

Requerimento de outorga de direito de uso das águas

Nº Processo

Serra do Salitre-MG / 10/06/2016

Ilmo (a). Superintendente de Regularização Ambiental-SUPRAM/SEMAD

Site: www.igam.mg.gov.br
Site: www.semad.mg.gov.br

Senhor (a) Superintendente.

Galvani Indústria, Comércio e Serviços S.A. CNPJ Nº 00.546.997/0013-13, vem pelo presente requerer desse Instituto a autorização, para a execução de captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível em mineração, no ponto de coordenadas geográficas UTM 315.500 e 7.893.600 na Fazenda Salitre município de Serra do Salitre-MG.

Declara, ainda, conhecer a legislação federal e estadual vigente sobre recursos hídricos e meio ambiente, cujo descumprimento ensejará, além da perda do direito de uso eventualmente deferido, a aplicação das penalidades previstas na mesma legislação, em especial a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, e sua regulamentação constante no Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001, bem como acarretará a aplicação das sanções previstas no Decreto nº 44.844, de 25 de junho de 2008 e suas alterações posteriores e na Lei de Crimes Ambientais(Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998).

Nestes termos, pede deferimento.

Assinatura do requerente ou representante legal

Logradouro: **Rua Bonina, nº 769**
Complemento: _____ Bairro: **Centro**
Cep: **38.760-000** Caixa Postal: **08**
Cidade: **Serra do Salitre** UF: **MG**

Telefone: (34) 3835-1063
TeleFax: (____) ____ - ____
E-mail:
alcandido@galvani.ind.br

Digitized by srujanika@gmail.com

000 94928307017

1960年蘇聯的經濟

Page 2



RELATÓRIO TÉCNICO

**ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUBSÍDIO AO PEDIDO DE
OUTORGA PARA REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO NA
CAVA DO PROJETO SALITRE**

CL-HC-238-REL-002-0

MAIO / 2017

Elaborado para:

GALVANI INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS S/A



OUTORGA: 24/7/2016
DOC: 0823788/2016

1 ÍNDICE

1	ÍNDICE	I
2	LISTA DE FIGURAS	III
3	LISTA DE TABELAS	V
4	APRESENTAÇÃO	6
5	ASPECTOS GERAIS	7
5.1	Localização	8
5.2	Caracterização do Empreendimento	8
5.3	Climatologia	9
5.4	Morfologia	11
5.5	Caracterização Hidrográfica	13
5.6	Geologia	15
5.7	Cava	23
5.8	Hidrogeologia	25
5.8.1	Inventário de nascentes	26
5.8.2	Rede de Monitoramento Hidrogeológico	33
5.8.3	Poço Tubular Profundo	36
6	MODELO HIDROGEOLÓGICO	39
6.1	Modelo Hidrogeológico Conceitual	39
6.1.1	Unidades Hidrogeológicas	39
6.1.2	Padrão de Escoamento Subsuperficial	43
6.1.3	Interferência com a lava	44
6.2	Modelo Hidrogeológico Computacional	44
6.2.1	Premissas	44
6.2.2	Desenvolvimento do Modelo	46
6.2.2.1	Aplicativo Computacional	46
6.2.2.2	Consideração Temporal	46
6.2.2.3	Definição do Domínio de Cálculo	47
6.2.2.4	Definição da Malha de Cálculo	48
6.2.2.5	Implementação Espacial das Unidades Hidroestratigráficas	50
6.2.2.6	Definição e Implementação das Condições de Contorno	53
6.2.3	Calibração do Modelo	53
6.2.4	Resultados da Simulação Computacional	56
6.2.4.1	Níveis Freáticos e Dinâmica Subsuperficial	56
6.2.4.2	Vazões Oriundas do Sistema de Rebaixamento	63
6.2.4.3	Vazões dos Defluídos Naturais	64
6.2.4.4	Interferências nas Nascentes	68



7	PLANO DE USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	70
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
9	REFERÊNCIAS	73
10	EQUIPE TÉCNICA	74

Anexo I - Mapa Geológico Regional



2 LISTA DE FIGURAS

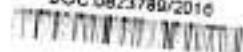
Figura 5.1: Mapa de localização do empreendimento.	8
Figura 5.2: Plano Diretor do empreendimento e sua distribuição nas bacias hidrográficas.	9
Figura 5.3: Variação mensal da precipitação média mensal (em Serra de Salitre) e da evaporação potencial (Araxá).	11
Figura 5.4: Mapa altimétrico da área do Projeto Salitre	12
Figura 5.5: Foto mostrando o relevo típico da área da cava.	12
Figura 5.6: Mapa de bacias hidrográficas	14
Figura 5.7: Mapa da rede hidrográfica na área do Projeto Salitre (cava licenciada em magenta)	15
Figura 5.8: Geológico Regional da Área de estudo (extraído do Mapa Geológico de Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000) [Fonte: VOGBR, 2009].	16
Figura 5.9: Afloramento de quartzo pertencente à formação Parasoá e que conforma o anel quartzítico.	20
Figura 5.10: Modelo de perfil de intemperismo do complexo do salitre (adaptado de Chabas et. al, 2004).	22
Figura 5.11: Sequenciamento das cavas anuais (Ano 01 a 03) e cava licenciada (Ano 19).	24
Figura 5.12: Localização das nascentes cadastradas e dos pontos de medição de vazão em córregos (Fonte: VOGBR, 2009).	29
Figura 5.13: Valores de pH medidos in situ durante o cadastro de nascentes (Fonte: VOGBR, 2009).	31
Figura 5.14: Valores de condutividade elétrica medidos in situ durante o cadastro de nascentes (Fonte: VOGBR, 2009).	32
Figura 5.15: Mapa de localização dos atuais dispositivos constituintes da rede de monitoramento hidrogeológico na área do Projeto.	36
Figura 6.1: Seção esquemática típica, representativa da área do Projeto Salitre.	40
Figura 6.2: Testemunhos de sondagem do furo P-14, mostrando o perfil litológico típico da área do projeto.	42
Figura 6.3: Mapa representando o limite do domínio utilizado para a modelagem computacional.	47
Figura 6.4: Malha de cálculo em planta. Células ativas são representadas em branco; as inativas, em verde.	49
Figura 6.5: Malha de cálculo em seções: a) S-N (315.150E); b) W-E (7.892.790N). Linha verde: topografia atual. Linha vermelha: cava final.	50
Figura 6.6: Distribuição de condutividade hidráulica nas células do modelo a) S-N (315.150E); b) W-E (7.892.740N). Linha vermelha: cava final.	52

Figura 6.7: Curva de decréscimo da condutividade hidráulica com o aumento da profundidade.	52
Figura 6.8: Curva de calibração de níveis d'água no modelo computacional.	54
Figura 6.9: Variação sazonal anual da recarga na simulação transitória (Anos 01 a 03).	55
Figura 6.10: Mapas de elevação do lençol freático e do direcionamento do fluxo subsuperficial obtidos nas simulações.	57
Figura 6.11: Isolinhas de rebaixamento do lençol freático entre os Anos 1 e 03.	58
Figura 6.12: Isolinhas de rebaixamento do lençol freático no Ano 19.	59
Figura 6.13: Perfil de níveis piezométricos para os Anos 0, 3 e 19; S-N (315,150E); W-E (7.765,222N). Linha verde: superfície topográfica atual. Linha vermelha: cava final (19 anos).	60
Figura 6.14: Detalhe do perfil vertical das cargas piezométricas e do lençol freático (linha azul) (S-N 315,150E); a) Ano 0; b) Ano 03; c) Ano 19. Cava final é expressa pela linha vermelha.	62
Figura 6.15: Estimativa sazonal e anual máxima das vazões de água subterrânea para o sistema de desaguamento da cava.	64
Figura 6.16: Tela do software Visual MODFLOW mostrando a definição das zonas de balanço hídrico para cálculo das vazões nos desflúvios.	65
Figura 6.17: Mapa da posição relativa da cava em relação aos principais cursos d'água na área de interesse.	66
Figura 6.18: Estimativa das vazões do escoamento de base nos desflúvios.	67
Figura 6.19: Mapa mostrando as nascentes que serão afetadas pela lava (círculos em magenta) e nascentes que não serão afetadas (círculos azuis), com base no rebaixamento do lençol freático previsto dos anos 03 e 19.	69



3 LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1: Normais Climatológicas Anuais da Estação Meteorológica de Araxá	10
Tabela 5.2: Coluna Estratigráfica da área de estudo (adaptada do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000) [Fonte: VUGBR, 2009]	19
Tabela 5.3: Nascentes cadastradas e parâmetros físico-químicos medidos in situ	26
Tabela 5.4: Dados e características das estações fluviométricas	33
Tabela 5.5: Dados e características dos vertedouros	34
Tabela 5.6: Dados e características dos dispositivos para medição de nível d'água	35
Tabela 5.7: Dados hidrodinâmicos dos testes de bombeamento e de recuperação no Poço 04	38
Tabela 6.1: Valores e parâmetros resultantes da calibração do modelo em regime estacionário	54
Tabela 6.2: Valores de recarga utilizados na simulação transiente: taxas mensais (Anos 01 a 03),	55
Tabela 6.3: Valores anuais máximos previstos para o desaguamento de águas subterrâneas na cava	64
Tabela 10.1: Lista da equipe técnica responsável para desenvolvimento dos trabalhos	74



4 APRESENTAÇÃO

A CLAM Engenharia Hidrocnese Ltda. (CLAM) foi contratada pela GALVANI INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS S/A para desenvolver estudos hidrogeológicos visando subsidiar o relatório de pedido de outorga de uso de água para rebaixamento de lençol freático na área da cava do Projeto Salitre, no município de Serra do Salitre, Minas Gerais. A elaboração do referido relatório será providenciada pela GALVANI ou por uma terceira empresa, contratada para tal finalidade.

Neste relatório são compiladas todas as informações que serviram de subsidio para o desenvolvimento de um modelo hidrogeológico computacional de simulação do rebaixamento do lençol freático, de acordo com o plano de lavra disponibilizado pela GALVANI.

No item 5, são apresentados as informações relativas aos aspectos físicos gerais da área de interesse para os estudos. No item 6, são apresentados os modelos hidrogeológicos conceitual e computacional, com o qual foi simulado o rebaixamento do nível freático na área da cava e do qual foram estimados os valores de vazão para realização do desaguamento subsuperficial. Outras informações pertinentes ao pedido de outorga, tais como expectativas dos níveis freáticos, estimativa de rebaixamento e avaliação dos impactos nos recursos hídricos do entorno também são apresentadas. Por fim, no item 7 é apresentado o Plano de Uso de Águas Subterrâneas. Todas essas informações, em conjunto com aquelas fornecidas para a definição do sistema de drenagem superficial da cava (CLAM, 2017), fornecem o arcabouço de estudos necessários para compor o pedido de outorga retromencionado junto à SUPRAM-MG.

A seguir, passa-se à descrição dos estudos elaborados.

OUTORGA 24720/2016
DOC 0823789/2016



PAG.49

5 ASPECTOS GERAIS

Entre os anos de 2008 e 2010, a GALVANI deu seguimento a diversos estudos que tiveram como objetivo obter uma ampla caracterização hidrogeológica conceitual da área da cava do Projeto Salitre. Esses estudos, naquele momento, forneceram importantes informações que deram subsídio para a obtenção da Licença Prévia Ambiental do empreendimento. Entre os trabalhos realizados naquele período, citam-se as seguintes atividades:

- Levantamento e cadastro de nascentes e drenagens na área;
- Elaboração de Plano de Monitoramento de Águas Superficiais e Subterrâneas;
- Instalação de dispositivos de monitoramento de vazões (vertedouros);
- Instalação de medidores de nível d'água subterrânea e de poços de monitoramento;
- Perfuração e testes de bombeamento em poço tubular profundo;
- Campanhas de monitoramento de vazão e de qualidade de água superficial e subterrânea.

Obviamente, uma grande quantidade de dados foi gerada, estando todos os dados resultantes desses trabalhos devidamente descritos em diversos relatórios, os quais são citados no item 9 (Referências). Para facilitar a compreensão do modelo de rebaixamento de lençol aqui elaborado, essas informações foram trazidas para este relatório na medida do estritamente necessário; ou seja, não se pretendeu aqui fazer nova apresentação comprensiva (e exaustiva) de todos os dados hidrogeológicos levantamentos até o momento. Os dados completos podem ser obtidos dos relatórios citados sempre que se julgar necessário.

A seguir, passa-se à descrição dos principais elementos físicos que compõem o contexto hidrogeológico no qual está inserida a cava do Projeto Salitre.

OUTORGA: 24.7.2016
DOC: 0823788/2016



PÁG. 50

5.1 LOCALIZAÇÃO

O Projeto Salitre, de propriedade da Galvani Indústria, Comércio e Serviços S/A, localiza-se no município de Serra do Salitre – MG, ao norte da sede municipal, a aproximadamente 10 km de distância. A área do empreendimento localiza-se a uma distância aproximada de 400 km em relação a Belo Horizonte (Figura 5.1). O acesso rodoviário partindo de Belo Horizonte, é realizado pela rodovia federal BR-262 em direção ao Triângulo Mineiro e posteriormente a rodovia estadual MG-230, que dá acesso às sedes dos municípios de Serra do Salitre e Patrocínio.

