinho apresentam boa salinidade com condutividade elétrica da ordem de 150 microS/cm.

Com relação às rochas dolomíticas, estas possuem características hidrodinâmicas relacionadas ao seu grau de carstificação. De maneira geral no Quadrilátero Ferrífero são poucos os casos conhecidos onde os dolomitos desenvolveram carstificação. Por isso os dolomitos nesta região são classificados em geral como aquíclaves e/ou aquitardos. Na mina de Fábrica existem alguns indícios de possível carstificação dos dolomitos. Nos arredores da mina ocorrem duas nascentes pontuais de elevada vazão e condutividade elétrica entre 100 a 150 microS/cm, a saber a nascente Água Santa e a nascente Jacutinga. Outro indício é que o poço de maior vazão na mina (Poço 6) encontra-se perfurado quase em sua totalidade em itabirito dolomítico e dolomito e apresentou vazão da ordem de 300 m³/h. Esse poço apresenta também artesianismo quando desligado. A condutividade elétrica das águas coletadas neste poço é da ordem de 150 microS/cm.

Unidade hidrogeológica das coberturas

Cobrindo a formação ferrífera e suas adjacências, destacam-se os depósitos de canga. Tratam-se aquíferos granulares, livres, descontínuos, muito heterogêneos e anisotrópicos. Apresentam elevada permeabilidade e capacidade de armazenamento. Devido a sua pequena espessura não são considerados propriamente como aquíferos, sendo comumente denominados como aquíferos rasos. Têm um papel importante na recarga dos aquíferos sotopostos, dada à capacidade de infiltração rápida.

Na maioria das vezes, sequer chegam a se manter saturados no período seco, pois ocupam zonas de topografia mais elevada e, devido à alta permeabilidade, são rapidamente drenadas. Representam um fluxo hipodérmico, gerando nascentes no período chuvoso.

A unidade hidrogeológica das coberturas engloba também as aluviões, elúvios, colúvios, tálus e solos em geral. São também bastante heterogêneos, variando de composição e de características hidrodinâmicas. Regiões mais argilosas possuem menor capacidade de armazenamento e permeabilidade.

5.3 PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS

Nessa seção, são apresentados os valores possíveis de condutividade e armazenamento para cada unidade hidrogeológica caracterizada acima.

Unidades Hidrogeológicas	Litotipo característico	Faixa de Valores Típicos (Fillipo, 2003)			Valores modelo numérico (MDGEO, 2012)		
		Condutividade Hidráulica	Armazenamento		Condutividade Hidráulica	Armazenamento	
			K (m/dia)	S _s	S _y	S _s	S _y
Formação Ferrífera	Hematitas	0,09 a 10	0,0050 a 0,0005	0,08 a 0,15	0,2 a 3	0,0001	0,01 a 0,06
	Itabiritos Silicicosos	0,08 a 7	0,0001 a 0,0005	0,06 a 0,15	0,1 a 1,5	0,0001	0,1 a 0,04
	Itabiritos Anfibolíticos	0,075 a 1,5	0,0001 a 0,0005	0,03 a 0,10	-	-	-
	Itabiritos Dolomíticos	0,01 a 0,5	0,0001 a 0,0005	0,01 a 0,05	0,05	0,0001	0,1
Encaixantes	Quartzitos	0,09 a 0,9	0,0001 a 0,0005	0,03 a 0,06	0,25 a 0,5	0,0001	0,01
	Dolomitos	0 a 0,07	0,0001 a 0,0003	0,005 a 0,02	0,05	0,0001	0,01
	Xistos e Filito	0 a 0,08	0,0001 a 0,0003	0,001 a 0,01	0,01 a 0,03	0,0001	0,01
	Rochas Básicas	0 a 0,01	0,0001 a 0,0003	0,001 a 0,03	-	-	-
Coberturas	Cangas	1,5 a 4	0,0001 a 0,0003	0,005 a 0,20	2	0,0001	0,06

Figura 04: Tabela com os intervalos de possíveis valores de condutividade hidráulica e armazenamento.

Para a recarga, é importante destacar o papel da unidade hidrogeológica das coberturas que consistem em um importante sistema de recarga dos aquíferos subjacentes. Estudos realizados pela MDGEO em regiões de minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero, apontam uma taxa de recarga entre 15 a 40% da precipitação pluviométrica para o Sistema Aquífero Cauê, sempre lembrando que a recarga corresponde a porção da precipitação que efetivamente recarrega o aquífero. Valores nessa ordem de grandeza também são apresentados por Mourão (op. cit.).

Nos modelos numéricos elaborados anteriormente em 2012 e 2016, foram obtidas taxas de recarga de 410 mm/ano e 418 mm/ano para as áreas de formação ferrífera e taxas duas vezes maior para as áreas de cava, respectivamente.

5.4 FLUXO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

A análise apresentada pelo empreendedor se refere ao fluxo de água na unidade da formação ferrífera. Esta unidade encontra-se encaixada em rochas menos permeáveis, e em virtude disso o fluxo d'água subterrânea ocorre preferencialmente ao longo da própria formação ferrífera. No entanto, acredita-se que exista alguma interação do fluxo d'água entre a formação ferrífera e a unidade hidrogeológica das encaixantes.

Na condição de equilíbrio do aquífero, o fluxo d'água subterrânea na formação ferrífera apresentava um sentido preferencial de NW para SE, partindo de cotas da ordem de 1300 metros nas proximidades de João Pereira e chegando a cotas da ordem de 1000 metros a jusante da cava do Ponto 2.

Com relação ao aporte de água subterrânea na área estudada, este deve ocorrer principalmente através da recarga advinda das precipitações pluviométricas que infiltram na unidade hidrogeológica das coberturas e na própria formação ferrífera. Outra parcela deste aporte é proveniente da continuidade do aquífero em direção a área de João Pereira. Além disso, não se descarta a hipótese de haver contribuições de origem das encaixantes do contato de lapa.

No que se refere às descargas naturais de água subterrânea, associadas à formação ferrífera, conforme mencionado aponta-se a existência de nascentes no Ribeirão da Prata (20 m³/h) e no Córrego Água Santa (nascentes de montante 3,7 m³/h / nascente jusante 220 a 280 m³/h). No entanto, devido ao uso intensivo do solo da sub-bacia e diversas interferências nos cursos de água, como exploração de água subterrâneas, lançamento nos córregos, desvio de curso de água, reservatórios de água, etc., que já ocorriam em período anterior a 2005, e permanecem até os dias de hoje, fica difícil quantificar os valores descarga originalmente associados, exclusivamente, à formação ferrífera.

Com os dados disponibilizados, o requerente apresenta um mapa com as equipotenciais do nível d'água, as quais estão representadas de 10 em 10 metros. Observa-se que, de uma forma geral, as cargas hidráulicas decaem a partir da porção noroeste da área (1290 m) até a área do Ponto 2 (980 m). São observadas convergências do fluxo em direção a cava da área 9 ½ que se encontra na cota 1100 metros atualmente; e na cava do Ponto 2, que se encontra na cota 976 metros.

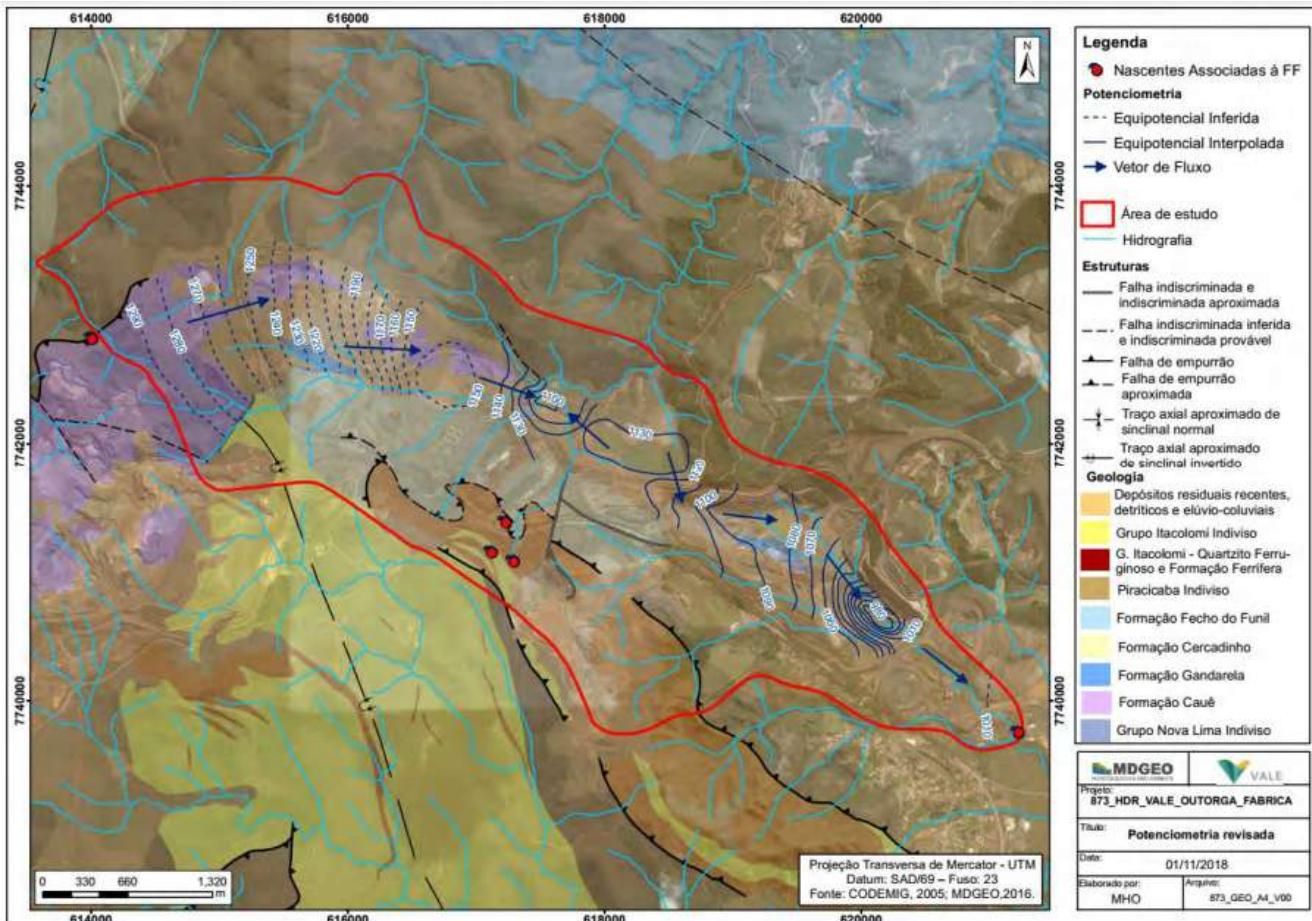


Figura 05: Condições de fluxo de água subterrânea na unidade hidrogeológica da formação ferrífera.

6. INVENTÁRIO DE PONTOS DE ÁGUA

Foram realizados dois inventários de pontos de água na área do empreendimento em questão, sendo o primeiro datado de 2004 e o segundo de 2007. O primeiro inventário indica a presença de 8 nascentes e 24 pontos relacionados a captações e/ou interferências. O trabalho destaca a existência de uma nascente de grande vazão, 224 m³/h, denominada Água Santa, a qual está localizada na área de outro empreendedor, NAMISA. Já o segundo estudo cadastrou um total de 97 pontos, sendo alguns deles secos. Desses, foi cadastrado um ponto correspondente a nascente Jacutinga, que apresentava a maior vazão dentre eles.

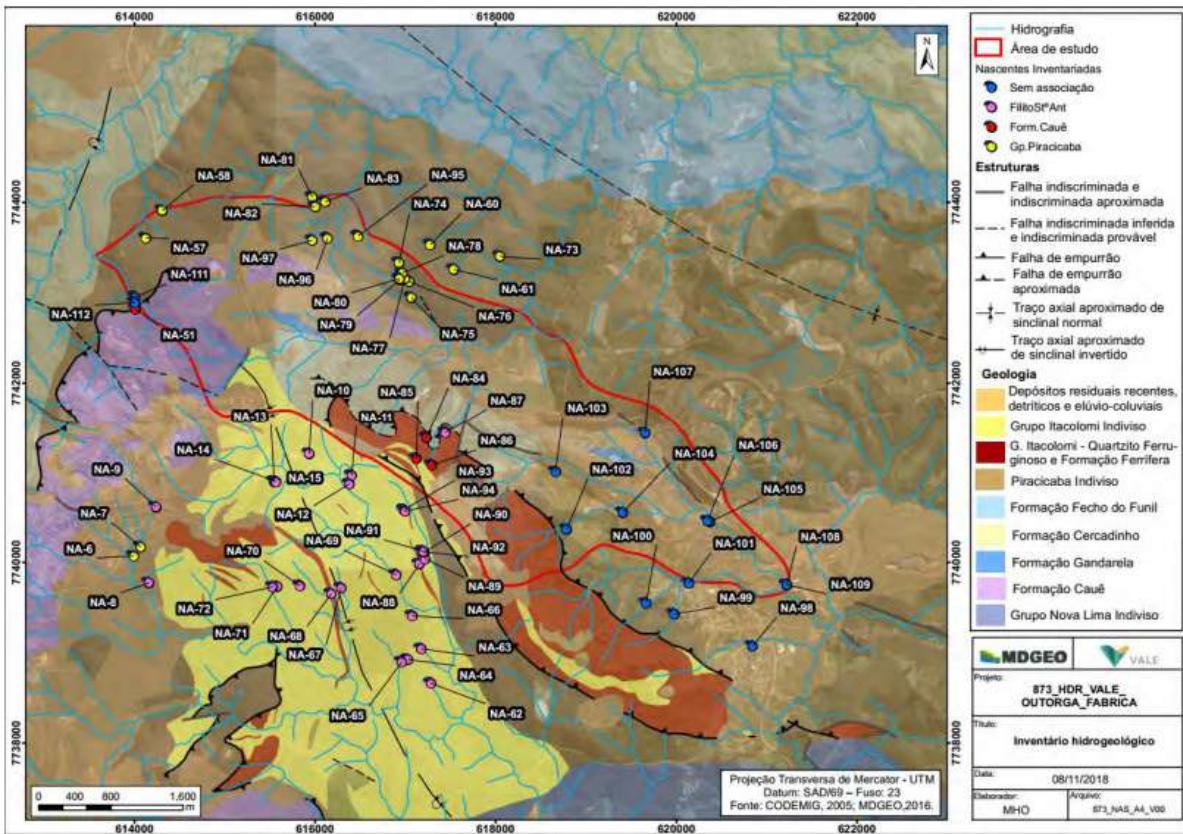


Figura 06: Mapa de localização dos pontos cadastrados.

7.DADOS DE MONITORAMENTO

Os dados de monitoramento hidrológico e hidrogeológico da área de estudo serão apresentados nas seções a seguir.

Instrumentos	Total Cadastrado	Ativo em jun-2018	Periodicidade do monitoramento	Período monitorado (dados compilados)
Pluviômetro	1	1	diária	jan-1974 a jun-2018
Indicadores de Nível d'água (INAs)	39	13	mensal	fev-2008 a jun-2018
Piezômetros (PZs)	70	19	mensal	abr-2005 a jun-2018
Pontos de Medição de Vazão	52	34	semanal	mai-2006 a jun-2018
Poços de bombeamento	33	22	mensal	nov-2005 a jun-2018

Figura 07: Tabela de pontos que compõem a rede de monitoramento do empreendimento.

7.1.PLUVIOMETRIA

Na área de estudo a precipitação é monitorada desde janeiro de 1974 e possui dados até junho de 2018. Os dados disponibilizados referentes ao período de 1974 a 2005 correspondem ao histórico de valores mensais de precipitação registrados pelo pluviômetro FAB_PLV-74a05, instalado na Mina de Fábrica e da CSN. A partir do ano de 2006 os dados passaram a ser coletados pelo pluviômetro FAB_PLV-01, instalado na Mina de Fábrica.). Com base nos dados disponibilizados, entre 2006 e 2018, de uma forma geral, o monitoramento da pluviometria ocorre diariamente, exceto aos fins de semana.

Entende-se que o ano hidrogeológico na região se divide em período seco, entre os meses de outubro a março, e período chuvoso, entre abril e setembro.

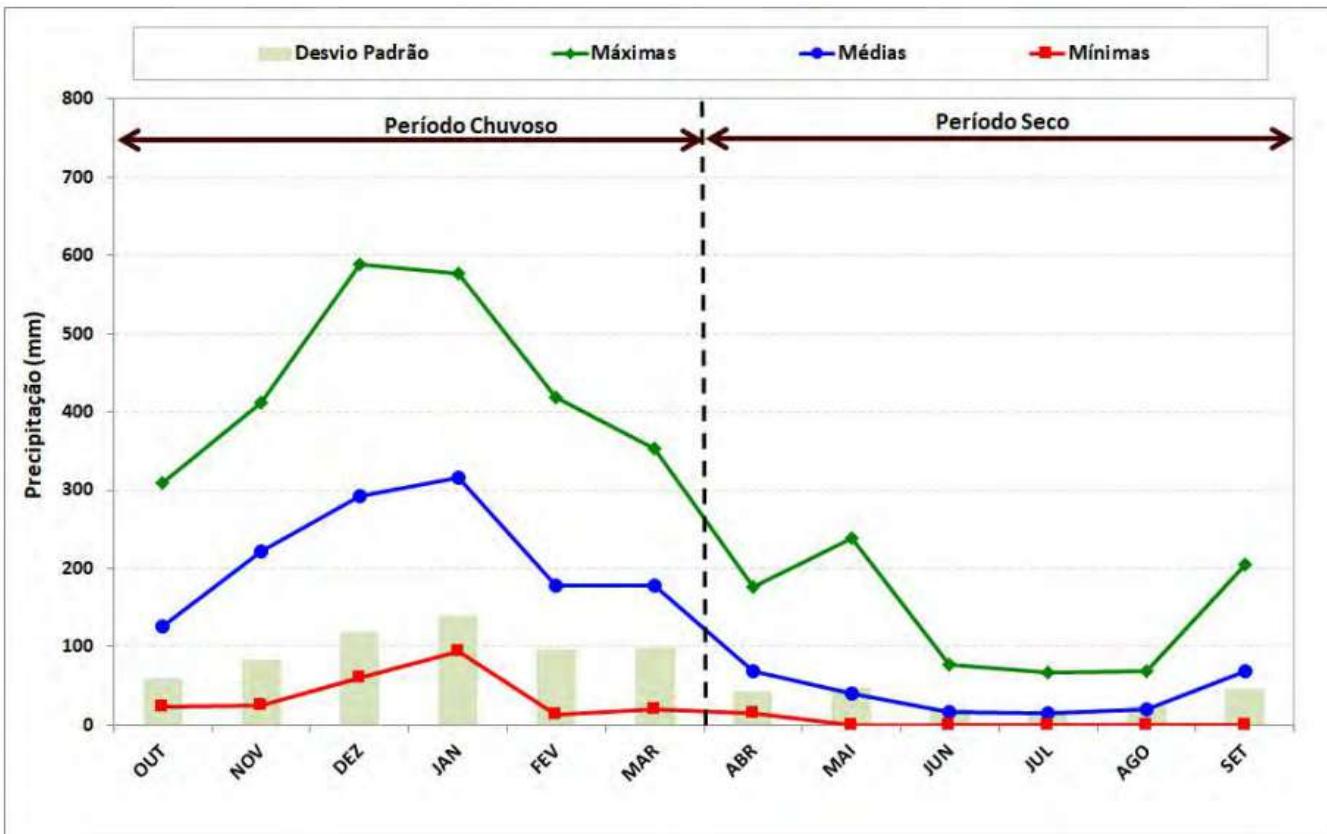


Figura 08: Gráfico de precipitação média, máxima e mínima mensal (1974-2018).

Nota-se que a chuva se concentra entre outubro e março, com picos nos meses de dezembro e janeiro, e os meses de junho a agosto são os mais secos. A média plurianual da precipitação da série apresentada, considerando o ano hidrológico, é de 1524 mm/ano. A média para o período chuvoso é de 1300 mm/ano que corresponde a aproximadamente 85% de toda precipitação anual, e a média do período seco é de 219 mm/ano. Nota-se que o ano hidrológico de 1978/1979, apresentou o máximo de precipitação acumulada no período de observação, totalizando 2311 mm, e o ano mais seco, com base nos registros, foi o de 2000/2001, com total acumulado de 962 mm.