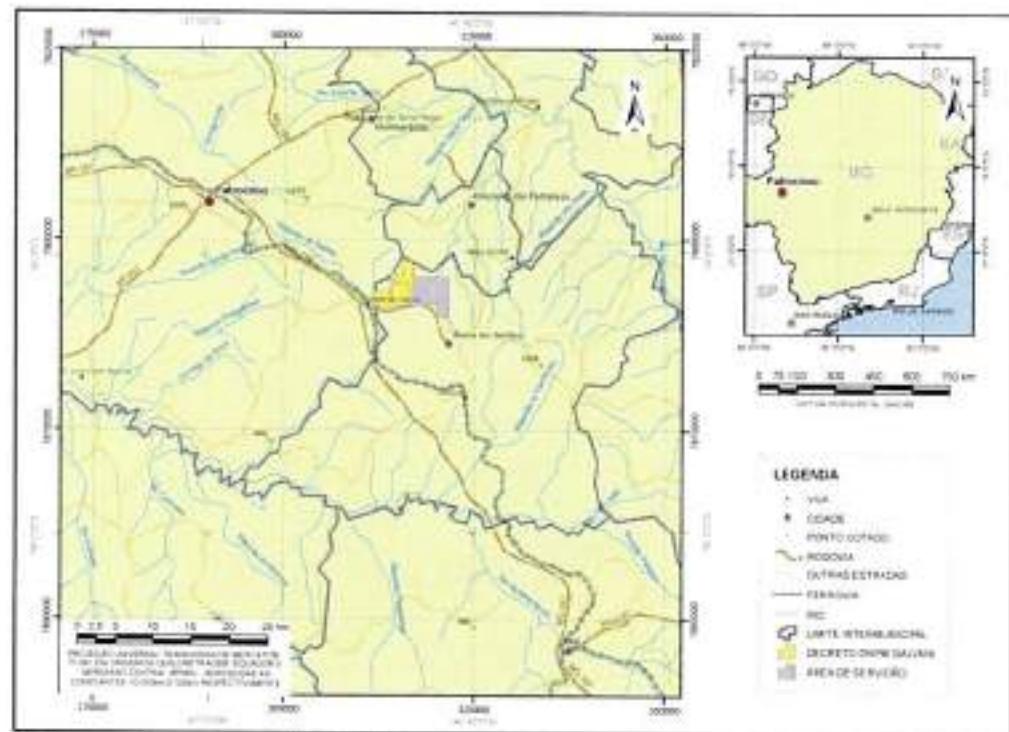


Figura 5.1: Mapa de localização do empreendimento.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O objetivo do empreendimento é a produção de concentrado de fosfato, que será obtido por meio de lavra da rocha fosfática, em cava a céu aberto, e seu posterior beneficiamento, em usina localizada na área do empreendimento.

O estéril gerado no processo de lavra será disposto em uma pilha, localizada a leste da cava. O rejeito proveniente do processo de beneficiamento do minério será disposto no reservatório da

barragem de rejeitos, local onde também se pretende realizar tanto a recirculação quanto a captação de água nova para suprir a demanda do empreendimento.

A região onde se pretende desenvolver a atividade mineral está localizada nos alvos mineralíferos denominados Salitre 1 e Salitre 4. A área situada a leste das jazidas corresponde à área de servidão do empreendimento, onde serão implantadas a barragem de rejeitos, pilha de estéril e a planta industrial. Na Figura 5.2 é apresentado o Plano Diretor do empreendimento e a distribuição das estruturas nas bacias hidrográficas.



Figura 5.2: Plano Diretor do empreendimento e sua distribuição nas bacias hidrográficas.

5.3 CLIMATOLOGIA

A caracterização climatológica da área do empreendimento foi realizada utilizando os registros da estação meteorológica de Araxá, operada pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia – e considerada representativa para a região. Os dados utilizados corresponderam às normais mensais de temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e evaporação, no período de 1971 a 1990. Na Tabela 2.1 estão sintetizados os valores das normais anuais da referida estação.

Tabela 5.1: Normais Climatológicas Anuais da Estação Meteorológica de Araxá

Estação Meteorológica	Araxá
Período de cobertura de dados	1971/1990
Pressão Atmosférica Anual (mbar)	901,1
Temperatura Média Anual (°C)	20,4
Temperatura Máxima Anual (°C)	26,5
Temperatura Mínima Anual (°C)	15,7
Temperatura Máxima Absoluta (°C)	35,6
Temperatura Mínima Absoluta (°C)	0,5
Umidade Relativa (%)	77,2
Evaporação (mm)	1.566

A temperatura média mensal situa-se entre 17,5 °C e 22,2 °C com uma amplitude térmica de 4,7 °C. De acordo com a classificação de Koppen (Nimer, 1979), o clima da região pode ser classificado como do tipo Mesotérmico Brando Semi-Umido, com 4 a 5 meses de seca no ano. Este clima se caracteriza por possuir temperaturas amenas durante todo o ano (a média mensal varia em torno de 20°C).

Pode-se dizer que o clima possui um verão brando e que em seu mês mais quente (fevereiro), acusa temperaturas médias de aproximadamente 28°C. A média das temperaturas máximas no trimestre mais quente oscila no entorno de 28°C, com máximo absoluto da aproximadamente 36°C. Nos meses mais frios (junho, julho e agosto), a temperatura mínima apresenta média em torno de 13,1°C, podendo, durante o período da madrugada, atingir valores absolutos da ordem de 0,5°C.

A caracterização do regime pluviométrico foi realizada utilizando os dados da estação Salitre, localizada no município de Serra do Salitre. Com relação ao regime pluviométrico, pode-se dizer que a região apresenta duas estações distintas e bem definidas, sendo que a estação chuvosa se estende de outubro a março e a estação seca de abril a setembro, conforme pode ser visto na Figura 5.3. A precipitação média anual na região é da ordem de 1.500 mm, sendo o trimestre compreendido entre novembro e janeiro responsável por aproximadamente 51% da chuva total anual. Os meses de junho, julho e agosto são os meses de menor pluviosidade e chegam a registrar valores mensais de precipitação da ordem de 12 mm. A marcha sazonal das chuvas caracteriza o regime tropical, sendo os máximos pluviométricos no verão e os mínimos no inverno.

OUTORGAS 24720-0018

DOC 0823788/2018



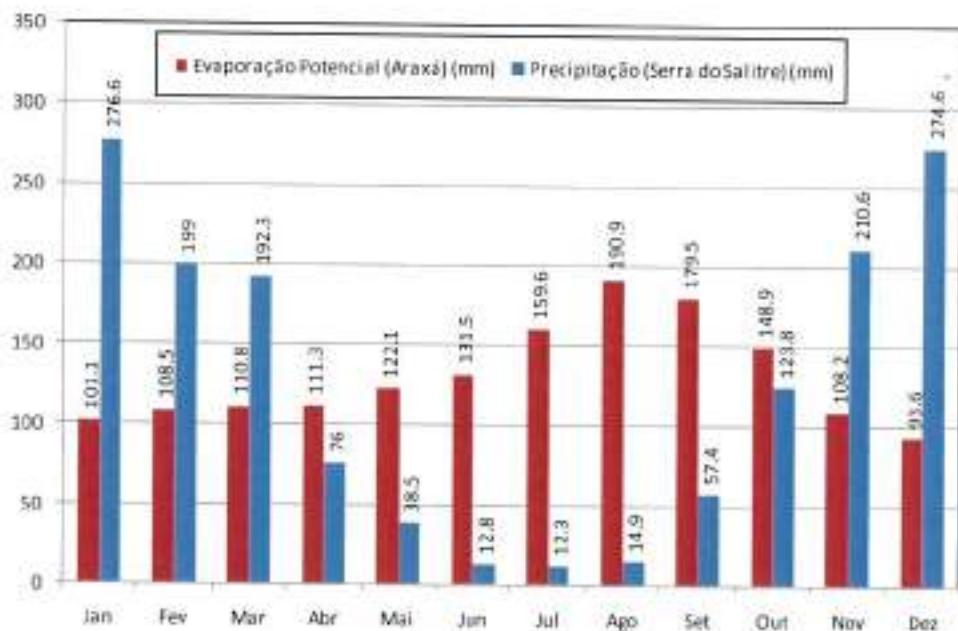


Figura 5.3: Variação mensal da precipitação média mensal (em Serra do Salitre) e da evaporação potencial (Araxá).

A evaporação potencial média anual verificada na estação climatológica de Araxá é da ordem de 1.560 mm (Figura 5.3), sendo a maior taxa registrada no mês de agosto (190,9 mm) e a menor taxa observada no mês de dezembro (93,6 mm).

A média anual de umidade relativa do ar na região é de aproximadamente 77%, sendo que mesmo nos meses mais frios não atingem valores de umidade relativa inferior a 67%.

5.4 MORFOLOGIA

De maneira regional, a área do projeto é caracterizada pela variabilidade do relevo, produto, principalmente: das intrusões magmáticas que geraram relevos elevados de forma convexa, dos agentes intempéricos, que modelaram a superfície gerando áreas de relevo suave; e, finalmente, de deposições produzidas em períodos recentes gerando regiões de planicie aluvionar.

Localmente, no domínio de interesse do Projeto Salitre, o relevo encontra-se marcadamente diferenciado pelas seguintes unidades morfológicas, descritas a seguir.

O Domo do Salitre, caracterizado por uma área circular com topo extenso aplaniado, com cotas variando entre 900 e 1.100 metros (Figura 5.4). É dentro dessa área que se encontra a maior parte da jazida de fosfato. Essa área é caracterizada por colinas suavemente onduladas e morros

arredondados separados por vales abertos pouco profundos. Os topos apresentam-se suaves e bem esculpidos, com vertentes convexas, também suaves, com declividade considerável.

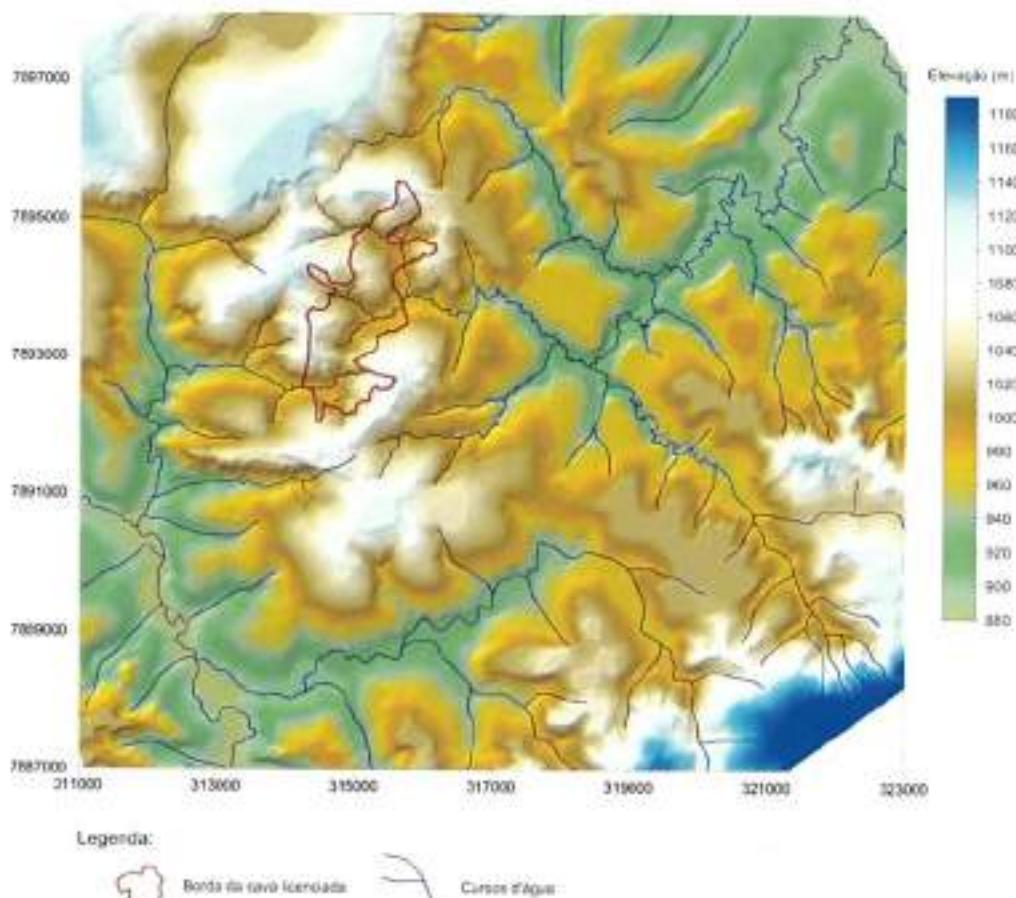


Figura 5.4: Mapa altimétrico da área do Projeto Salitre



Figura 5.5: Foto mostrando o relevo típico da área da cava.

O anel quartzítico que envolve o Domo do Salitre apresenta elevações que variam entre 1.000 e 1.100 metros, caracterizando-se por vertentes pronunciadas devido, principalmente, ao alto ângulo de mergulho que caracteriza os quartzitos perto do domo, e pela alta resistência ao intemperismo das rochas que conformam esta geoforma (Figura 5.5). O anel, entretanto, não é contínuo, sendo cortado, a sul, pelo córrego Bebedouro (afluente do ribeirão Salitre) e, a leste, pelo córrego do Tanque (afluente do córrego do Sabão). Aproximadamente ao longo de sua extensão entre NW e NE, o anel teve sua borda erodida.

O relevo ao redor do Domo do Salitre é constituído também por um relevo mamelonar de morros mais ou menos arredondados com ladeiras suaves, similar ao do domo, mas modelado em rochas sedimentares.

A cobertura vegetal natural na área do projeto já foi amplamente suprimida, dando lugar a pastagens e plantações sazonais.