7.2.VAZÃO DOS CURSOS D'ÁGUA

Foram compilados e utilizados dados de 9 pontos que se encontram nos cursos d'água que drenam o entorno das cavas das Áreas 8, 9, 9 ½, 10 e Segredo/Ponto 3, Ponto 2, ou estão posicionados logo a jusante dessas drenagens. A localização e demais características desses pontos são apresentados nas figuras 09 e 10.

Instrumento	Descrição	Situação	Método de Medição	Coordenadas UTM SAD 69		Cota topo. (m)	Compilação de dados
				X	Y		
FAB_VZ-boinabrasa/05	-	Inativo	Vertedor triangular	619192	7740723	1000	fev-2005 a out-2009
FAB_VZ-jmendes/05	-	Operante	Vertedor triangular	618621	7741041	1000	fev-2005 a jun-2018
FAB_VZ-76/08	Viveiro de mudas	Operante	Vertedor triangular	617247	7742698	1080	out-2009 a jun-2018
FAB_VZ-11/13	Bacia do Córrego das Almas	Operante	Vertedor triangular	613872	7744884	1250	mar-2014 a jun-2018
FAB_VZ-08/12	Jusante da barragem da Prata I	Inativo	Outros Métodos	618418	7742718	1088	abr-2012 a set-2014
FAB_VZ-divineia/05	-	Operante	Vertedor trapezoidal	620262	7740391	1000	fev-2005 a jun-2018
FAB_VZ-08/09	Ribeirão da Prata	Operante	Vertedor trapezoidal	618445	7743103	1088	out-2009 a jun-2018
FAB_VZ-09/09	Acesso pela trilha da linha elétrica/torre da Cemig.	Operante	Vertedor trapezoidal	616276	7743882	1144	out-2009 a jun-2018
FAB_VZ-10/13	Bacia do Córrego das Almas tributário	Operante	Vertedor trapezoidal	613763	7744917	1300	mar-2014 a jun-2018

Figura 09: Dados cadastrais dos pontos de monitoramento de vazão.

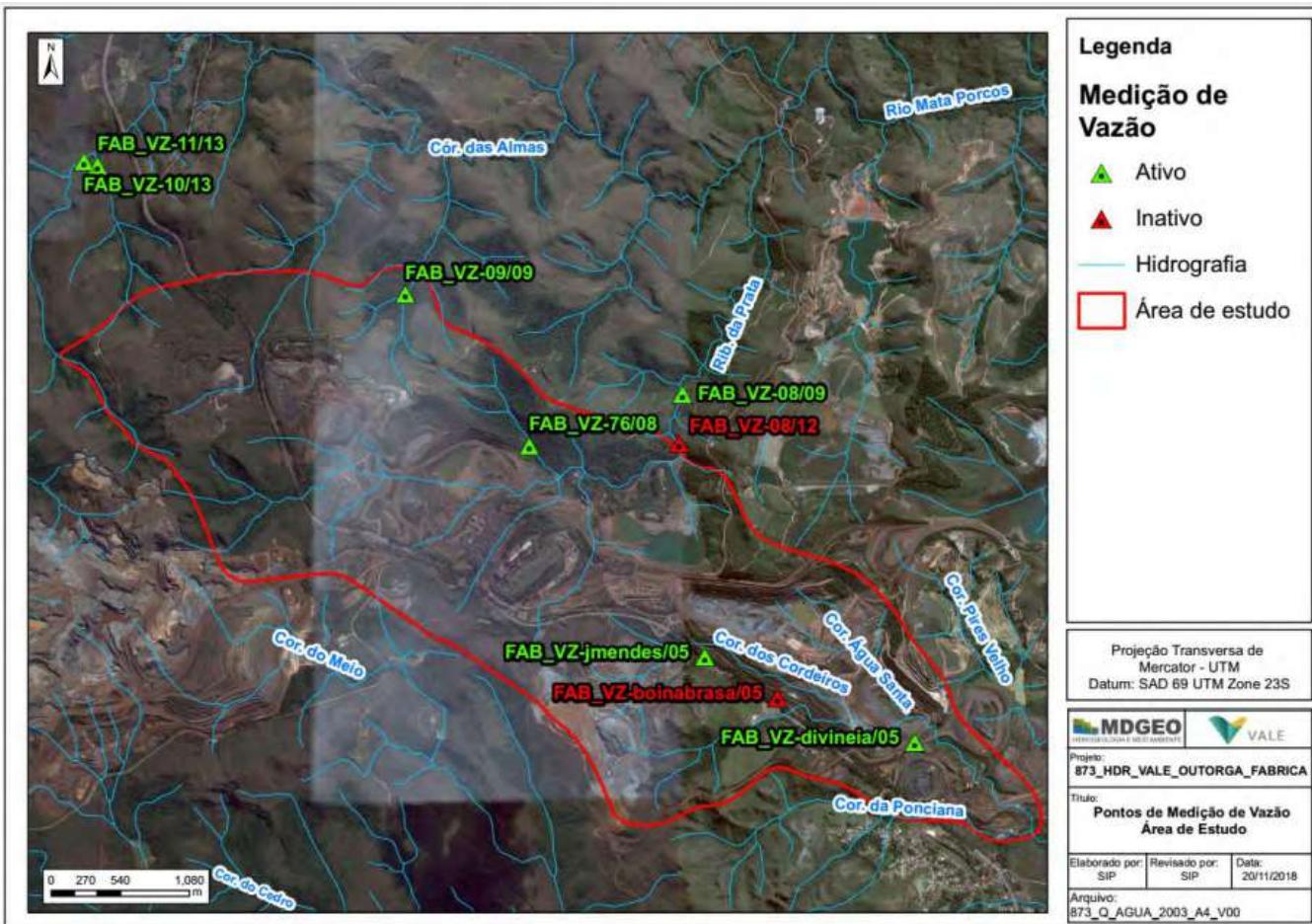


Figura 10: Localização dos pontos de monitoramento de vazão.

Na sub-bacia do Rio das Velhas, existem registros de vazão em 6 pontos de medição. De forma geral os pontos de monitoramento supracitados não mostram interferências provocadas pelo desaguamento das cavas da Mina de Fábrica, sendo que as oscilações verificadas estão associadas a variação sazonal.

Na sub-bacia do Rio Paraopeba, existem registros de vazão em 3 pontos de medição posicionados dentro dos limites da área. Com base nas séries de dados, estes pontos apresentam grande variabilidade nas medições, o que está associado tanto a aspectos sazonais, como a influência das interferências antrópicas locais (canalização de drenagem, drenagem de rodovia, pilha de estéril, etc.).

Ainda nesta bacia há o monitoramento da vazão da nascente Água Santa, o qual é realizado pela CSN. Segundo dados disponibilizados pela Vale a média das vazões no período seco nessa nascente variou entre 240 a 280 m³/h, considerando registros de 2012 a 2016. Os valores apresentados indicam que até o momento não são observadas interferências que possam ser associadas ao rebaixamento do nível d'água que ocorreu entre os anos de 2005 e 2016.

Média período seco (m³/h)	
2012	278,58
2013	253,03
2014	-
2015	241,12
Média período chuvoso (m³/h)	
2012	256,86
2013	249,76
2014	234,18
2015	228,62
Dados 2016 (m³/h)	
Janeiro	217,00
Fevereiro	218,9
Março	233,4
Abril	216,9
Maio	238,8
Junho	246,9

Figura 11: Tabela de valores de vazões da nascente Água Santa.

7.3.PIEZOMETRIA

Com base nos dados apresentados, a Mina de Fábrica possui 109 instrumentos de monitoramento do nível d'água subterrânea, entre Indicadores de Nível d'Água (INA) e Piezômetros (PZ), cadastrados em seu banco de dados, sem contar com os instrumentos instalados na cava de João Pereira. Entretanto, muitos possuem um curto período de monitoramento, uma vez que foram destruídos devido ao avanço das operações da lavra. De modo geral, os registros de monitoramento iniciam-se em abril de 2005 nas cavas Segredo, Ponto 3 e Ponto 2, em maio de 2006 na Área 10, setembro de 2006 na Área 9. Já a Área 8 começou a ser instrumentada a partir do ano de 2017.

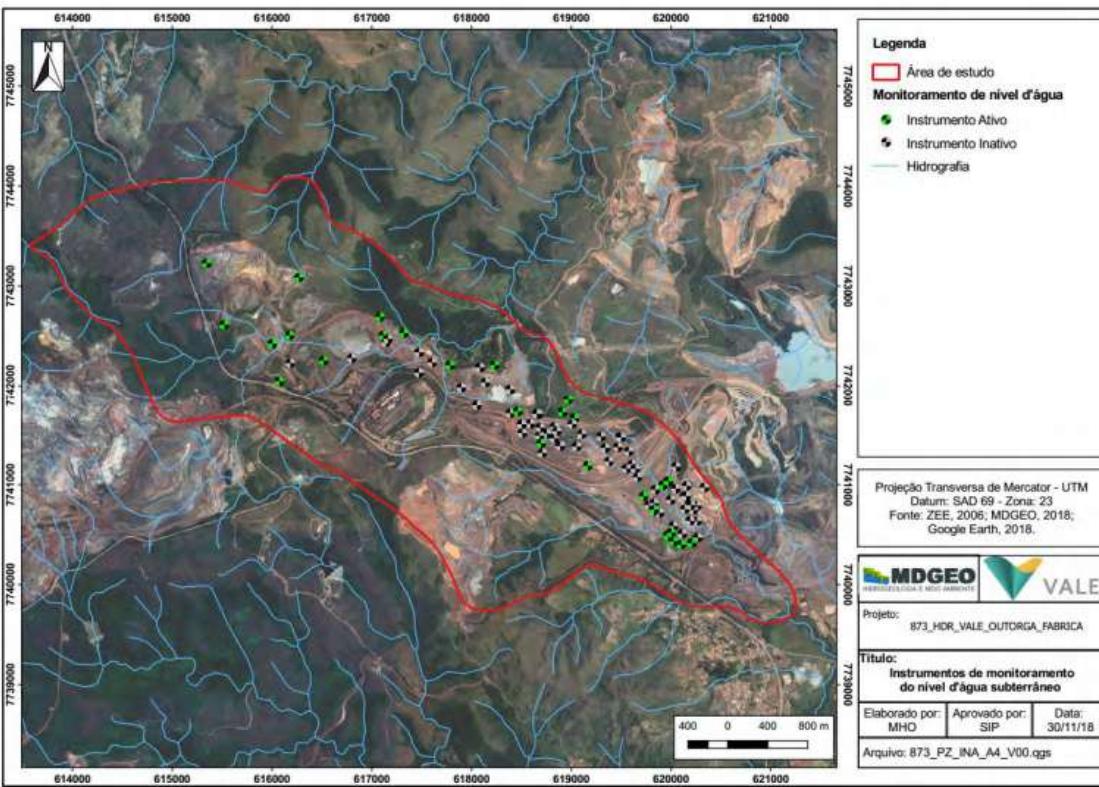


Figura 12: Localização dos instrumentos para monitoramento de nível de água subterrânea.