5.5 CARACTERIZAÇÃO HIDROGRÁFICA

O Projeto Salitre está localizado em uma área que compreende o divisor de drenagem das bacias dos rios Paranaíba e Araguari. A maior parte das estruturas, incluindo parte da cava, a pilha de estéril prevista, a barragem de rejeitos e as instalações industriais, estão localizadas na sub-bacia do córrego Sabão, que pertence à rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Parte da cava está localizada na bacia do ribeirão Salitre, que por sua vez é afluente do rio Quebra Anzol, pertencente à Bacia do rio Araguari.

Na Figura 5.6 é apresentado o mapa de bacias com a localização do empreendimento.

OUTORGA: 24/7/2016

DOC: 0823780/2016



PÁG. 56

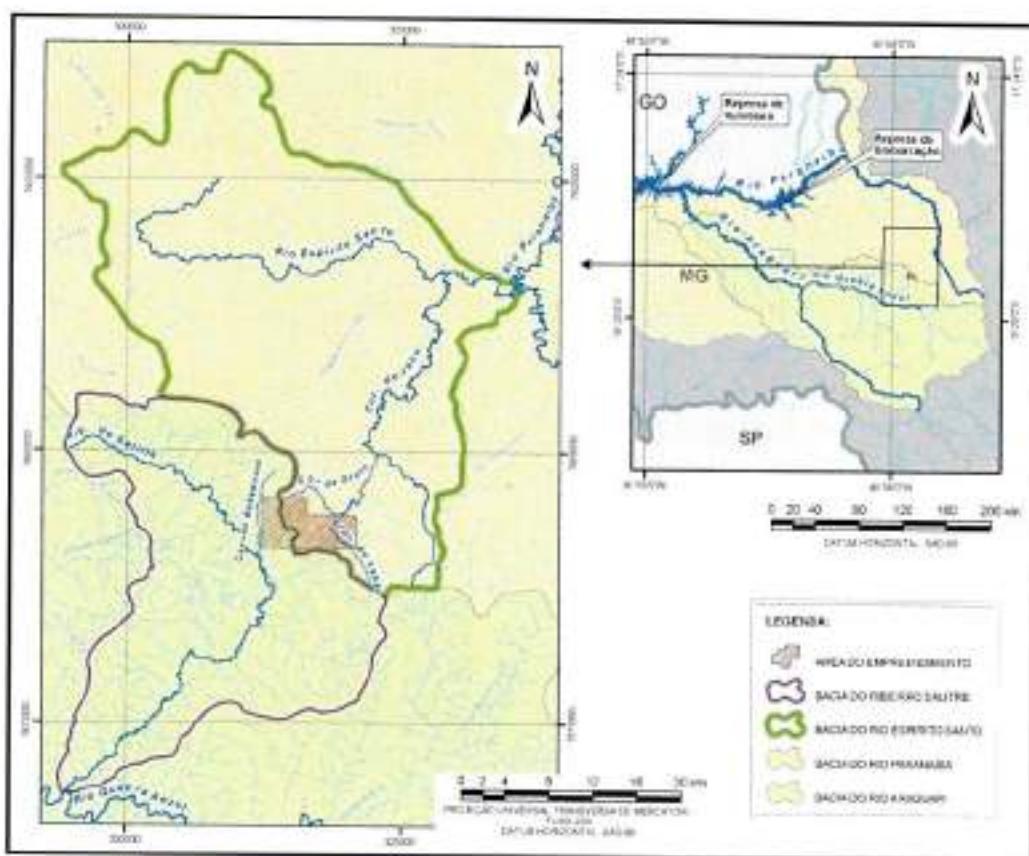


Figura 5.6: Mapa de bacias hidrográficas

Localmente, a rede hidrográfica é formada por córregos de pequeno porte que se formam a partir das diversas nascentes que ocorrem na região, conforme mostrado na Figura 5.7. Essas drenagens têm regime perene e apresentam variações significativas nas suas vazões, decorrentes da sazonalidade do regime pluviométrico na região.

A maior parte da área do Domo do Salitre é drenada pelo córrego Bebedouro, que inicia seu curso na porção N do domo (Figura 5.7), seguindo em direção S até desaguar no ribeirão Salitre, já fora da área circunscrita ao domo. Parte das nascentes que ocorrem na área da cava drenam no sentido E-W formando os córregos Macaíbas e do Caeté, que por sua vez são afluentes do córrego Bebedouro (Figura 5.7). O ribeirão Salitre é afluente do rio Quebra Anzol, pertencente à Bacia do rio Araguari.

A outra parte das nascentes que ocorrem na área da cava (no seu quadrante NE) é drenada no sentido W-E, formando os córregos Barrinha e do Tanque. Esses, por sua vez, se juntam para formar o córrego Massambará que, mais a jusante, recebe as águas do córrego do Jacu e deságua no

córrego do Sabão (Figura 5.7). O córrego do Sabão faz parte da sub-bacia do rio Espírito Santo, que por sua vez, faz parte da Bacia do rio Paranaíba (Figura 5.6).

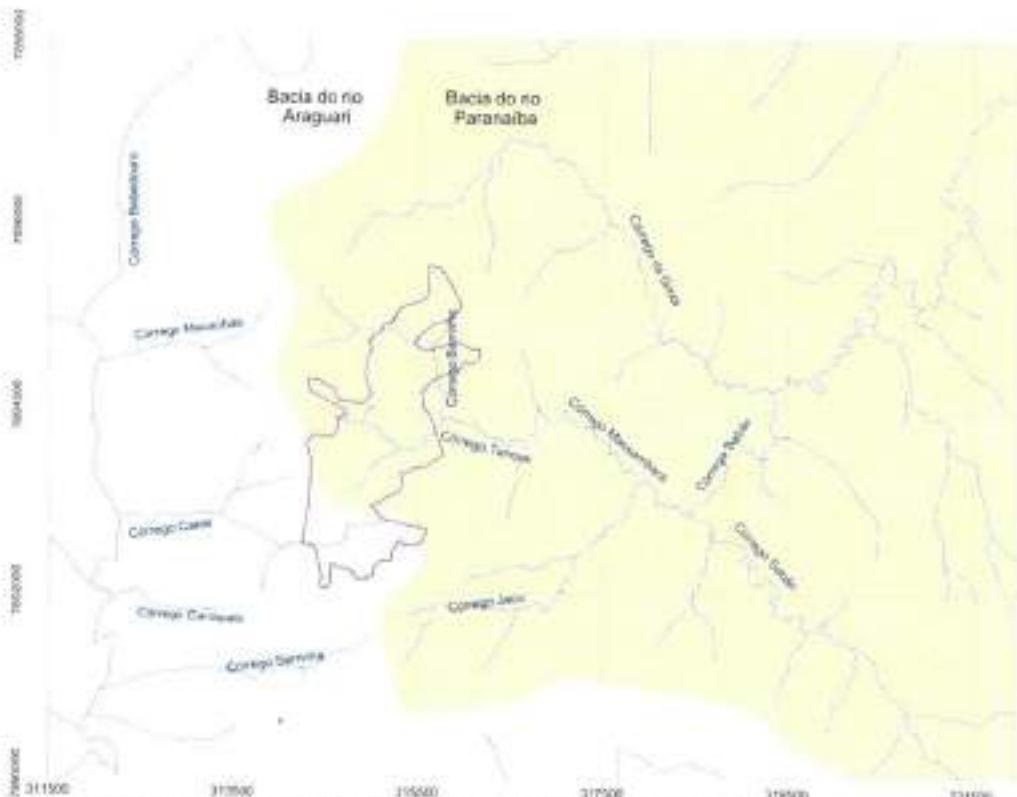


Figura 5.7: Mapa da rede hidrográfica na área do Projeto Salitre (cava licenciada em magenta).

5.6 GEOLOGIA

5.6.1 Geologia Regional

A área em estudo forma parte da Província Alcalina do Alto Paranaíba (PAAP), localizada principalmente nos estados de Minas Gerais e Goiás e é representada por diatremas, ventos, derrames, depósitos piroclásticos e complexos plutônicos¹ (Herz 1977; Almeida 1986; Leonardo et al. 1991; Almeida & Svisser 1991; Gibson et al. 1995a, Brod et al. 2000, 2004, Carlson et al., 2007).

¹ A descrição geológica aqui apresentada é a mesma daquela reproduzida no relatório 4GALVD001-1-BG-RTE-0001 (VOGBR, 2009). Todas as informações das referências aqui citadas podem ser encontradas no referido relatório.

A Província estabeleceu-se durante o Neocretáceo, ao longo de uma estrutura alongada segundo NW-SE, denominada Arco do Alto Paranaíba. O surgimento deste arco separou as bacias do Paraná e do São Francisco (Dardenne et. al, 2001).

Segundo Gibson (1995 - in VOGBR, 2009), esta província teve como origem a ascensão da pluma mantélica de Trindade, a qual estaria relacionada também ao derrame basáltico da bacia do Paraná, assim como todas aquelas províncias alcalinas que a circundam. Outros autores sugerem que os magmas da PAAP tiveram como fonte a mesma pluma associada ao hot spot de Tristão da Cunha.

A PAAP é composta por grandes volumes de kamafugitos (Grupo Mata da Corda e inúmeros corpos sub-vulcânicos), kimberlitos subordinados, rares lamproítos e diversos complexos plutônicos alcalino-carbonatíticos compostos por sete estruturas dômicas intrusivas, assim denominadas: Araxá, Tapira, Salitre I, Salitre II, Serra Negra, Catalão I e Catalão II. Esses complexos estão encaixados em seqüências meta-sedimentares pré-cambrianas dos grupos Araxá, Canastra e Bambuí (Brazpoços, 2002).

A PAAP abriga importantes depósitos minerais associados às intrusões, principalmente as carbonatíticas, de onde são extraídos os minérios de fosfato e nióbio, principalmente. Minério de titânio e terras raras são encontrados, associados às intrusões de filiação carbonatítica.

As rochas que ocorrem, em âmbito regional (Figura 5.8), na área estudada, são classificadas como constituintes das seguintes unidades litológicas:

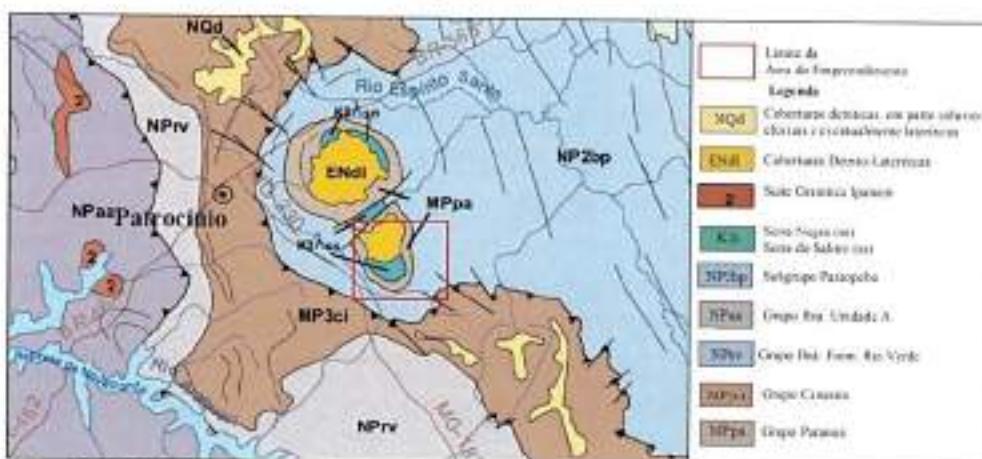


Figura 5.8: Geológico Regional da Área de estudo (extraído do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000) [Fonte: VOGBR, 2009].

Grupo Paracocílio

A Formação Paracocílio seria a mais antiga e consiste, predominantemente, de quartzitos e filitos. As rochas formadoras das auréolas das chaminés, tanto de Serra Negra quanto de Salitre, seriam pertencentes a esta formação.

Grupo Canastra

O grupo Canastra representa parte de uma bacia de margem passiva. Aflora em uma faixa de mais de 650 km desde o sudoeste de Minas Gerais até o sudeste de Goiás e sul do Distrito Federal. Encontra-se em contato tectônico com o grupo Araxá e Ibiá, sendo difícil a reconstituição das relações de contato originais com estes grupos.

Freitas-Silva & Dardenne (1994) apresentam uma definição mais atualizada do Grupo Canastra, subdividindo-a em três formações: A unidade Basal é a Formação Serra do Landim, composta por calc-silicatos e calc-silicatos; a Formação Paracatu, unidade intermediária do Grupo Canastra. Apresentam deformação significativa, com formação de sigmoides de quartzo, onde se alojam pequenas concentrações de ouro. Intercalações de quartzo e carbonatos são comuns nesta unidade (Freitas-Silva & Dardenne, 1994). A Formação Chapada dos Pilões é composta por quartzo e filitos, na porção basal e quartzo no topo.

Grupo Ibiá

Seqüência glaciogênica, compostas por duas formações principais: Cubatão e Rio verde. A primeira é um pacote de diamictitos que forma a base do grupo; é interpretada como uma unidade sedimentada em ambiente sub-glacial e que tem como embasamento os sedimentos do Grupo Canastra. A Formação Rio Verde é composta por filitos carbonáticos.

O Grupo Ibiá aparece como uma faixa estreita que "corta" o município de Patrocínio na sua porção central de norte a sul, sendo que ao sul ela se direciona para o sudeste.

Grupo Araxá

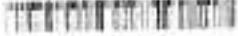
O Grupo Araxá é definido por Seer (1999) como uma seqüência ígnea mafica recoberta por sedimento pelíticos, sendo constituída principalmente por granitos, sienitos peraluminicos, anfíbolitos e granada-mica xistos e granada quartzo.

É representado por anfíbolitos, xistos e quartzo. Está tectonicamente alocado sobre o Grupo Ibiá e é recoberto pelos arenitos da Formação Botucatu, da Bacia do Paraná.

O Grupo Araxá ocupa a porção oeste do município de Patrocínio, e suas rochas, quando expostas, são predominantemente micaxistos.

Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí constitui a principal unidade litoestratigráfica neoproterozóica no Cráton do São Francisco, pela sua grande extensão e pelas características relativamente constantes dos seus sedimentos. A litoestratigrafia original foi levantada por Branco & Costa (1961) e ligeiramente modificada por Dardenne (1978). Este grupo estende-se para o domínio geotectônico da Faixa Brasília onde se apresenta deformado e metamorfizado, com intensidades crescentes no sentido



oeste. No Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (escala 1:1.000.000), à exceção da Formação Três Marias, as demais formações do grupo foram englobadas no Subgrupo Paraopeba, conforme definição modificada a partir de Inda et al. (1984).

O Subgrupo Paraopeba representa a sucessão pelito-carbonatada, depositada em plataforma carbonática isolada, após a Glaciação Jequitai. Neste trabalho o Subgrupo Paraopeba foi classificado como Formação Paraopeba e consiste de folhelhos silticos, folhelhos, siltitos, margas, verdetes (pelitos verdes) e argilitos, além de sucessões carbonatadas.

Vulcanismo Alcalino Cretáceo

O magmatismo cretáceo, associado à tectônica extensional da Reactivação Sul-Atlântica, originou o surgimento da Província Alcalina do Alto Paranaíba, caracterizada por manifestações magnéticas do período Cretáceo (Barbosa et al., 1970; Leonardo & Meyer, 1991; Tallarico, 1993), quando o surgimento de um arco separou as bacias do Paraná e do São Francisco (Campos & Dardenne, 1997). A PAAP é composta por (a) inúmeros pequenos corpos sub-vulcânicos de kamafugitos e kimberlitos, com raros lamproitos, (b) grandes complexos plutónicos alcalino-carbonatítico-foscoríticos como os de Catalão, Serra Negra, Salitre, Araxá e Tapira, e (c) volumoso conjunto de derrames e depósitos piroclásticos kamafugíticos do Grupo Mata da Corda. (Almeida et al.)

A diversidade litológica da província é atribuída a fatores como fusão parcial de fontes mantélicas metassomatizadas, com variados graus de enriquecimento em elementos incompatíveis, diferentes profundidades de fusão e processos de cristalização fracionada.

Coberturas Cenozóicas

As coberturas detriticas cenozóicas de idade indiscriminada, encontradas sobre superfícies de aplanaamento correspondentes à Superfície Sul-Americana, tratam-se de eluvões e coluvões, eventualmente associados a sedimentos aluvionares de canais suspensos, que se apresentam em graus variados de laterização. Couraças ferruginosas localizadas denunciam sitios intensamente lateritzados, que protegem as superfícies de aplanaamento da erosão atual.

Na Tabela 2.2 é apresentada a coluna estratigráfica da área de estudo.

OUTÓRGA 34730/2016

DOC 0023789/2016



PÁG. 61

Tabela 5.2: Coluna Estratigráfica da área de estudo (adaptada do Mapa Geológico da Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000) [Fonte: VOGBR, 2009]

Era	Período	Grupo	Subgrup	Formação	Lito	Idade (Ma)
PALEOZOICO	NEOGENO				Coberturas detriticas em parte coluvio-delicatas e eventualmente lateríticas	1,75
	PALEOGENO				Coberturas detritico-lateríticas	23,3
MESOZOICO	CRETÁCEO	Província ácalina do Alto Paranába		Araxá, Tigre, Picos de Caldas, Serra Negra, Serra do Salitre	Complejos plásticos ácalinos - carbonatitos - fisiográficos	70 - 100
NEOPROTE- ROZOICO III	CRISTALINICO	Bambuí	Paracatu	Três Marias	Arcosias, pelitas	
				Serra da Saudade	Siltos e argilitos verdes	
				Lagoa do Jacaré	calários, siltos, margas	
				Serra de Santa Helena	Feldolito, silitos, margas	
				Sete Lagoas	Calcare, dolomito, micropelito	
			Araxá	Samburá	Paraconglomerado Samburá/diamônito Carrancas	
				Unidade B	Muscovita-biotita-clorita-quarzo visto, granada-muscovita-quarzo visto, quartzo com hematita visto, hematita-sericitita visto e lentes de anfibolito	630
		Itaú	Unidade A		Calciclorita visto, calciclorita-biotita visto feldespátrico	
					as vezes granodifiro, homblenda-granofira visto feldespátrico, granita visto, quartzo, lentes de metacalcário, anfibolito e talco astro, anfibolito; quartzo visto, sítios	630
		Caturité	Rio Verde		Filtos, quartzo, calcusito, clorita visto, sericitita visto	850
					Metadiâmictito e quartzo	850
MESOPROTEROZOICO	SILHANIANO	Caxias	Formações Chapada das Pilões e Paracatu		Indíxias metamórfico, visto graptolito, sericitita visto, quartzo-muscovita visto, filos, metanfílio, melanargia, metacalcário, anfíbia; Formação Chapada das Pilões: filos carbonoso;	1.000
				Paracatu	quarteto inóxico; Formação Paracatu: filos carbonoso, metasilito	1.200

5.6.2 Geologia Local

A região em questão abrange a parte sudeste do Complexo do Salitre, onde as rochas vulcânicas ocupam a porção centro-norte e as encaixantes a porção sul da área de estudo. O domo de Salitre constitui uma estrutura alongada e curva em forma de rim, intrusivo em rochas do Grupo Bambuí,

sendo este último o anel da estrutura dômica. No Desenho 4GALV001-1-HG-DWG-0003 (Anexo I), apresenta-se o mapa geológico com as unidades estratigráficas encontradas na área da jazida.

As rochas mais antigas da região são a do Grupo Canastra, que aparecem nas porções sul e oeste da área. São predominantemente quartzitos e filitos muito dobrados e com pobre ou localizado sistema de fraturamento.

A Formação Paranoá, presente na área, está constituída predominantemente de quartzitos e filitos que se orientam de modo concêntrico ao redor do maciço intrusivo. Disposição esta que originou um domo.

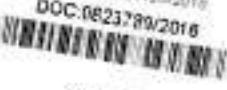
A Formação Paraopeba (Grupo Bambuí), que é estratigraficamente superior a Paranoá, é constituída predominantemente por ardósias e siltitos.

O Complexo do Salitre compreende três intrusões interligadas por diques traquíticos: Salitre I, que contém sienitos, bebedouritos e um plug de carbonatitos; Salitre II, onde predominam bebedouritos com e sem olivina; e Salitre III, conformado por piroxenitos e um plug de foscóritos (Silva, 2006).

A intrusão do magma na sua ascensão pela crosta superior "levantou" o pacote de meta-sedimentos das formações Paraopeba e Paranoá. Apenas os quartzitos refundidos e fenitizados da formação Paranoá resistiram ao intemperismo e foram preservados na sua posição pós-intrusiva, constituindo a auréola da chaminé de Serra Negra e de Salitre. Na Figura 5.9 mostra-se a foto de um afloramento que forma parte do anel quartzítico.



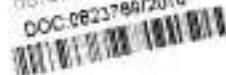
Figura 5.9: Afloramento de quartzito pertencente à formação Paranoá e que conforma o anel quartzítico.



Produto da decomposição das rochas alcalinas, na área da jazida ocorre um espesso manto de intemperismo cujos níveis superiores, no caso do Complexo do Salitre, foram desnudado pelos agentes erosivos. A formação deste manto de intemperismo está ligada ao intemperismo químico atuante sobre as rochas do complexo, à peneplanização ocorrida a partir do terciário, ao clima tropical quente e úmido e ao tempo de exposição dos maciços aos agentes intempéricos.

Oliveira & Imbernon (1998) têm desenvolvido modelos de perfil de intemperismo para as jazidas produzidas a partir das intrusões alcalinas carbonatíticas do PAAP, posteriormente Chaban (2004) elaborou um perfil de intemperismo típico para o Complexo do Salitre, o qual se encontra conformado pelos seguintes horizontes (conforme esquematizado na Figura 2.9):

- Rocha fresca conformada pelos carbonatitos e as rochas alcalinas associadas (piroxenitos, peridotitos, bebedouritos);
- Rocha semi-alterada, onde as estruturas do protolito são preservadas, apresenta uma coloração verde ou cinza com mineralizações eventuais;
- Saprolito Isalterítico, horizonte de espessura variável, onde a estrutura da rocha pré-existente é preservada. Apresenta uma coloração marrom a ocre; é neste horizonte onde se apresentam as maiores concentrações de minério;
- Saprolito Alterítico, produto de processos de intemperismo mais avançados, onde as estruturas originais não podem ser identificadas, de cor amarelo claro a ocre;
- Solo de cobertura, constituído por material transportado, solo orgânico e às vezes laterítico, de cor marrom e marrom avermelhado.

AUTORIZAÇÃO 24120/2016
DOC 0823786/2016


PÁG 84

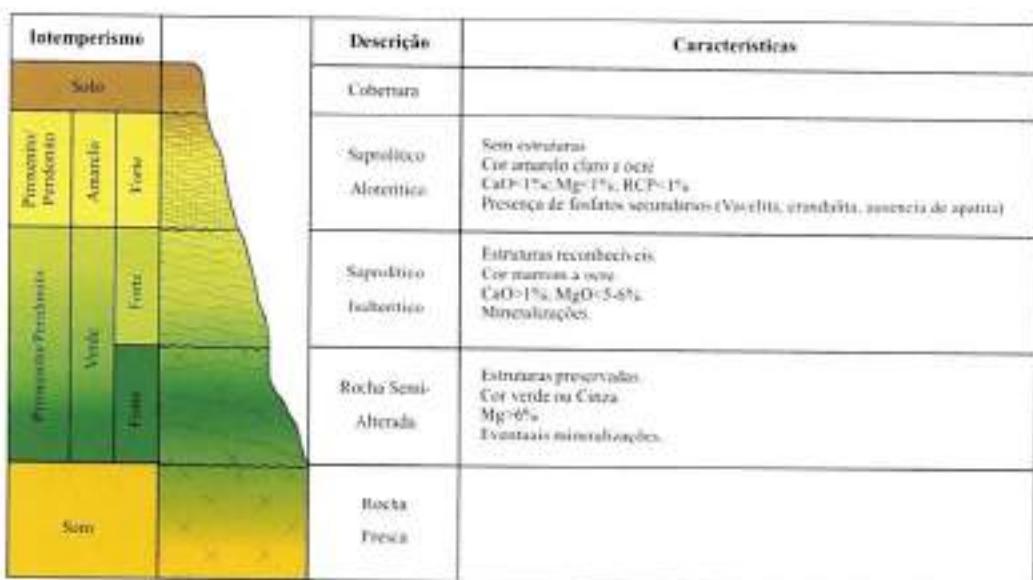


Figura 5.10: Modelo de perfil de intemperismo do complexo do salitre (adaptado de Chahan et. al, 2004).

Uma característica particular do domo do Salitre é que nele não se apresenta capeamento de canga como acontece no domo da Serra Negra. Como consequência, o seu relevo interno ao anel de quartzo é levemente montanhoso e irregular.

As jazidas de fosfato desta região estão intimamente relacionadas às intrusões alcalinas, principalmente as carbonatíticas, onde, além de fosfatos, são extraídos minérios de nióbio, de titânio e terras raras.

O intemperismo foi o principal processo de formação das jazidas minerais dos domos de Salitre e Serra Negra, além de outros como de Tapira, Barreiro e Catalão. O manto de intemperismo formou-se por lixiviação e concentração dos elementos mais solúveis que acompanham os dunitos, mica peridotitos e carbonatitos.

A intensiva ação do intemperismo atuando sobre as rochas ultrabásicas com concentrações anômalas de perovskita, ilmenita e apatita, produziu depósitos secundários de anatásio e apatita.

Assim, a jazida Salitre é formada, de cima para baixo, por óxidos e hidróxidos de ferro, alumínio e argilo-minerais, com permanência de magnetita, quartzo e ilmenita residuais; e solubilização da apatita e perovskita primária com recristalização de fosfatos de alumínio (candalita) e fosfatos secundários de terras raras. Este tipo de jazida de fosfato é classificada como de intemperismo e enriquecimento supergênico, semelhante à de Tapira e de Catalão.

Particularmente no caso de Salitre, o manto de intemperismo foi removido, em parte, por processos erosivos, tendo sido eliminados os dois níveis superiores e parte do terceiro nível até próximo à rocha intemperizada. Por isto, o depósito de apatita apresenta teores de enriquecimento apenas

ligeiramente superiores à da rocha subjacente. Entretanto, em que pese os baixos teores de fosfato, o capeamento do jazimento é pouco significativo e por vezes inexistente.

Ao norte, o Domo do Salitre funde-se com o Domo da Serra Negra, mas entre eles há uma barreira de quartzo da auréola deste último domo e um sistema de falhas profundas de direção nordeste.

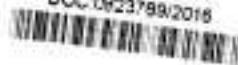
5.7 CAVA

Considerando as características geológicas, morfológicas e geotécnicas do depósito, bem como a escala de produção e a relação estéril/minério, a lavra da jazida de fosfato deverá ser feita a céu aberto, em bancadas. Esta escolha considerou, principalmente, a distribuição do minério na jazida e a variabilidade de teores no depósito, o que implica na necessidade de lavrar, simultaneamente, várias frentes de lavra, permitindo a "blendagem" adequada para alimentação da usina.