Nota-se, de forma geral, que as cotas do nível d'água da área atualmente variam entre 1260 e 1000 metros aproximadamente, sendo que os instrumentos que registram os níveis mais elevados estão posicionados nas proximidades da Área 9, e aqueles que registram os níveis mais baixos estão localizados na cava do Ponto 2, o que indica um gradiente hidráulico da ordem de 260 metros de NW para SE.

8. SISTEMA DO REBAIXAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

As primeiras perfurações realizadas na Mina Fábrica datam da década de 90. No entanto, o bombeamento efetivo dos poços para o rebaixamento do nível d'água subterrâneo das cavas, registrado pela Vale, iniciou-se somente ao final de 2005 (novembro-2005).

Foram perfurados até junho de 2018 um total de 33 poços profundos em toda a área do empreendimento (sem levar em consideração a cava de João Pereira, fora da área de estudo), entretanto em junho de 2018 apenas 21 deles encontravam-se em funcionamento.

Dos 33 poços cadastrados, 3 foram perfurados no entorno da cava da Área 9, 7 na área 9 ½, 2 na Área 10, 7 na cava Segredo, 6 na cava Ponto 3, e 8 na cava Ponto 2.

O monitoramento de vazão nesses poços, segundo os dados disponibilizados, é realizado mensalmente a partir do registro do volume global bombeado e as horas trabalhadas por poço.

Com base no histórico mostrado, a média da vazão global explotada atualmente na Mina de Fábrica é da ordem de 760 m³/h. A vazão máxima até então atingida pelo sistema de rebaixamento foi de 942 m³/h e ocorreu em maio de 2018, a partir da construção e operação de novos poços, principalmente do PTP-37. A vazão mínima, de 220 m³/h, foi registrada em março de 2012.

Poço	Cava	Coordenadas UTM SAD 69 E-W N-S		Cota topo. Atual (m)	Situação	Prof. (m)	Prof. NE (m)	Prof. ND (m)	Qini m³/h	Qesp. m³/h/m	Inicio da Operação	Fim da Operação	Objetivo
PTP-02	Área 9	616963.48	7742559.89	1153.39	Inativo	150.94	-	39.95	148.00	-	nov-05	ago-11	Abastecimento
PTP-03		616553.86	7742484.25	1165.86	Ativo	152.80	-	110.53	66.00	-	nov-05	Em operação	Abastecimento
PTP-04		616792.68	7742597.70	1135.16	Inativo	131.30	14.00	21.00	336.70	48.10	nov-05	dez-07	Abastecimento
PTP-28/13	Área 9 1/2	617485.52	7742367.40	1105*	Inativo	100.00	-	-	-	-	set-14	dez-16	Rebaixamento
PTP-29/13		617214.92	7742466.30	1145*	Ativo	100.00	-	-	-	-	dez-14	Em operação	Rebaixamento
PTP-32/15		617676.00	7742273.00	1118*	Ativo	-	-	-	-	-	out-15	Em operação	Rebaixamento
PTP-34/16		617253.00	7742449.00	1130.00	Ativo	-	-	-	-	-	jan-18	Em operação	Rebaixamento
PTP-35/17		617473.00	7742252.00	1145.00	Ativo	-	-	-	-	-	jan-18	Em operação	Rebaixamento
PTP-37/17		617241.00	7742535.00	1138.69	Ativo	-	-	-	-	-	mai-18	Em operação	Rebaixamento
PTP-38/17		617437.00	7742385.00	1102.88	Ativo	-	-	-	-	-	-	-	Novo
PTP-15	Área 10	618592.24	7741774.72	1141.46	Ativo	151.00	-	-	-	-	jun-08	Em operação	Rebaixamento
PTP-20/10		617815.00	7742143.00	1135*	Ativo	200.00	-	-	-	-	mar-11	Em operação	Rebaixamento
PTP-06	Segredo	619215.91	7741446.00	1096.92	Ativo	140.00	0.00	42.00	195.00	4.64	nov-05	Em operação	Rebaixamento
PTP-08		618882.45	7741530.98	1121.38	Ativo	98.20	18.89	54.75	54.00	1.51	nov-05	Em operação	Rebaixamento
PTP-09		618687.80	7741564.37	1148.00	Ativo	113.20	34.62	70.20	98.00	2.75	nov-05	Em operação	Rebaixamento
PTP-10		618754.06	7741503.59	1103.99	Inativo	70.00	21.75	38.50	12.00	0.72	nov-05	fev-12	Rebaixamento
PTP-11		618502.98	7741598.19	1161.30	Inativo	152.00	24.93	89.70	7.50	0.12	nov-05	abr-11	Rebaixamento
PTP-12		619105.19	7741500.48	1119.28	Inativo	108.00	8.57	78.31	6.00	0.09	nov-05	jun-13	Rebaixamento
PTP-33/16		618968.00	7742592.00	1175.00	Ativo	-	-	-	-	-	-	Em operação	Rebaixamento
PTP-07	Ponto 3	619351.99	7741245.89	1096.63	Inativo	151.40	19.00	-	18.00	-	out-08	fev-12	Rebaixamento
PTP-13		619573.91	7741181.22	1113.66	Inativo	120.60	23.60	91.86	20.30	0.30	mai-06	abr-10	Rebaixamento
PTP-18		619401.92	7741521.85	1102.43	Ativo	162.00	-	-	-	-	set-09	Em operação	Rebaixamento
PTP-21/10		619328.92	7741413.87	1088.69	Ativo	118.45	-	-	-	-	jul-15	Em operação	Rebaixamento
PTP-30/14		619285.59	7741340.04	1095.00	Ativo	140.00	-	-	-	-	jun-15	Em operação	Rebaixamento
PTP-36/17		619237.00	7741283.00	1095.48	Ativo	-	-	-	-	-	-	Em operação	Rebaixamento
PTP-16		620239.66	7740633.18	1030.89	Inativo	157.72	-	-	-	-	jan-08	out-12	Rebaixamento
PTP-17	Ponto 2	620139.19	7740715.01	1027.77	Inativo	196.90	-	-	-	-	mai-10	set-12	Rebaixamento
PTP-19/10		619842.03	7740968.37	1080.27	Ativo	138.00	8.00	100.00	40.00	0.43	jun-10	Em operação	Rebaixamento
PTP-22/11		619947.48	7740770.98	1002.00	Ativo	161.50	-	-	-	-	mar-12	Em operação	Rebaixamento
PTP-23/12		620201.09	7740534.57	994.00	Ativo	200.00	-	-	-	-	jun-12	Em operação	Rebaixamento
PTP-24/12		619775.17	7740789.67	1083.00	Inativo	150.00	-	-	-	-	-	Nunca bombeou	Rebaixamento
PTP-26/13		620291.00	7740597.00	1009.00	Ativo	135.00	-	-	-	-	ago-14	Em operação	Rebaixamento
PTP-27/13		620078.00	7740730.00	1008.00	Ativo	150.00	-	-	-	-	ago-14	Em operação	Rebaixamento

Figura 13: Tabela de dados cadastrais dos poços de bombeamento do empreendimento.

9.IMPACTOS AMBIENTAIS E INTERFERÊNCIAS QUANTITATIVAS

Foi apresentada a avaliação de impactos considerando as interferências que poderiam, eventualmente, ocorrer nas vazões dos cursos d'água presentes no entorno da mina de Fábrica (áreas 8, 9, 9 ½, Segredo/ Ponto 3, e Ponto 2), devido ao rebaixamento do nível d'água subterrâneo, além de uma avaliação dos possíveis impactos sobre os usuários de água superficiais e subterrâneas outorgados pelo Estado e localizados na área de influência do rebaixamento.

Encontram-se listados os valores de vazão monitorados nos cursos d'água representados no modelo numérico, os resultados obtidos para estes cursos d'água na calibração em regime transiente (setembro-2015 – final do último período seco do período de calibração), e os resultados da simulação de rebaixamento do nível d'água (set-2026 final do período seco do ano em que o sistema de rebaixamento atinge a vazão máxima a ser produzida; e set-2048 – final do último período seco do período de simulação).

Com base nos resultados apresentados, a bacia que, possivelmente, será mais afetada pelo rebaixamento é a do Ribeirão da Prata, sendo que a redução na disponibilidade hídrica prevista para os anos de 2026 e 2048 é da ordem de 73% e 75% respectivamente (71 e 73 m³/h). No entanto, foi informado que a Vale já disponibiliza a jusante do barramento existente no local uma vazão superior ao máximo impacto previsto pelo modelo numérico.

Os demais cursos d'água, apresentam variações menos expressivas na disponibilidade hídrica, em ambos os anos. Nos afluentes do Córrego das Almas nota-se uma redução de 15% (3 m³/h) em 2048, provavelmente, associada ao desenvolvimento das lavras das áreas 8 e 9.

Para a nascente denominada Água Santa, os resultados das simulações não indicam variações na disponibilidade hídrica. Já no trecho do córrego Água Santa, à montante da cava Ponto 2, observa-se já em 2026 uma redução de 3,4 m³/h.

Globalmente, a redução máxima prevista na disponibilidade hídrica, considerando apenas os córregos possivelmente afetados pelo rebaixamento do nível d'água subterrânea, é da ordem de 21% (aprox. 80 m³/h) em 2048 Sendo as reduções nas vazões dos cursos d'água realmente constatadas em campo, a vazão de água subterrânea produzida do sistema de rebaixamento, que poderá variar entre 700 e 2240 m³/h, será suficiente para mitigar essas interferências mediante a reposição dos volumes reduzidos.