O sequenciamento das cavas iniciais (Ano 01 a Ano 03) foi disponibilizado pela GALVANI, sendo as respectivas configurações geométricas apresentadas na Figura 5.11. A cava de exaustão atualmente licenciada, correspondente ao Ano 19, também foi disponibilizada e sua configuração também é apresentada na Figura 5.11. Não foram disponibilizados os sequenciamentos entre os anos 04 e 19.

As cavas projetadas podem ser consideradas como rasas, apresentando desniveis máximos de cerca de 80 a 100 m em relação ao relevo original. A lavra será desenvolvida principalmente em meia encosta, com bancos de 5 a 10 metros de altura, e bermas com 12 metros de largura.

Nas partes mais elevadas, a drenagem das águas superficiais incidentes sobre a cava poderá ser feita por gravidade, sendo conduzida para a rede de drenagem natural. Nas partes mais baixas, a cava se caracterizará como fechada, sendo necessária a adoção de sistemas forçados de drenagem de águas pluviais e de subterrâneas.



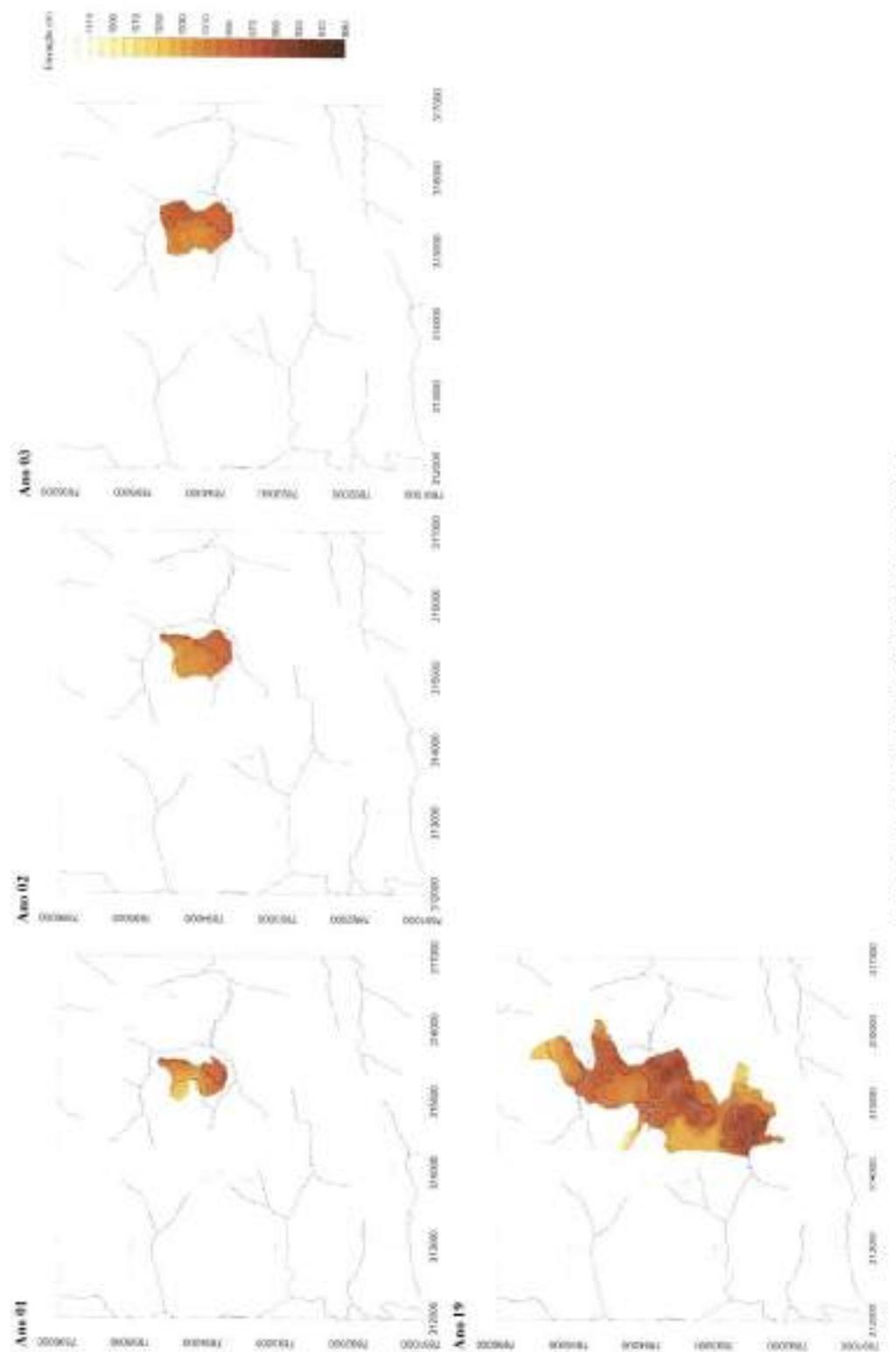


Figure 5.11 Square-wave discoloration (Audi 100) and intergal (Audi 199).

5.8 HIDROGEOLOGIA

Diversos dados hidrogeológicos foram levantados no período de 2008 a 2010, entre os quais destacam-se:

- Cadastro de nascentes e poços no entorno da área de interesse e Medição de vazões nas principais drenagens que cortam a área;
- Implantação de rede de dispositivos de monitoramento de níveis d'água e de vazões;
- Construção de poço tubular para teste de bombeamento;
- Condução de campanhas de monitoramento.

A seguir, é feita uma descrição detalhada desses itens.

OUTORGA 24720/2016
DOC-0823789/2016



5.8.1 Inventário de nascentes

Durante os estudos para a obtenção da Licença Prévia, foi realizado um amplo inventário de nascentes na área do Projeto Salitre. O cadastro foi realizado nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2009; portanto, durante o período chuvoso. Ao todo, foram cadastradas 64 nascentes cujas localizações são mostradas na Figura 5.12. Os pontos definidos como nascentes correspondem aos pontos mais elevados das drenagens onde ocorriam surgências de água.

Na Tabela 3.1, apresenta-se uma compilação das nascentes cadastradas, com indicação das coordenadas (tomadas com aparelho GPS), elevações (obtidas da base topográfica), vazões e medições in situ dos seguintes parâmetros físico-químicos: pH, potencial de oxi-redução (Eh), condutividade elétrica e temperatura.

De forma geral, as nascentes ocorrem em praticamente todos os vales escavados no relevo, conforme mostrado na Figura 5.12. Na área da cava, foram cadastradas 42 nascentes, cujas cotas variaram entre 969 m e 1.097 m, com média de 1.097. Outras 4 nascentes foram cadastradas ao sul do Domo do Salitre e estão fora da área da cava. Ressalta-se que esses dados representam as posições mais elevadas das surgências de água e são representativas do período chuvoso. Portanto, é de se esperar que esses pontos de desloquem para elevações menores durante o período de estiagem.

A grande maioria das nascentes se apresenta de forma difusa ao longo dos talvegues. Nos pontos elevados, as vazões verificadas nas surgências são baixas (da ordem de 1 m³/h ou menos), aumentando para jusante à medida que a contribuição difusa se avoluma no talvegue. Esses foram os casos das maiores medições de vazão realizadas, quando não era possível a medição da vazão diretamente no ponto de surgência, conforme indicado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Nascentes cadastradas e parâmetros físico-químicos medidos in situ

Número da Nascente	Coordenadas		Cota (m)	Vazão		Parâmetros		
	Este	Norte		L/s	m ³ /h	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm)	
001	314.665	7.893.168	1.018	0,10	0,35	7,04	135	
002	314.603	7.893.225	1.035	0,20	0,70	7,26	123	
003	314.567	7.893.934	1.020	-	-	6,18	30	
004*	315.053	7.894.087	1.028	0,23	0,84	6,11	85	
005*	314.321	7.894.646	1.047	1,09	3,92	6,26	50	
006	314.335	7.895.527	1.078	-	-	6,75	12	
007*	314.420	7.895.385	1.049	1,63	5,88	6,49	73	

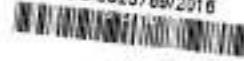
Número da Nascente	Coordenadas		Cota (m)	Vazão		Parâmetros		
	Este	Norte		L/s	m³/h	pH	Conduktividade Elétrica (µS/cm)	
008	313.460	7.894.880	1.024	-	-	6,20	71	
009	313.507	7.894.906	1.026	-	-	6,38	49	
010	313.713	7.895.027	1.033	-	-	6,29	130	
011*	313.808	7.895.489	1.097	2,16	7,76	4,62	3	
012	313.964	7.895.351	1.062	0,48	1,73	5,83	79	
013*	314.014	7.895.387	1.076	0,78	2,81	6,30	83	
014	314.019	7.895.179	1.049	0,06	0,22	6,21	88	
015	313.697	7.894.843	1.010	-	-	6,78	111	
016	313.619	7.894.825	1.007	-	-	6,55	118	
017	313.562	7.894.746	1.008	-	-	6,74	147	
018	313.556	7.894.332	1.045	-	-	6,31	135	
019	315.361	7.895.214	1.051	0,04	0,14	6,30	49	
020*	315.735	7.895.127	1.054	1,26	4,54	6,53	70	
021	315.906	7.895.278	1.061	0,33	1,18	6,63	70	
022	316.041	7.894.749	1.014	0,96	3,46	6,47	95	
023*	313.843	7.893.702	1.010	2,27	8,18	6,93	123	
024*	314.134	7.893.318	1.031	0,17	0,60	7,17	23	
025	314.790	7.892.417	990	0,29	1,04	6,00	69	
026*	315.202	7.892.755	1.046	0,23	0,84	6,62	87	
027	314.809	7.892.832	1.013	-	-	6,32	143	
028*	314.856	7.891.995	1.019	1,08	3,89	6,74	115	
029	313.829	7.891.896	996	0,50	1,80	6,71	102	
030	313.872	7.891.876	1.004	0,43	1,33	6,96	69	
031*	313.315	7.891.796	1.008	2,80	10,08	5,96	74	
032	314.869	7.891.305	1.022	0,75	2,71	6,21	58	
033*	314.997	7.891.529	1.035	3,32	11,95	3,46	157	
034	315.349	7.891.707	1.012	-	-	6,35	134	
035	315.361	7.891.230	1.041	0,16	0,59	6,30	23	
036	316.259	7.895.486	1.001	-	-	6,08	33	
037	316.542	7.895.066	1.016	-	-	6,45	68	
038*	317.380	7.895.039	969	0,13	0,48	6,41	48	
039*	316.259	7.892.772	1.000	0,78	2,82	5,87	61	
040	316.580	7.894.728	1.010	-	-	-	-	
041	316.574	7.894.707	1.002	1,32	4,74	6,25	113	
042*	317.446	7.894.075	971	1,86	6,71	6,89	32	
043	317.060	7.894.036	955	-	-	6,87	51	
044	316.070	7.891.064	1.041	-	-	6,25	10	
045	320.712	7.892.220	1.027	0,03	0,10	5,75	6	
046	320.652	7.892.264	1.030	0,21	0,74	4,75	0	
047	320.414	7.892.449	1.013	-	-	5,69	8	
048	320.268	7.892.857	972	0,76	2,74	5,55	5	
049	314.685	7.895.674	1.042	4,87	17,52	6,26	68	
050*	314.572	7.896.075	1.050	2,99	10,77	6,49	64	



Número da Nascente	Coordenadas		Cota (m)	Vazão		Parâmetros		
	Este	Norte		L/s	m ³ /h	pH	Conduktividade Elétrica (µS/cm)	
051*	314.741	7.896.250	1.061	0,41	1,48	5,69	16	
052	315.882	7.896.606	997	-	-	5,44	23	
053*	319.492	7.893.001	972	0,2	33,00	6,00	10	
054*	316.053	7.892.378	1.013	0,15	0,54	5,66	35	
055	315.960	7.892.138	989	-	-	6,40	243	
056	314.577	7.890.945	1.021	1,30	4,69	6,11	27	
057	319.872	7.892.323	1.010	0,19	0,70	5,97	53	
058	319.427	7.892.250	943	0,02	0,07	5,88	23	
059*	318.664	7.891.243	968	1,86	6,70	6,26	3	
060	317.979	7.891.381	958	1,86	6,70	7,13	10	
061	320.452	7.892.166	1.020	0,32	1,14	5,28	5	
062	320.179	7.892.061	969	0,14	0,51	5,61	14	
063*	320.235	7.890.249	1.055	0,20	0,72	6,15	20	
064*	319.421	7.890.881	1.000	3,52	12,67	5,60	5	

* Vazão medida a jusante da nascente

Nota: As vazões foram medidas em Janeiro e Fevereiro/2009. Portanto, são representativas do período chuvoso.

OUTORGAS 24/20/2016
DOC 0823789/2016

PÁG.71



Figura 5.12: Localização das nascentes cadastradas e dos pontos de medição de vazão em córregos (Fonte: VOG-BH, 2009).



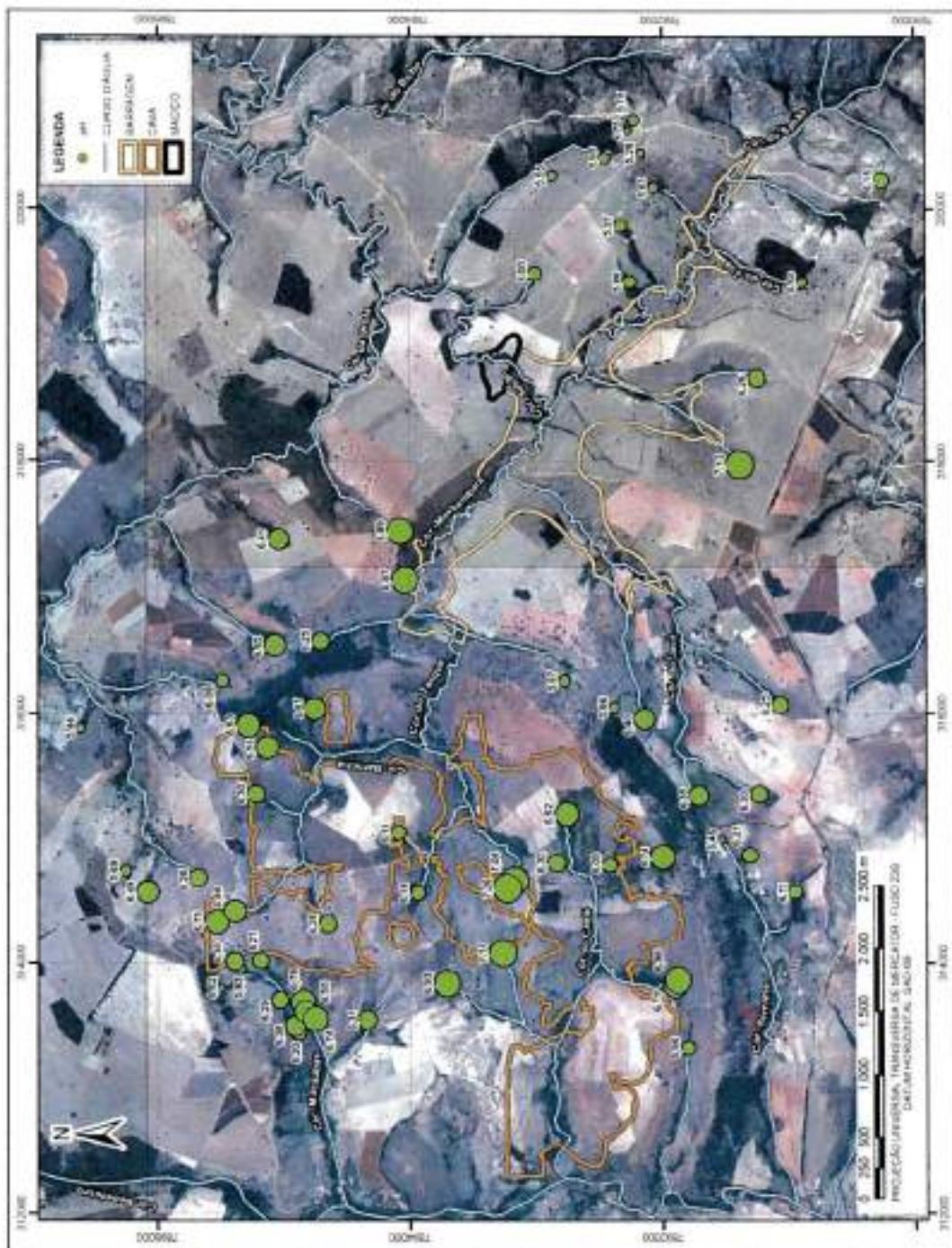
Algumas nascentes podem ser sazonais, decorrentes da descarga de águas pluviais recentemente infiltradas no solo, ou seja, que só podem ser observadas durante o período chuvoso. Esse é o caso, por exemplo, da Nascente 006 que, segundo o superficiário local, só surge em períodos de chuva abundante. Já a Nascente 007, a jusante da Nascente 006, tem caráter perene.

O pH medido nas nascentes no entorno da cava se mostrou ligeiramente ácido, variando entre 4,63 e 7,26, com média 6,25. Devido ao período chuvoso em que o cadastro foi realizado, esses valores podem ser atribuídos a águas meteorológicas recentes. Entretanto, como pode ser visto na Figura 5.13, o pH das nascentes que ocorrem dentro da área do Domo do Salitre são maiores do que naquelas que ocorrem fora dessa estrutura. Isso pode ser resultado do efeito da dissolução dos carbonatos, que predominam na matriz geológica do domo e que tendem a elevar o pH da água. A maior dissolução de íons nas águas circunscritas à região do domo fica ainda mais clara quando se observam os valores de condutividade elétrica medidos in situ, conforme mostrado na Figura 5.14. É evidente que no domo ocorre maior dissolução de íons (traduzindo em maiores valores de condutividade elétrica) do que na área da cabeceira do córrego do Sabão, por exemplo. Essas medições preliminares sugerem que, em termos geoquímicos, as águas subterrâneas na área do Domo do Salitre são diferentes daquelas que ocorrem fora dessa estrutura.

OUTORGA: 24/7/2016
DOC: 0823789/2016



PÁG 71



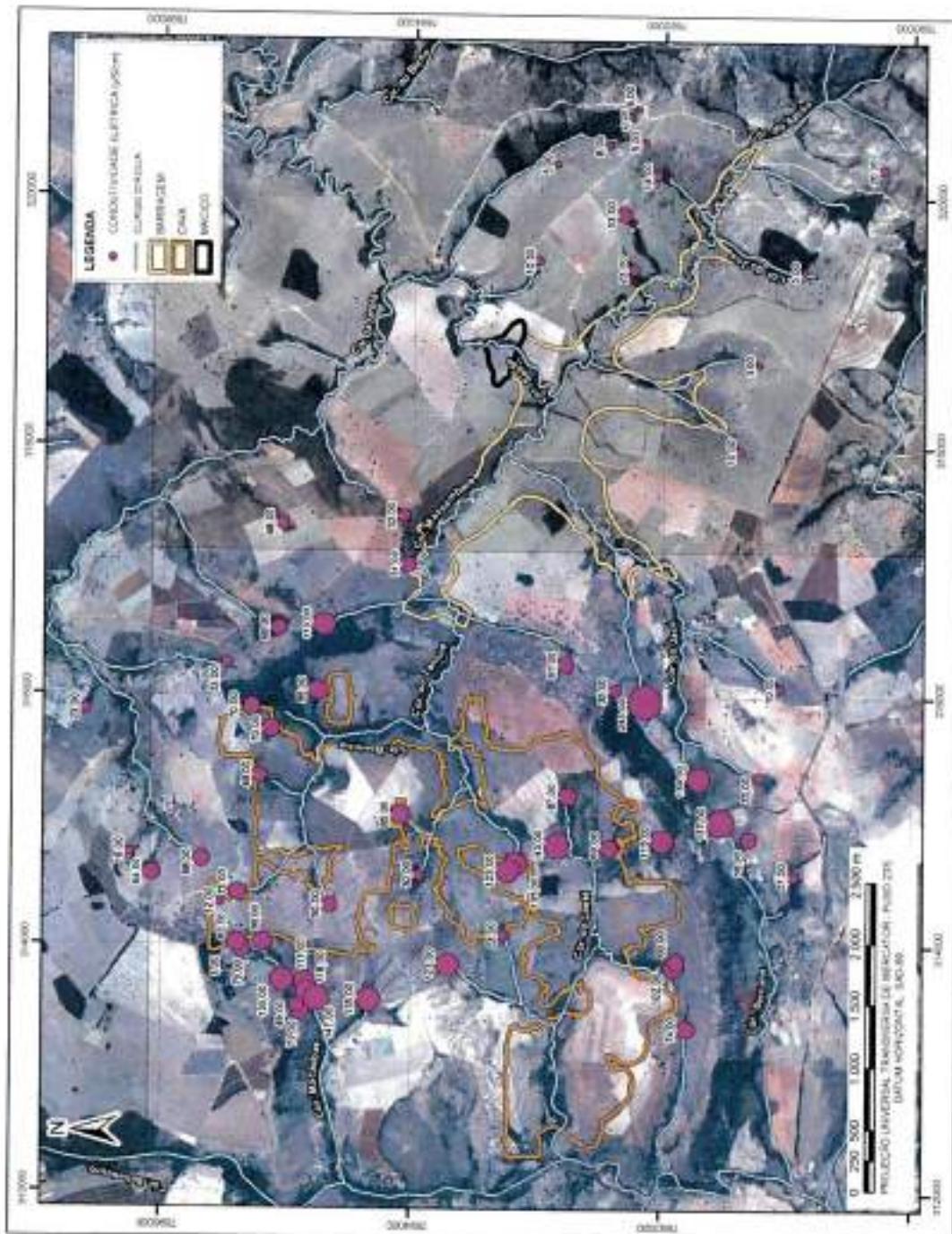


Figura 5.14: Valores de condutividade elétrica medidas *in situ* durante o cadastro de nascentes (Fonte: VOGBR, 2009).

5.8.2 Rede de Monitoramento Hidrogeológico

A rede de monitoramento hidrogeológico na área do Projeto Serra do Salitre, à época dos estudos para o licenciamento ambiental, era composta por 03 (três) réguas limimétricas, 21 medidores de nível d'água e 05 (cinco) vertedouros, todos eles instalados pela GALVANI. Esses dispositivos foram implantados em 2009, ano em que começou a haver o monitoramento sistemático de vazões e níveis. Um mapa de localização desses dispositivos, restrito à área de interesse deste relatório, é mostrado na Figura 5.15.

A partir do inicio da implantação do Projeto Salitre, alguns dispositivos passaram a sofrer interferência direta das obras, sendo removidos da rede, entre os quais citam-se: os vertedouros VT-01 e VT-02; a estação fluviométrica R-01; os medidores de nível d'água MNA-S-12 e MNA-S-13; e os poços de monitoramento MNA-Q05 e MNA-Q06. Por outro lado, novos dispositivos foram instalados, entre os quais citam-se as estações fluviométricas R-02J1 e R-04.

Réguas limimétricas foram utilizadas no monitoramento das vazões dos cursos de água de maior porte. Foram instaladas em uma das margens da seção fluvial para leitura da elevação do nível de água. O cálculo das vazões é realizado indiretamente a partir da curva-chave da seção fluvial, obtida pela relação entre medições indiretas de vazão, com o uso de molinetes hidrométricos, e a elevação dos níveis de água correspondentes. Os dados de localização dessas estações limimétricas são mostrados na Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Dados e características das estações fluviométricas

Código	Curso de Água	Coordenadas UTM		Área de Drenagem (km ²)	Status
		Leste	Norte		
R-01	Córrego do Sabão 1	320.470	7.891.218	14,60	Removido da rede
R-02	Córrego do Sabão 2	319.021	7.893.595	28,56	Operando
R-03	Ribeirão Salitre	311.678	7.883.948	361,88	Operando
R-02J1	Córrego do Sabão - jusante	319.297	7.893.629	-	Novo
R-04	Ribeirão Salitre	312.732	7.888.584	-	Novo

Para monitoramento das vazões nos cursos de água de menor porte foram adotados vertedouros, constituídos de um maciço de concreto armado, uma calha em chapa de aço, por onde ocorre a passagem do fluxo de água, e uma régua limimétrica para medição da sobrelevação do nível de água acima da soleira da calha vertente. Os dados característicos e de localização dos vertedouros são mostrados na Tabela 5.5.

OUTORGAS 24/10/2016

DOC 0623789/2016



PAG.76

Tabela 5.5: Dados e características dos vertedouros

Código	Curso de Água	Coordenadas UTM		Seção Transversal	Área de Drenagem (km²)	Base Menor (cm)	Status
		Leste	Norte				
VT-01	Cor. Bruno	318.644	7.892.495	Trapezoidal Cipoletti	1,99	40	Removido da rede
VT-02	Cor. Jacu	317.304	7.892.495	Trapezoidal Cipoletti	3,88	60	Removido da rede
VT-03	Cor. Carrapatos	312.178	7.891.982	Triangular	0,70	-	Operando
VT-04	Cor. Tanque	315.751	7.893.883	Trapezoidal Cipoletti	2,10	60	Operando
VT-05	Cor. Barrinha	315.749	7.893.895	Trapezoidal Cipoletti	2,72	60	Operando

Medidores de nível d'água foram instalados com o propósito de monitorar a variação do níveis freáticos do aquífero superficial na área do projeto. Na área do empreendimento existem dois tipos de dispositivos para leitura do nível freático: medidores de nível d'água simples (MNA-S), revestidos em 2"; e poços para amostragem de água subterrânea (MNA-Q), revestidos em 4", nos quais também se fazem as leituras das profundidades de nível d'água. Os dados referentes aos medidores de nível d'água são mostrados na Tabela 5.6.