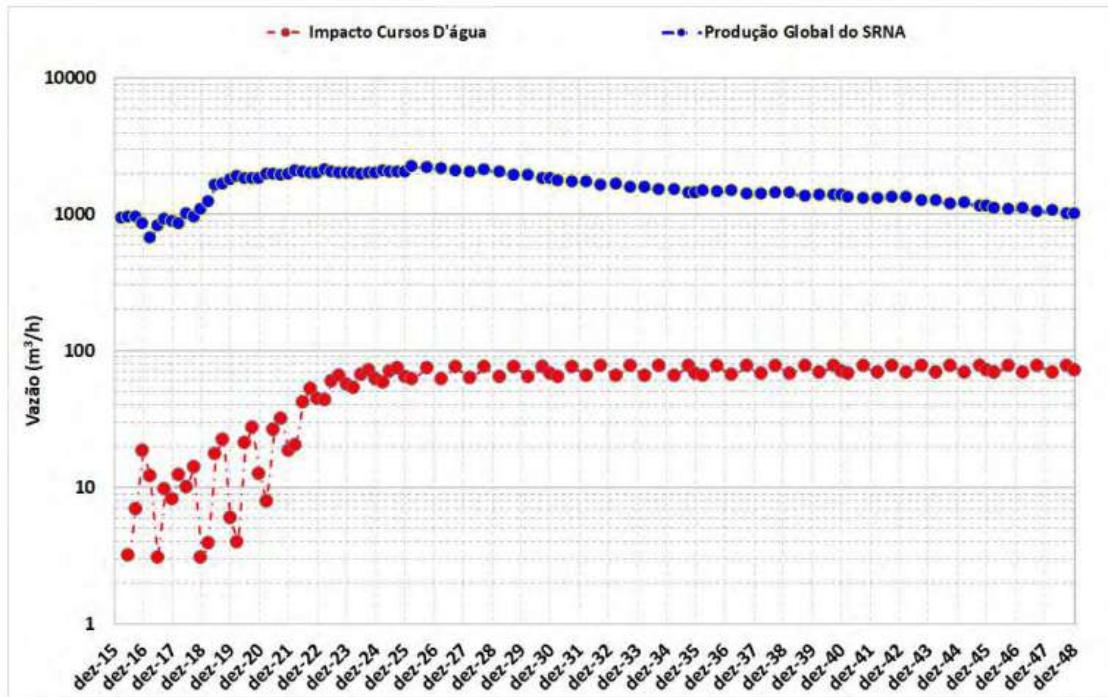


Figura 14: Gráfico da comparação da vazão produzida pelo sistema de rebaixamento e impacto na disponibilidade hídrica nos cursos d'água.

Com base nas informações apresentadas pelo requerente, do ponto de vista conceitual e com base nos resultados obtidos nas simulações numéricas, entende-se que a baixa transmissividade característica das rochas encaixantes (xistos) restringe os potenciais impactos aos usuários que captam águas de origem do sistema hidrogeológico das formações ferríferas, o que limita a influência do rebaixamento à área do próprio modelo numérico. Com base nessa premissa, é colocado no relatório que todos os pontos posicionados fora da área modelada e/ou em drenagens não associadas às descargas da formação ferrífera que ocorre no contexto na mina de Fábrica não serão impactados pelas operações rebaixamento do nível d'água.

Como a maioria das captações superficiais e/ou subterrâneas existentes dentro ou nas proximidades imediatas da área modelada são de uso da própria Vale, restam então 5 usuários (terceiros), um localizado na porção noroeste e 4 na porção sul da área modelada, posicionados dentro da área de influência direta das operações de lavra e de rebaixamento do nível d'água das cavas em questão.

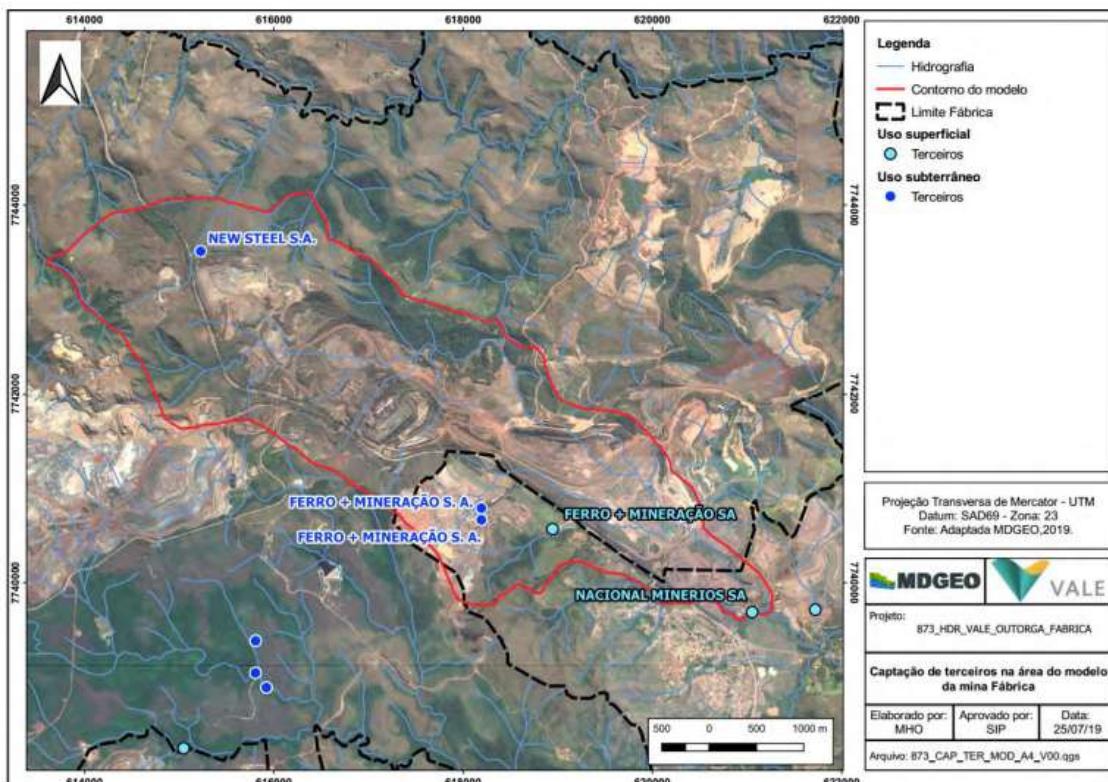


Figura 15: Localização dos usuários de águas no entorno do empreendimento.

Ainda que os pontos das empresas Ferro + Mineração e Nacional Minérios estejam dentro dos limites modelados, segundo as previsões do modelo numérico, a sub-bacia a qual eles pertencem (Córrego Cordeiro) não será impactada pelo avanço das operações de rebaixamento do nível d'água, o que, conceitualmente, já era esperado, vez que estes pontos encontram-se posicionados nas encaixantes, e, segundo o modelo conceitual vigente, hidráulicamente desconectados das formações ferríferas.

Com relação ao ponto da empresa New Steel após plotar o ponto de captação no modelo numérico, o mesmo encontra-se locado também nas encaixantes, e, por isso, é provável que não ocorra impacto.

Em resumo, segundo o modelo numérico, os eventuais impactos que poderiam vir a ocorrer sobre a disponibilidade dos recursos hídricos na região da mina de Fábrica estariam limitados à unidade hidrogeológica da formação ferrífera e aos cursos d'água presentes dentro (Córrego Água Santa) ou muito próximo à área de desenvolvimento da lavra (cabeceras do Córrego das Almas e do Ribeirão da Prata). Por isso, todas as captações que se encontram fora dessa unidade, e das bacias desses cursos d'água, estariam isentas do risco de interferência, o que é o caso de todas as captações superficiais e subterrâneas de terceiros outorgadas presentes no entorno da mina.

10. BALANÇO HÍDRICO DO EMPREENDIMENTO

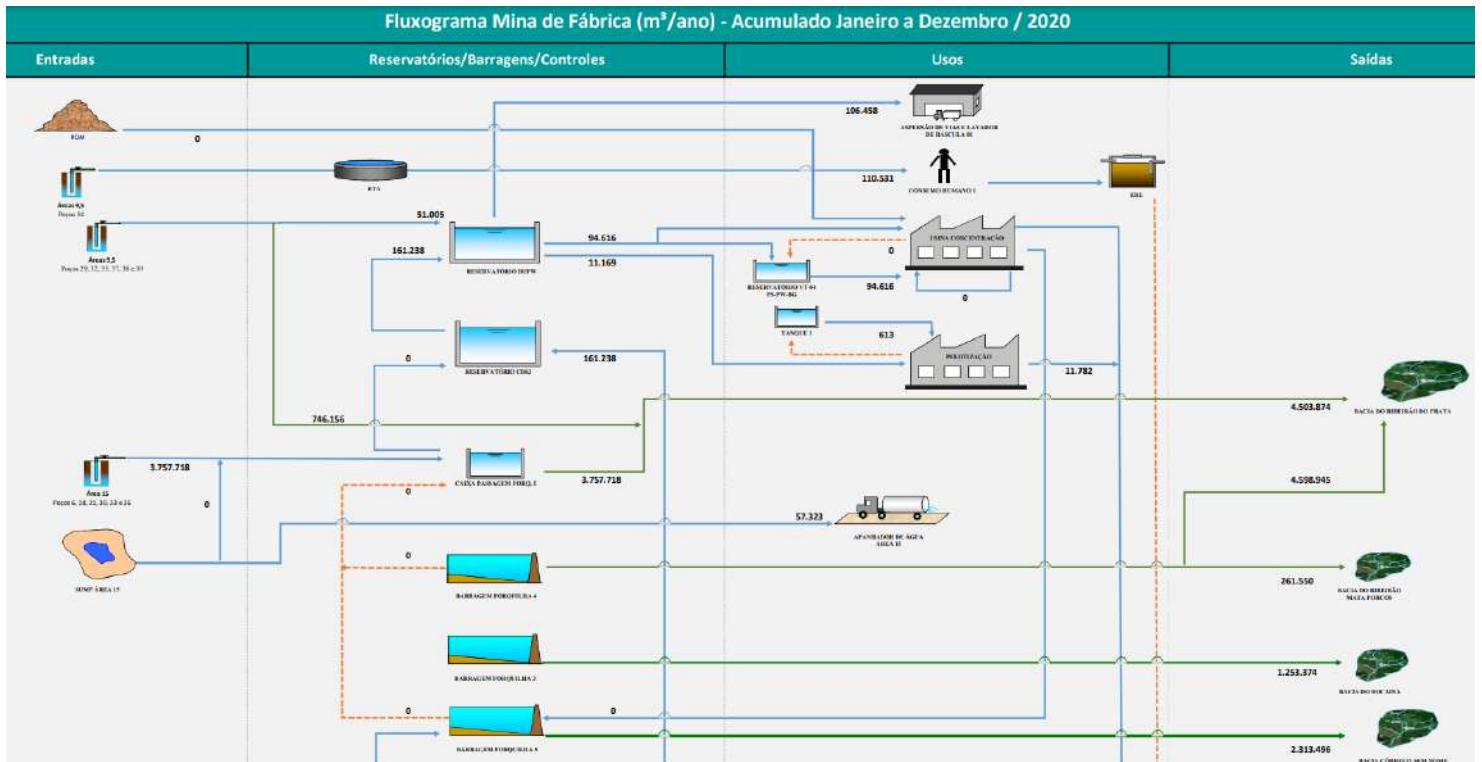
Como em 2019 e 2020 as operações ficaram paralisadas devido a interdição em decorrência das barragens alteadas pelo método a montante, nota-se que no balanço hídrico alguns setores não tiveram consumo devido a esta paralisação.