OUTORGA 24720/2016
DOC 0823788/2016



PÁG 77

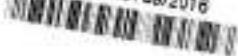
Tabela 5.6: Dados e características dos dispositivos para medição de nível d'água

Código	Coordenadas UTM		Cota (m)	Profundidade NA (Outubro/2012)	Status
	Leste	Norte			
MNA-S01	314.453	7.892.188	1.029,29	17,80	Operando
MNA-S02	315.303	7.892.332	1.065,07	16,85	Operando
MNA-S03	315.780	7.892.662	1.079,09	17,49	Operando
MNA-S04	315.418	7.893.081	1.057,38	15,47	Operando
MNA-S05	314.384	7.893.514	1.074,76	15,44	Operando
MNA-S06	314.588	7.893.686	1.042,87	16,83	Operando
MNA-S07	314.062	7.894.230	1.114,31	32,15	Operando
MNA-S08	316.254	7.894.486	1.048,65	9,66	Operando
MNA-S09	314.106	7.894.809	1.095,00	20,40	Operando
MNA-S10	315.631	7.895.373	1.084,42	22,20	Operando
MNA-S11	318.139	7.893.816	993,34	30,05	Operando
MNA-S12	318.660	7.893.206	916,79	13,84	Removido
MNA-S13	318.812	7.893.080	915,59	10,79	Removido
MNA-Q01	313.076	7.892.493	996,57	20,90	Operando
MNA-Q02	314.768	7.894.355	1.061,30	17,95	Operando
MNA-Q03	315.804	7.893.266	1.044,46	21,76	Operando
MNA-Q04	317.024	7.893.079	1.004,08	33,31	Operando
MNA-Q05	317.756	7.893.275	930,70	17,24	Removido
MNA-Q06	317.696	7.891.800	1.005,79	29,82	Removido
MNA-Q07	318.974	7.893.457	909,98	15,49	Operando
MNA-Q08	318.966	7.891.507	971,13	16,38	Operando

Os dados do monitoramento sistemático de vazões e níveis de água subterrânea que serviram de base para a calibração do modelo hidrogeológico computacional estão reportados no relatório 4GALV001-1-HG-RTE-0006 (VOGBR, 2010).

Em Outubro/2012, a equipe da CLAM realizou uma campanha de campo, na qual foram inspecionados os dispositivos da rede de monitoramento (CLAM, 2012). Nesta ocasião, foram obtidas leituras de profundidade nos medidores de nível d'água, cujos valores encontram-se listados na Tabela 5.6.

OUTORGA 24720/2016
DOC 0823788/2016



PÁG 78

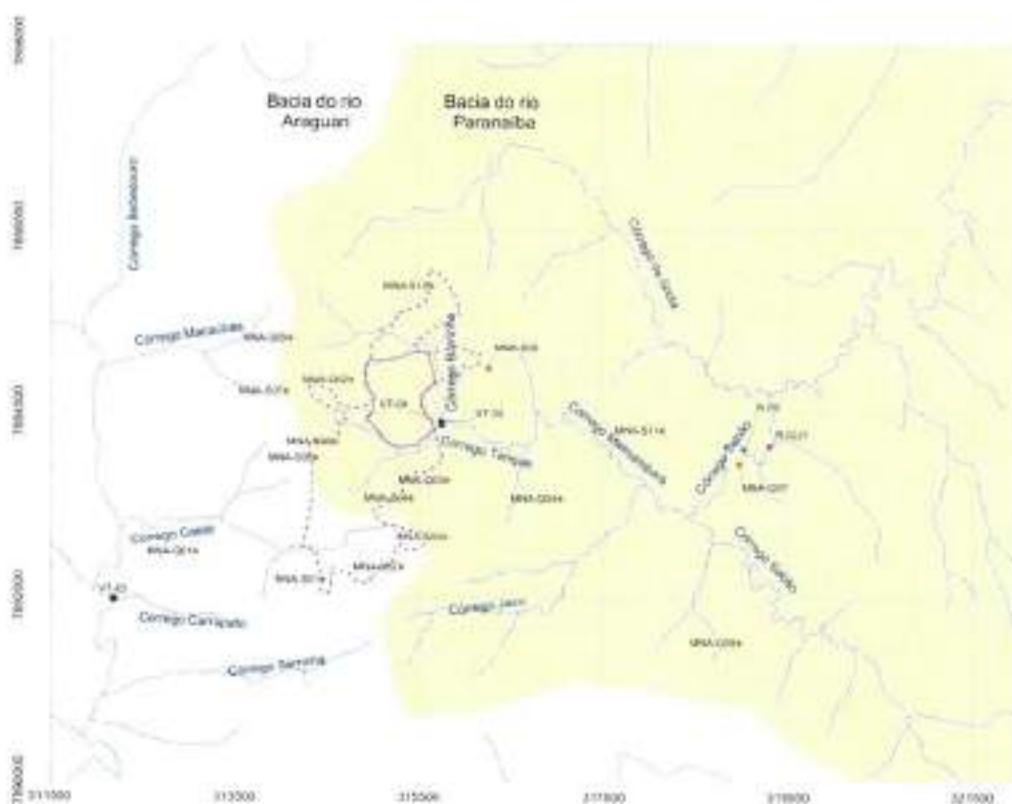


Figura 5.15: Mapa de localização dos atuais dispositivos constituintes da rede de monitoramento hidrogeológico na área do Projeto.

5.8.3 Poço Tubular Profundo

Durante os estudos hidrogeológicos conduzidos para o Licenciamento Prévio Ambiental, foi construído um poço de bombeamento com o objetivo de obter parâmetros hidrodinâmicos para caracterização da disponibilidade hidrogeológica do sistema aquífero local, tendo em vista, também a necessidade de suprimento de água para a usina de beneficiamento do minério (VOGBR, 2010). O poço foi construído na área da futura cava do Projeto Salitre, nas coordenadas UTM-E 315.463, UTM-N 7.893.103 e elevação 1.048 m, conforme mostrado na Figura 5.15.

A perfuração para instalação do poço atingiu 42 m de profundidade e foi realizada com sondagem em dois diâmetros diferentes. Da superfície do terreno até 37,50 m de profundidade, quando se atingiu o topo de rocha sã, foi utilizado o diâmetro de 14". A partir deste ponto até atingir 42 m de profundidade, foi utilizado o diâmetro de 6". Este último trecho (que permaneceu com diâmetro de 6") não foi reaberto para 14" por estar todo contido em rocha sã.



O poço foi revestido em um diâmetro de 8" até a profundidade de 37,50 m (furo em 14"), com tubos lisos e filtros, ambos de aço comum, sendo 27,5 m de filtros e 10 m metros de tubo liso. Os últimos 4 m mais profundos do furo, que permaneceram em diâmetros de 6", não foram revestidos.

O nível freático estático foi encontrado aos 17,94 m de profundidade. Assim, o poço ficou com, aproximadamente, 24 m de revestimento abaixo do nível d'água. Os detalhes construtivos do poço encontram-se no Anexo I-2 do relatório 4GALV001-1-HG-RTE-0005 (VOGBR, 2010).

Para o acompanhamento do rebaixamento no teste com vazão constante foi escolhido, além do próprio poço de bombeamento, os medidores MNA-S-04 e MNA-Q-03, cujas coordenadas são mostradas na Tabela 5.6 e no mapa da Figura 5.15.

O acompanhamento do nível d'água no poço e no MNA mais próximo do poço (MNA-S-04) foi feito utilizando-se medidores eletrônicos automáticos de nível d'água (level loggers) enquanto que no MNA mais distante do poço (MNA-Q-03) utilizou-se um medidor elétrico de profundidade de nível d'água com fita graduada (pio). Adicionalmente, de modo a verificar a evolução em tempo real do rebaixamento no poço e no instrumento MNA-S-04 utilizou-se, também, o medidor elétrico (pio).

O teste de bombeamento no poço foi realizado com 24 horas de duração, tendo sido observada a sua estabilização do rebaixamento no poço em torno de 13,2 m de profundidade. Após o encerramento do teste, foi feito o acompanhamento da recuperação do poço.

Um fato importante a se ressaltar foi a constatação de não ter havido rebaixamento de N.A. nos dois instrumentos monitorados (MNA-S-04 e MNA-Q-03) ao final do teste. Nem mesmo o medidor MNA-S-04 distante apenas 50 m do poço de teste apresentou qualquer tendência de rebaixamento. Desde modo, a avaliação dos parâmetros hidráulicos da formação aquífera foi feita com base nos dados levantados no poço de bombeamento.

Neste teste a vazão constante, o valor médio obtido para a condutividade hidráulica foi de $4,20 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ (Tabela 5.7). Em termos gerais, os valores individuais de condutividade hidráulica encontrados foram considerados como equivalentes. Já em termos das magnitudes destes valores, elas podem ser consideradas como medianas a baixas, porém compatíveis com o esperado para principal formação aquífera do local, composta quase essencialmente de solo, saprolito e rocha fraturada. Estes valores obtidos para a condutividade hidráulica se mostram condizentes com esta litotipografia.

Outro parâmetro importante que calculado foi a produtividade do poço, que é expressa em termos de volume de água bombada por unidade de tempo e por unidade de rebaixamento da formação



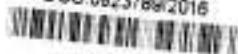
aquífera. Neste caso, nas 24 horas de duração do teste, foi possível bombejar a água subterrânea a uma taxa de $4,8 \text{ m}^3/\text{h}$ com rebaixamento máximo de 13,2 m. Com isto, a produtividade resultou no valor de $0,36 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m})$, que pode ser considerado um valor baixo, confirmando a área como pouco promissora do ponto de vista de exploração de água subterrânea.

Tabela 5.7: Dados hidrodinâmicos dos testes de bombeamento e de recuperação no Poço 04

Tipo de teste	Identificação do local de medição do N.A.	Vazão (Q) (m ³ /h)	Transmissividade (T) (m ² /s)	Condutividade hidráulica (K) (m/s)	Armazenabilidade (S) (adimensional)
Rebaixamento a Vazão Constante	Poço 04	4,8	$1,29 \times 10^{-4}$	$5,84 \times 10^{-6}$	$9,35 \times 10^{-7}$
Recuperação	Poço 04	0	$5,61 \times 10^{-5}$	$2,55 \times 10^{-6}$	-
Média			$9,23 \times 10^{-5}$	$4,20 \times 10^{-6}$	$9,35 \times 10^{-7}$

AUTORIZA 24720/2016

DOC:0923789/2016



PAG 81

6 MODELO HIDROGEOOLÓGICO

O modelo hidrogeológico computacional é a expressão matemática de um modelo hidrogeológico conceitual, com o qual é possível simular hipóteses e cenários, dos quais são obtidos resultados quantitativos acerca de diversas variáveis hidrogeológicas de interesse.

Até este ponto, foram elencadas as informações que forneceram subsídio para a concepção do modelo hidrogeológico conceitual e para a calibração de um modelo hidrogeológico computacional representativo do contexto da cava, em escala local.

A seguir, passa-se à descrição do modelo hidrogeológico conceitual, o qual serviu de base para a construção do modelo computacional. Na sequência, passa-se à descrição do modelo hidrogeológico computacional e à análise dos resultados obtidos.

6.1 MODELO HIDROGEOOLÓGICO CONCEITUAL

6.1.1 Unidades Hidrogeológicas

De acordo com os dados levantados em campo em estudos anteriores e observados em testemunhos de sondagens, realizadas em grande parte da área de interesse, pôde-se aferir que as propriedades hidrodinâmicas dos materiais presentes estão diretamente correlacionadas aos litotipos presentes. Essas unidades podem ser divididas nos seguintes grupos, apresentados esquematicamente na Figura 6.1 e descritos a seguir:

OUTORGA 34720/2016

DOC 0823789/2016



PÁG 82

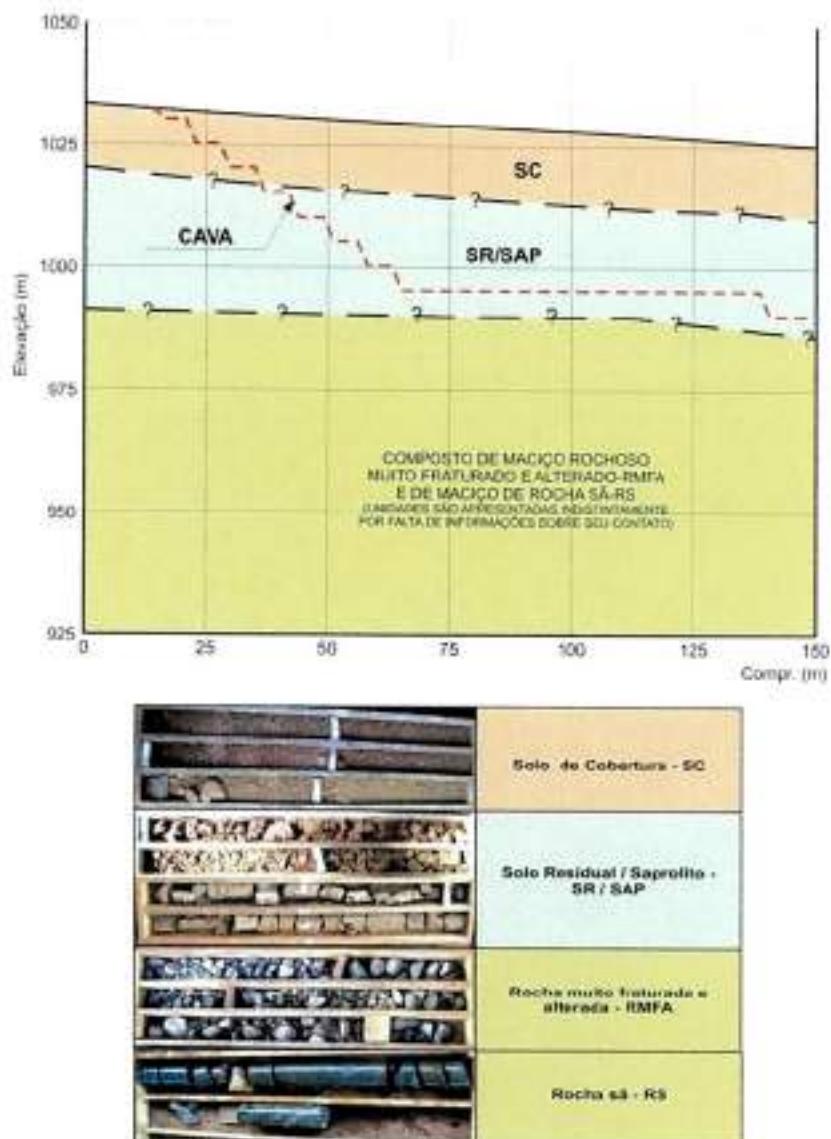


Figura 6.1: Seção esquemática típica, representativa da área do Projeto Salitre.