Conforme balanço apresentado, atualmente a fonte de água do empreendimento é advinda da bateria de poços tubulares profundos.

A vazão bombeada é utilizada para consumo humano, consumo industrial e aspersão de vias. Já o excedente hídrico é disponibilizado nos córregos Prata e Água Santa.

As principais finalidades previstas para uso da água são:

- Mitigação dos possíveis impactos na disponibilidade hídrica dos cursos d'água locais por meio de reposição;
- Abastecimento humano dos funcionários nos restaurantes, escritórios e canteiros;
- Uso nos processos industriais da mina e da usina;
- Uso em processos de controle ambiental (aspersão de vias);
- Irrigação de áreas verdes.



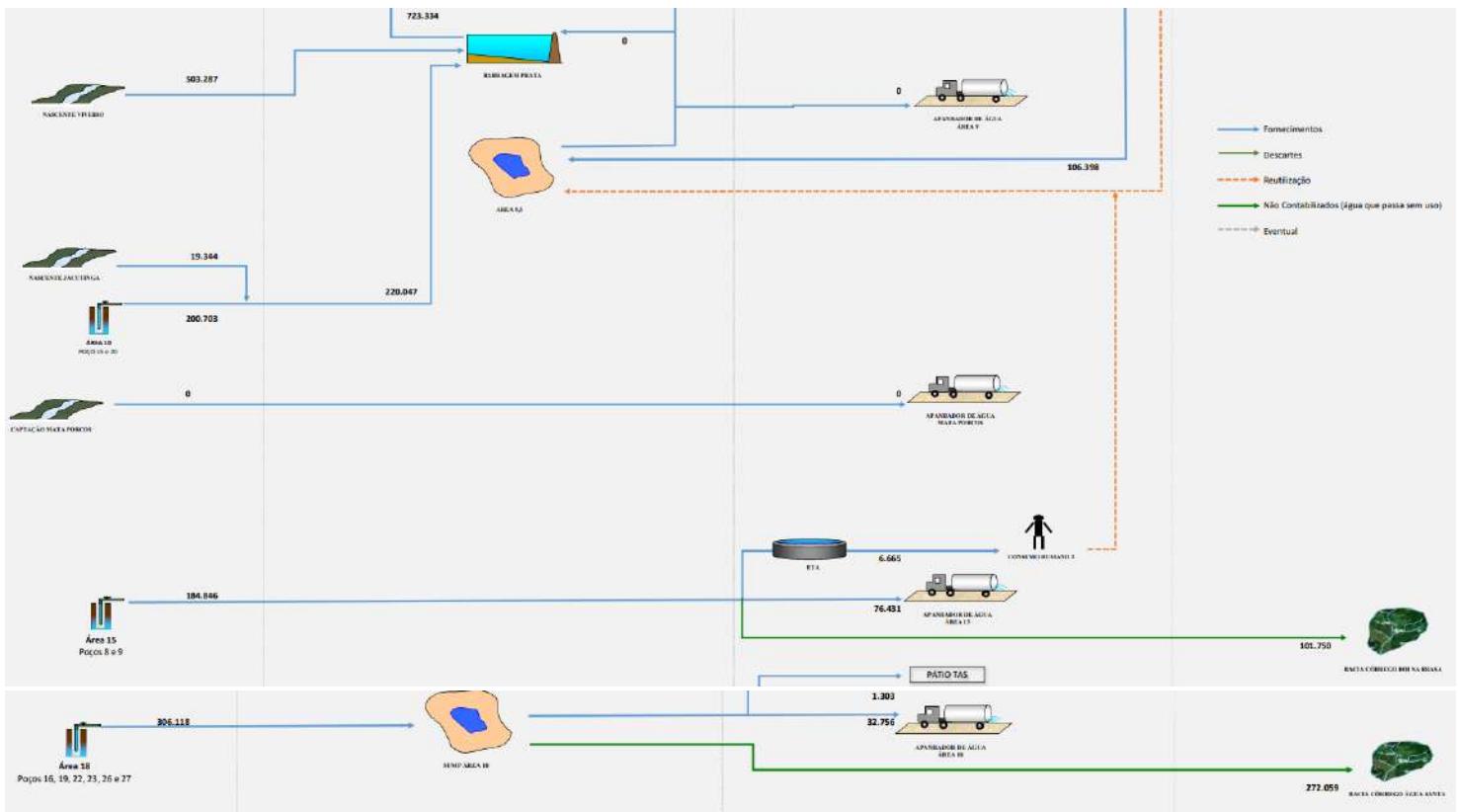


Figura 16: Balanço hídrico do empreendimento.

11.PLANO DE USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

A partir da disponibilização de água subterrânea proveniente do sistema de rebaixamento de nível d'água, cuja vazão máxima prevista é de 2240 m³/h, o volume produzido será destinado para usos do empreendimento.

De forma geral, as principais finalidades previstas para uso da água são:

- Mitigação dos possíveis impactos na disponibilidade hídrica dos cursos d'água locais, por meio de reposição;
- Abastecimento humano dos funcionários nos restaurantes, escritórios e canteiros;
- Uso nos processos industriais da mina e da usina;
- Uso em processos de controle ambiental, tal como aspersão de poeira na mina e em vias, de forma a garantir uma melhor qualidade do ar; irrigação de áreas verdes; entre outros.

12.MODELAGEM NUMÉRICA HIDROGEOLÓGICA

O modelo numérico que abrange a Mina de Fábrica (Áreas 8, 9, 9 ½, 10, Segredo, Ponto 3 e Ponto 2) foi elaborado com base nas informações e definições apresentadas no modelo hidrogeológico conceitual.

Para o modelamento numérico regional do fluxo d'água subterrânea na área da Mina de Fábrica foi adotado o algoritmo MODFLOW 1996, desenvolvido pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS, que opera com o método das diferenças finitas. O programa utilizado foi o Visual Modflow 2011.1, versão 4.6, desenvolvido por Guiguer e Franz da Schlumberger Water Services.

A metodologia utilizada durante a elaboração e calibração do fluxo de água subterrânea no modelo numérico consistiu na integração das seguintes atividades:

- Calibração em regime de escoamento permanente (abril-2005) - utilizada para ajustar os valores de condutividade hidráulica e recarga;
- Calibração em regime transitório (maio de 2005 a janeiro de 2016) - utilizada para ajustar os valores do coeficiente de armazenamento das unidades hidrogeológicas.

12.1.RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO DO MODELO EM PERMANENTE

Para a definição da variável recarga, foram definidas 4 zonas principais (Formação Ferrífera - Cauê, Formação Ferrífera Itacolomy, Encaixantes, Áreas de Cavas), em função do potencial de recarga característico destas, sendo que os valores obtidos para estas zonas foram objeto de calibração em regime permanente. Nesta, as taxas de recarga foram ajustadas com base na precipitação média plurianual do período chuvoso (1306 mm/ano) da série de dados (jan-1974 a fev-2016) coletados da Pluviômetro PLV-01. Foram calibradas taxas de 32%, ou 836 mm/ano, para as zonas 2 e 3 (Área sob a formação ferrífera), 10% ou 124mm/ano, para a zona 1 (Área sob as encaixantes), e 64% para as áreas de cava, considerando que já em 2005, período base da calibração em permanente, já havia operação de lavra em curso nas áreas de Segredo e Ponto 2.

Com relação à distribuição das propriedades hidrodinâmicas (condutividade hidráulica e coeficiente de armazenamento), esta é definida a partir da associação dos litotipos presentes na área com as propriedades do modelo numérico.

A partir da calibração, foram obtidas as equipotenciais do nível de água subterrânea e as direções de fluxo. O sentido do fluxo da água subterrânea ocorre, preferencialmente, de NW para SE, havendo ainda uma convergência de fluxo em direção ao Ribeirão da Prata.

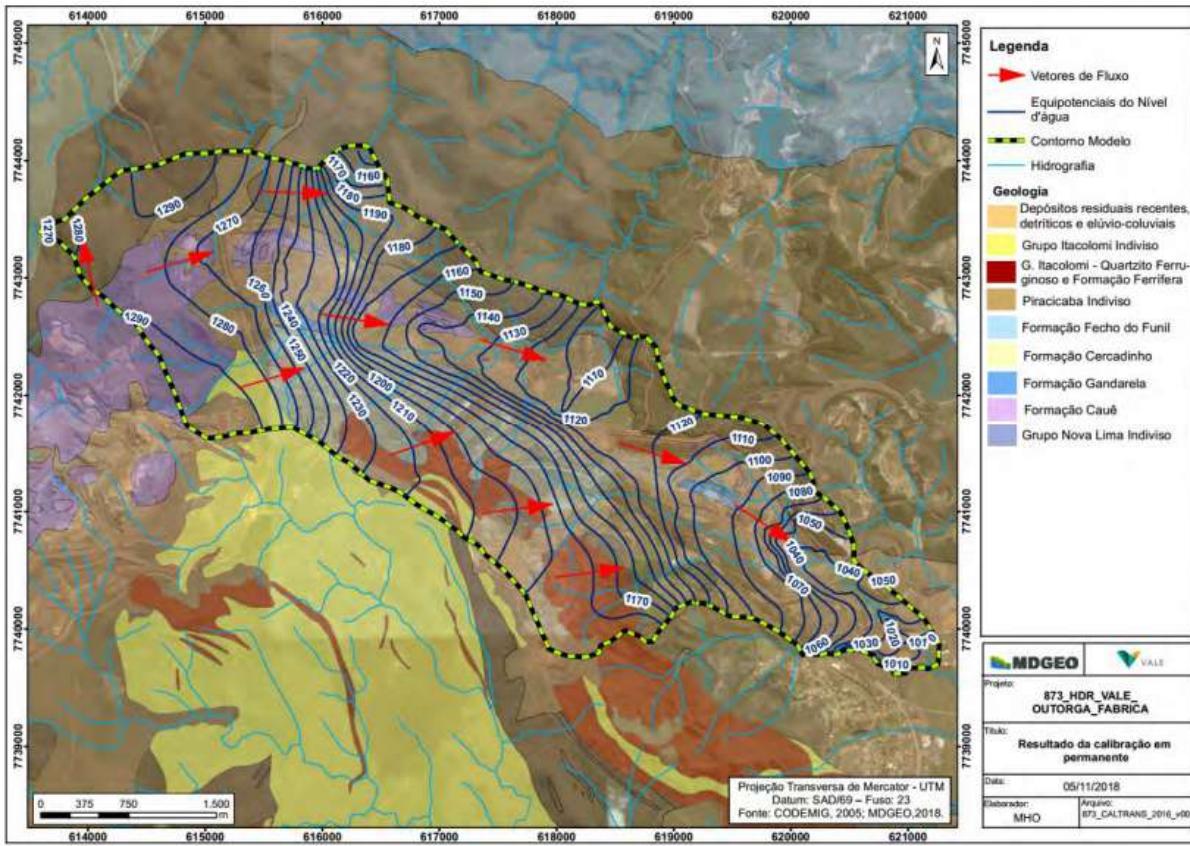


Figura 17: Equipotenciais do nível de água subterrânea resultante da calibração em permanente.

Já em relação aos níveis de água subterrânea, os valores calculados estão bem próximos dos monitorados, o que demonstra uma boa calibração. Maiores diferenças acontecem pontualmente e são decorrentes, em parte, da escala de trabalho utilizada, uma vez que o modelo representa uma área muito grande, com geologia bastante complexa. A partir da análise gráfica desses valores tem-se um erro médio global normalizado (nRMS) de 5,8 %, o que é considerado como indicativo de um modelo bem calibrado. Além disso, foi apresentado o erro médio absoluto de 5%. Com relação ao balanço de massa da calibração em regime permanente, este apresentou discrepância de 0,01%, valor condizente com os critérios de qualidade comumente adotados em modelos numéricos (<1%).

12.2.RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO DO MODELO EM TRANSIENTE

A análise conjunta dos instrumentos de monitoramento considerados etapa de calibração mostra uma boa aproximação entre os níveis d'água calculados e monitorados. A partir da reta de calibração com os valores observados e calculados de todos os instrumentos ativos e com registros de dados no último período de tempo da calibração verifica-se que o modelo numérico apresenta boa calibração, com erro médio normalizado (nRMS) em torno de 4,09%.

Cabe ressaltar inclusive que em todos os 22 períodos de calibração, o erro médio normalizado (nRMS) utilizado como parâmetro de calibração, está abaixo dos 10% estabelecidos pela EPA, atestando a boa qualidade da calibração dos níveis d'água no modelo.

Com base nos valores obtidos de nível de água, foi apresentado um mapa potenciométrico resultante da calibração em transiente.

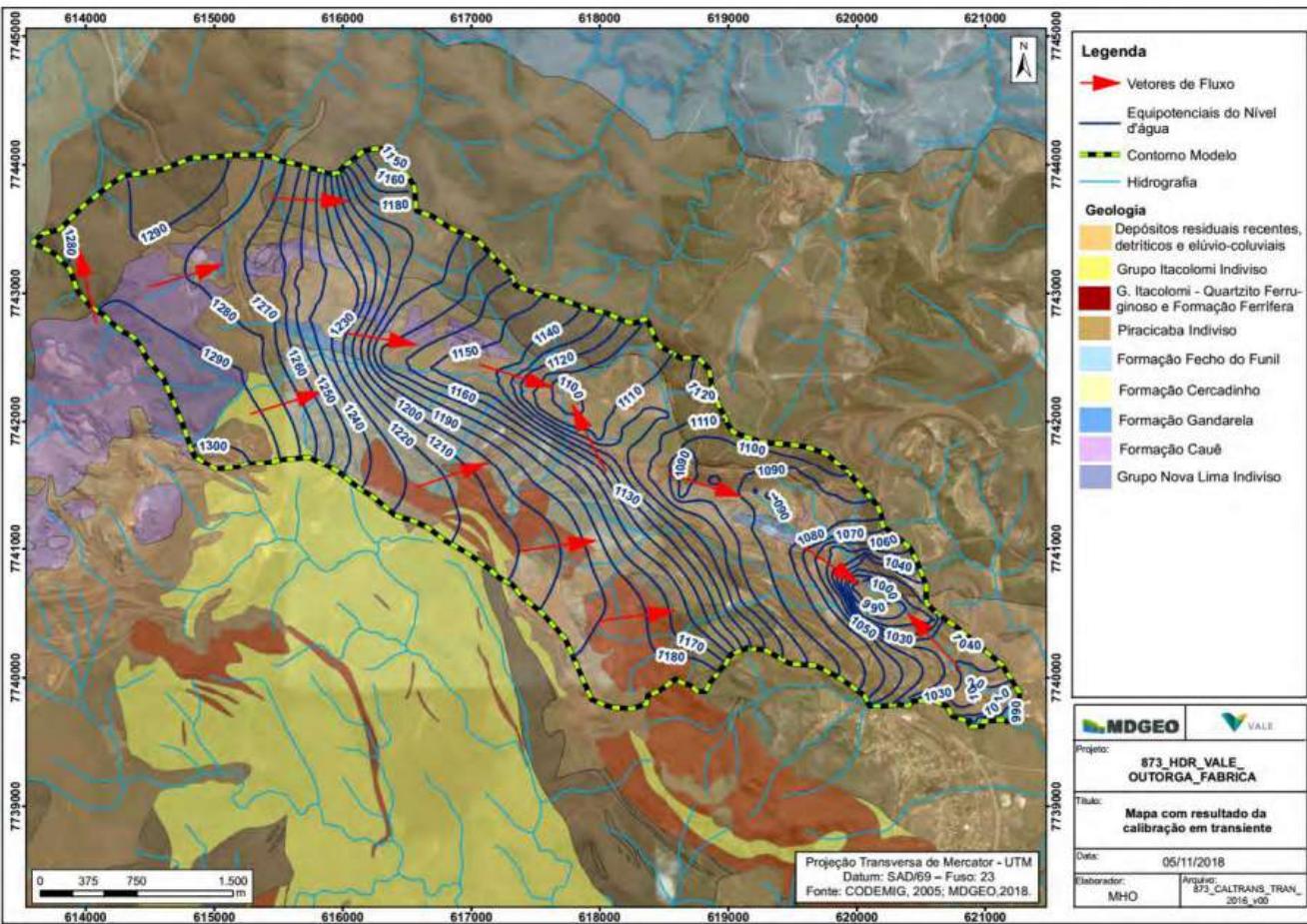


Figura 18: Equipotenciais do nível de água subterrânea resultante da calibração em transiente.

Para verificação das vazões de saída do modelo numérico, ao longo do tempo, não foram considerados pontos com interferência antrópica, como saídas de barragem e/ou pilhas de estéril, pois o objetivo é avaliar as saídas naturais de água subterrânea. Desta forma, a verificação foi realizada apenas para os pontos VTD76/08 (Trecho Afluente Rib. da Prata) e VTD09/09 (Trecho Afluente do Almas).

Com relação à discrepância entre os valores totais de água subterrânea que entram e que saem do sistema modelado, estes foram inferiores a 1% (critério de qualidade adotado comumente em modelos numéricos) em todos os períodos da calibração, atestando a boa qualidade da calibração do modelo.

12.3.RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DO MODELO

O objetivo das simulações realizadas foi introduzir estruturas de captação de água subterrânea no modelo de forma atender ao desaguamento demandado pelas cavas planejadas, visando prever o volume de água subterrânea explotado, as estruturas necessárias, a evolução do nível d'água subterrâneo, e os possíveis impactos resultantes do desaguamento nos recursos hídricos locais.

A simulação do rebaixamento do nível d'água subterrâneo compreendeu um período de aproximadamente 33 anos, sendo iniciada em fevereiro 2016 e estendendo-se até dezembro 2048.

Foi utilizado o planejamento de lavra vigente e licenciado na ocasião do desenvolvimento do estudo (out/2018), correspondente às cavas disponíveis para os próximos 30 anos de operação da mina de Fábrica (2018 a 2048), para as áreas 8, 9, 9½, 10, Segredo e Ponto (15) e Ponto 2 (18).

Até 2025 são observados avanços laterais e em profundidade nas áreas 8, 9 ½, Segredo e Ponto3, e Ponto 2. A partir de 2025 a lavra nas áreas 9 ½, Segredo e Ponto3, e Ponto 2 é paralisada. Entre 2025 e 2030 são observados avanços apenas na área 8, e a partir de 2030 há indícios de lavra na área 9 e em sua interface com a área 9 ½.

No início do período simulado estavam em operação 22 poços na área da mina de Fábrica (1 - Área 9; 5 - Área 9 ½; 2 - Área 10; 8 - Segredo/Ponto 3; e 5 - Ponto 2). Além destes, um poço (PTP-38 – Área 9 ½) já estava construído com previsão de início de bombeamento para janeiro de 2019, e a construção de um segundo poço (PTP-39 – Área 9 ½) estava programada, sendo o início da operação prevista para março de 2019, segundo informações do relatório técnico.

Como a vazão inicial para os novos poços adotou-se o valor de 50 m³/h, baseando em média das vazões iniciais dos poços instalados na mina entre 2005 e 2016. Por vezes foram consideradas vazões menores, da ordem de 25 m³/h, em função da produtividade observada durante as simulações. Para os poços inseridos no contexto das Áreas 8 e 9, adotaram-se vazões iniciais entre 50 e 100 m³/h.

Para atendimento do planejamento de lavra disponibilizado, em sua totalidade, foram inseridos 30 novos poços entre 2019 e 2024, e outros 14 poços entre 2025 e 2048.

Ano	Cavas					Total por Ano
	Área 8	Área 9	Área 9 1/2	Segredo e Ponto 3	Ponto 2	
2018	-	-	-	-	-	0
2019	2	-	2	1	4	9
2020	-	-	2	3	-	5
2021	-	-	2	2	1	5
2022	1	-	-	2	1	4
2023	1	-	-	3	1	5
2024	-	-	-	1	1	2
2025	3	-	-	-	-	3
2026	3	-	-	-	-	3
2027	2	-	-	-	-	2
2028	2	-	-	-	-	2
2036	-	1	-	-	-	1
2038	-	1	-	-	-	1
2034	-	1	-	-	-	1
2042	-	1	-	-	-	1

Figura 19: Tabela de número de poços novos inseridos nas simulações por ano e por área.

As vazões simuladas para os poços que compõem o sistema de rebaixamento mostram que para o atendimento da lavra prevista para o ano de 2019, seria necessário bombear uma vazão global máxima de 2153 m³/h, considerando todas as áreas em que há avanço na lavra, ou seja, aproximadamente três vezes o que é atualmente produzido pelo sistema de rebaixamento em operação (750 m³/h).

Já para o planejamento realizado para 2020, a produção dos poços de bombeamento deve superar o valor de 1750 m³/h, sendo o pico de vazão atingido em 2026 com valor de 2153 m³/h. Entre 2019 e 2026 entram em operação 36 poços devido aos maiores avanços da lavra. A partir do ano de 2026, como a intensidade das operações de lavra é reduzida, mantendo-se em curso apenas na porção noroeste da área (áreas 8, 9 e 9 ½) a vazão de bombeamento também diminui chegando a 1780 m³/h em 2030. Após 2030, com o cessar das atividades de lavra na área 8, a vazão reduz gradativamente chegando a 875 m³/h em 2048.

Além dos poços de bombeamento, em diversas regiões das cavas foi necessário o uso de drenos, principalmente nas porções em que as cavas avançam sobre as encaixantes e/ou materiais mais argilosos. Na prática, para a drenagem/alívio dos taludes das cavas, em situações onde o nível d'água comprometer a estabilidade dos mesmos, deverão ser construídos drenos horizontais profundos (DHPs), cuja locação deverá ser definida em função da demanda geotécnica.

Além dos drenos nos taludes, em todas as cavas foram adicionados drenos para representar também a operação dos sumps instalados nos bottons das cavas, os quais contribuirão para o rebaixamento do nível nas formações ferríferas e receberão todo volume drenado pelos DHPs.

Dessa forma, a vazão máxima de água subterrânea a ser produzida pelo sistema de rebaixamento (poços + drenos + sumps) será da ordem de 2240 m³/h.

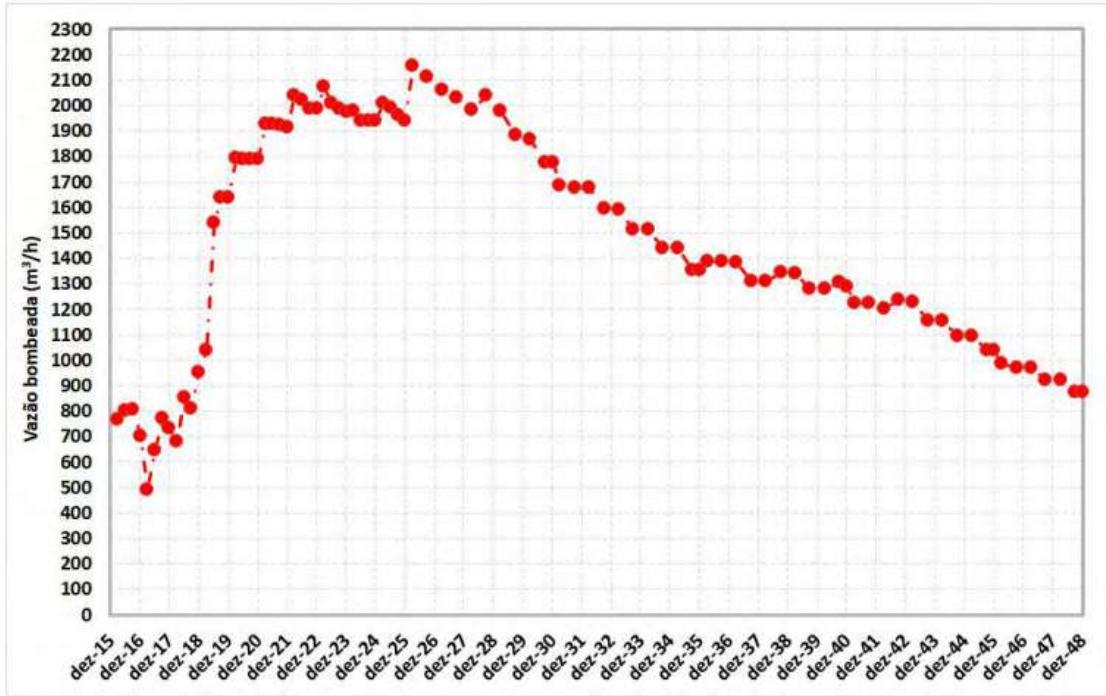


Figura 20: Gráfico das vazões globais produzidas pelo sistema de rebaixamento.

13. SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Em resposta ao Ofício Igam/GERUR/Outorga nº 15/2021, em 24/02/2021 foram apresentados documentos de cunho técnico e jurídico.

Em relação aos aspectos jurídicos, foi encaminhado o comprovante do cadastro no Programa Faça Uso Legal, realizado em 2008.

Além disso, foram enviados relatórios contendo as informações referentes ao balanço hídrico atualizado do empreendimento e o número atualizado dos poços existentes na mina.

14.RELATO DE VISTORIA

No dia 28 janeiro de 2021 foi realizada vistoria técnica do sistema de rebaixamento de nível d'água da Mina de Fábrica. A Figura 21 mostra alguns dos pontos vistoriados.

Durante a visita foram visitados os setores da mina onde estão localizados os poços de bombeamento, alguns pontos de monitoramento de água superficial e subterrânea.

Além disso, foi realizada uma apresentação dos sistemas automatizados de controle de operação dos poços constituintes do sistema de rebaixamento.



Figura 21: Pontos vistoriados.

15.CONSIDERAÇÕES FINAIS

O empreendedor apresentou todos os requisitos técnicos para a solicitação de outorga nº 60365/2004 (Número Igam 2064/2004).

O processo de outorga em questão está formalizado com uma coordenada pertencente à bacia do rio Paraopeba. Porém, como o sistema de rebaixamento apresenta área de influência também na bacia do rio das Velhas, o Igam sugere que o processo seja encaminhado para deliberação conjunta dos dois comitês de bacia,

Cabe esclarecer que o Instituto Mineiro de Gestão das Águas, não possui responsabilidade técnica sobre os projetos do sistema de controle ambiental liberados para implantação, sendo a execução, operação e comprovação de eficiência destes de inteira responsabilidade da própria empresa e/ou do seu responsável técnico.

16.CONCLUSÃO

Pelo exposto somos pelo deferimento do pedido de outorga da seguinte forma:

1. Modalidade: Autorização
2. Validade: 10 anos
3. Vazão liberada: 2240 m³/h
4. Tempo de bombeamento: 24:00
5. Período de bombeamento: de janeiro a dezembro

16.1.CONDICIONANTES

1. Garantir a reposição de vazões quando verificados impactos em cursos d'água, poços e demais captações na área de influência do rebaixamento. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga;
2. Garantir a qualidade das águas de reposição e lançamento nos corpos d'água de acordo com as normas ambientais vigentes. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga;
3. Dar continuidade ao monitoramento das vazões dos pontos de monitoramento de água superficial com periodicidade semanal. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga;
4. Realizar monitoramento dos níveis de água nos piezômetros/INA's com periodicidade mensal. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga;
5. Dar continuidade ao monitoramento pluviométrico com periodicidade diária. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga;
6. Implantar e executar a rede de monitoramento de qualidade de água superficial e subterrânea, com periodicidade semestral (período seco e chuvoso), de acordo com a legislação ambiental vigente. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga;
7. Monitorar a operação do sistema de rebaixamento (vazão e tempo de bombeamento) com periodicidade diária, apresentando os dados ao órgão responsável anualmente. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga;
8. Apresentar proposta de adensamento das redes de monitoramento hidrológico e hidrogeológico e respectivo cronograma de implantação, a fim de melhor caracterizar o avanço do rebaixamento e suas possíveis interferências causadas na área de influência da mina, em especial nas Áreas 8 e 9 e em um dos afluentes do córrego das Almas. **Prazo:** 180 (cento e oitenta) dias a partir da publicação da portaria de outorga.
9. Apresentar, a cada 2 anos, a atualização do modelo hidrogeológico numérico, contemplando calibração em regime transiente, simulações de desaguamento/rebaixamento do NA em regime transiente em cenários de lava de curto, médio e longo prazo, e avaliação de impactos sobre a disponibilidade hídrica da área de influência da mina. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga;
10. Apresentar relatórios de consolidação anuais das atividades desenvolvidas e vinculadas ao sistema de rebaixamento, contendo balanço hídrico atualizado do empreendimento, novos pontos de monitoramento e bombeamento instalados, vazões máximas de bombeamento, dados da rede de monitoramento piezométrica, fluvial e pluvial, interpretados e correlacionados, bem como mapa potenciométrico atualizado, além da atualização dos resultados obtidos pelo modelo matemático. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga;
11. A empresa deverá comunicar oficialmente ao órgão responsável qualquer interferência nos recursos hídricos identificada e não prevista, por ventura causada pela execução do rebaixamento, na área de influência da mina. **Prazo:** a partir da publicação da portaria de outorga.



Documento assinado eletronicamente por [REDACTED] - [REDACTED], Gerente, em 05/03/2021, às 17:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por [REDACTED] - [REDACTED], em 08/03/2021, às 10:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 24414921 e o código CRC A8CA550A.