1. Solos de cobertura (SC) – ocorrem recobrindo partes da área e são constituídos de material com textura areno-argilosa, com espessuras que variam, em média, entre 3 e 5 m, chegando às vezes, a espessuras de mais de 10 m na parte SW da jazida. As menores espessuras estão localizadas na zona central do domo, na parte central da cava, apresentando espessuras médias entre 1 e 1,5 m. Sua presença é mais marcante próximo às drenagens, onde se notam maiores concentrações de materiais com granulometria fina. Esta unidade é caracterizada por porosidade essencialmente granular e por condutividades hidráulica variando de moderada a baixa conforme o menor ou maior teor de argila em sua matriz.



2. Solo residual/saprolito (SR/SAP) – constitui-se do material resultante do intemperismo da rocha mãe, diferenciando-se apenas em relação à preservação de estruturas da rocha mãe (saprolito) ou não (solo residual). O horizonte saprolítico apresenta espessuras médias de 20 a 30 m, apresentando-se com espessuras de mais de 40 metros na parte central da cava donde o solo de cobertura é menos marcante. As maiores espessuras ocorrem nas áreas mais elevadas, correspondentes aos topes das colinas, diminuindo gradativamente em direção aos vales. No contexto hidrogeológico do Projeto Salitre, esta é a principal unidade de interesse, pois é nela que será realizada a lavra do minério fosfático e onde também se encontra a superfície freática do sistema aquífero local. As características desta unidade observadas nos testemunhos de sondagem permitem lhe atribuir uma boa capacidade de armazenamento de água em sua porosidade (essencialmente granular) e uma condutividade hidráulica relativamente baixa.
3. Maciço rochoso muito fraturado e alterado (RMFA) – Ocorre sotoposto ao saprolito ou ao solo residual, sendo constituído de maciço rochoso muito fraturado e muito alterado. Apesar da maioria dos testemunhos de sondagem observados indicar que os furos exploratórios foram interrompidos antes que essa unidade fosse atingida, assume-se que sua ocorrência seja ampla na área. Não existem dados suficientes para caracterizar sua espessura média na região. A porosidade total é representada primordialmente pelos espaços entre os fragmentos da rocha e a condutividade hidráulica é mais alta do que a do solo residual/saprolito sotoposto, em função dos tamanhos desses espaços. Para a cava do Projeto Salitre, esta unidade tem importância relativa menor, uma vez que a lavra deve se limitar às unidades superiores.
4. Maciço de rochas sãs (RS) – Constituído de maciço rochoso muito pouco fraturado, seus materiais apresentam alta resistência geotécnica e baixa alteração. Poucos furos, entre os observados, atingiram essa unidade. Do ponto de vista hidrogeológico, esta unidade apresenta porosidade muito baixa e condutividade hidráulica também muito baixa. Para o Projeto Salitre, esta unidade tem pouca relevância.

A seqüência de unidades hidrogeológicas descritas acima é bem representada pelos testemunhos de sondagem do furo exploratório P-14, cujas fotos são mostradas na Figura 6.2.



Figura 6.2: Testemunhos de sondagem do furo P-14, mostrando o perfil litológico típico da área do projeto.

Portanto, as águas subterrâneas na área da cava do Projeto Salitre ocorrem em um sistema aquífero misto – predominantemente poroso, mas também fissural-fraturado –, formado basicamente por quatro unidades: (1) uma camada de solos de cobertura (SC) com textura argilo-arenosa de espessura variada, sobreposta a uma camada de (2) solos residuais e saprolitos, com espessuras que variam entre 20 e 30 m que, por sua vez, encontram-se sobrepostos a (3) um pacote de rochas muito alteradas e fraturadas ou a (4) rochas sãs. Esse sistema aquífero apresenta-se como livre e sua superfície freática assume uma conformação que acompanha, de forma suavizada, a superfície do relevo. Quando em terrenos elevados (correspondentes à área da cava), o nível freático ocorre na camada de solos residuais/saprolitos. Nos terrenos mais baixos, correspondentes aos talvegues

principais de drenagem, o lençol freático ocorre ou na camada de solos residuais/saprolitos ou na camada de solos de cobertura. Portanto, no contexto de exploração da jazida de fosfato, pode-se considerar que o sistema aquífero de interesse para o Projeto Salitre é formado basicamente pelo sistema aquífero superior, granular, formado pela camada de solos residuais e saprolitos.

Na área da cava, esse sistema aquífero é oriundo do armazenamento de água em porosidade formada no manto de intemperismo da intrusão alcalina que deu origem ao Domo do Salitre. Através das medidas in situ de parâmetros físico-químicos, pode-se notar, mesmo preliminarmente, que suas águas apresentam-se distintas daquelas que ocorrem fora dessa estrutura, com pH ligeiramente superior e valores mais altos de condutividade elétrica do que no entorno, denunciando uma maior dissolução de íons na área do Domo.

Já em profundidade, é razoável supor que esse sistema aquífero (agora predominantemente fissural) apresenta-se isolado dos demais sistemas no entorno do Domo do Salitre pelo aquiclude representado pelas rochas que compõem o anel do domo (quartzitos e filitos).

6.1.2 Padrão de Escoamento Subsuperficial

A recarga do sistema aquífero na área da cava se faz por infiltração direta da precipitação atmosférica através da camada de solos de cobertura ou dos solos residuais.

Em função do grande número de nascentes que ocorrem na região e da pequena distância entre esses pontos e as áreas de recarga, concebe-se que o tempo de permanência das águas subterrâneas nesse aquífero superficial seja relativamente curto.

O escoamento de água subterrânea na área da cava é eminentemente local e se faz de forma predominantemente radial, a partir das áreas de cotas mais elevadas, divergindo para os talvegues que cortam a região.

A descarga deste sistema é feita em nascentes que se localizam em praticamente todos os talvegues modelados no terreno. Essas nascentes se apresentam de forma difusa e com pequena vazão ao longo dos talvegues, mas que se avolumam a jusante, nos eixos de drenagem. Na porção Norte da cava, a descarga de água subterrânea é feita em nascentes e talvegues que formam o córrego Barrinha. Na sua porção central, as nascentes e talvegues formam o córrego do Tanque, afluente da barragem Sabão 1. Na porção Sul da cava, as nascentes e talvegues formam o córrego Caeté, afluente do córrego Bebedouro.

A partir da observação de vários elementos (tipos litológicos, topografia, gênese das rochas dentre outros), é razoável assumir que não existe um nível de base regional responsável por drenar as águas subterrâneas que ocorrem neste sistema aquífero superior.

6.1.3 Interferência com a lavra

A partir do confronto entre a superfície freática obtida neste estudo e a geometria da cava de exaustão fornecida pela Galvani, fica evidente que o lençol freático representará uma interferência para a lavra da jazida de fosfato no Projeto Salitre. Assim, para viabilizar as operações de lavra serão necessárias medidas para rebaixar o nível dessa superfície freática, objeto das simulações realizadas a seguir, com auxílio de um modelo hidrogeológico computacional.

6.2 MODELO HIDROGEOLÓGICO COMPUTACIONAL

Neste item, apresenta-se a implementação do modelo hidrogeológico computacional, e discutem-se os aspectos da sua calibração e dos resultados obtidos para a simulação do rebaixamento do lençol freático nas frentes de lavra na cava do Projeto Salitre.

6.2.1 Premissas

O desenvolvimento de um modelo computacional de um sistema hidrogeológico objetiva o melhor entendimento do comportamento hidrodinâmico dos aquíferos estudados e auxilia na tomada de decisões envolvendo esses recursos, na medida em que é possível fazer previsões utilizando esse modelo. Todavia, um modelo computacional é uma representação simplificada de um sistema, na maioria das vezes, bastante complexo, do qual se conhece um número limitado de informações pontuais. Mesmo assim, o desenvolvimento de tal modelo se justifica pela facilidade que o mesmo proporciona de se testarem diversas hipóteses sobre o sistema hidrogeológico consideradas no modelo conceitual e também pela constatação de que, aliado a um modelo conceitual bem elaborado, este se torna um poderoso instrumento de gestão hídrica.

Por se tratar de uma representação simplificada de um sistema muito complexo, o desenvolvimento de um modelo computacional parte de algumas premissas básicas. No estudo do sistema aquífero da área da cava do Projeto Salitre, as premissas são as seguintes:

- Buscou-se desenvolver um modelo computacional que represente o comportamento geral do sistema hidrogeológico local, baseando-se nas informações disponíveis e na premissa de que os litotipos e estruturas existentes podem ser representados no modelo como um meio



poroso contínuo, diferenciadas entre si pelos valores de condutividade hidráulica, porosidade e armazenamento específico, como preconiza a utilização do software Visual MODFLOW;

- Pretende-se descrever, com este modelo computacional, a expectativa do regime hidrodinâmico médio do sistema aquífero local, a partir da simulação em regime estacionário (ou permanente) como também em regime transitório;
- Sendo assim, na simulação em regime estacionário não são consideradas flutuações sazonais e não sazonais de diversas variáveis envolvidas, tais como da precipitação (recarga), evapotranspiração, escoamento de base e nível do lençol freático, enquanto que na simulação em regime transitório são consideradas variações na precipitação (recarga) e nos níveis do lençol freático;
- As unidades hidroestratigráficas descritas no modelo conceitual têm um fator de anisotropia vertical constante e os valores de condutividade hidráulica podem decrescer com a profundidade, de acordo com um fator que depende do tipo de porosidade predominante;
- A influência do reservatório da barragem de rejeitos foi desconsiderada na simulação, por estar em cotas inferiores às cavas iniciais;
- Os estágios simulados são:
 1. Condição do Ano 0, em regime quase-estacionário, com recarga constante e sem rebaixamento. O campo de cargas hidráulicas resultante desta situação é utilizada como condição inicial para o próximo estágio;
 2. Condição do Ano 0 ao Ano 03, em regime transitório, com taxa de rebaixamento variando de ano a ano, obedecendo ao sequenciamento da lavra. Permanecem constantes as propriedades de armazenamento específico (S_a), produção específica (S_p), e as porosidades, total e específica. As demais condições de contorno e as propriedades dos materiais permanecem constantes. A recarga tem variação sazonal e é discretizada mensalmente, representando os períodos de chuva e de estiagem. Este estágio tem caráter preditivo, no qual se busca avaliar a quantidade de água subterrânea que deve ser subtraída do sistema aquífero de modo a se manter o nível freático abaixo dos fundos das cavas, tendo como base a programação de lavra prevista;

3. Condição do Ano 03 ao Ano 19, em regime transitório, com rebaixamento de nível para um sequenciamento de lavra linear entre a cava do Ano 3 e a cava do Ano 19. Tal representação não condiz com uma situação normal de lavra; entretanto, neste estágio do Projeto, ainda não foram definidas as cava sequencias entre o 7º e o 19º anos. Dessa forma, essa premissa tenta resolver a lavra de forma linear, objetivando, principalmente, à obtenção do rebaixamento máximo do nível freático para possibilitar a lavra da cava final.

6.2.2 Desenvolvimento do Modelo

6.2.2.1 Aplicativo Computacional

A versão computacional do modelo que representa a dinâmica hidrogeológica no domínio de investigação foi implementada através do aplicativo Visual MODFLOW v. 2012.1 (Waterloo Hydrogeologic, Inc., 2011). Esse aplicativo computacional simula o escoamento da água subterrânea numa configuração geométrica tridimensional, por meio de um modelo numérico de diferenças finitas que resolve a equação diferencial do escoamento de água no meio subsuperficial (Anderson e Woessner, 1991), qual seja:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) = S + \frac{\partial h}{\partial t} - R$$

- K_x , K_y e K_z representam os componentes do tensor de condutividade hidráulica nas direções x, y e z, respectivamente, $[LT^{-1}]$;
- h representa a carga hidráulica, $[L]$;
- S , representa o armazenamento específico do meio poroso, $[L^{-1}]$ (não utilizado em regime estacionário);
- R representa o termo geral de fonte ou sumidouro de água $[T^{-1}]$, reproduzindo a injeção ($R>0$) ou remoção ($R<0$) de um volume de água, por unidade de volume do meio, por unidade de tempo; e,
- t representa o tempo, $[T]$.

6.2.2.2 Consideração Temporal

O modelo hidrogeológico computacional foi desenvolvido levando-se em conta uma condição inicial temporalmente quase-estacionária, para obtenção da condição inicial de simulação, e condições temporalmente transitórias nos estágios subsequentes. Numa situação quase-estacionária,



os valores das cargas hidráulicas variam espacialmente, porém são constantes no tempo enquanto que, numa situação transitória, as cargas hidráulicas variam tanto espacialmente quanto temporalmente. Assim, pretende-se, com esse modelo, obter uma representação média do comportamento hidrodinâmico do sistema aquífero em questão, que represente o rebaixamento do lençol freático nas frentes de lavra.

6.2.2.3 Definição do Domínio de Cálculo

Na Figura 6.4 é apresentado o domínio do modelo hidrogeológico, que abrange a área da cava do Projeto Salitre, juntamente com uma parte razoável de seu entorno. O contorno do domínio foi definido a partir das micro-bacias hidrográficas relevantes ao estudo, determinadas por meio de geoprocessamento do levantamento topográfico existente, podendo ser composto por cristas de morros ou leitos de córregos, dependendo da condição mais adequada em cada situação.

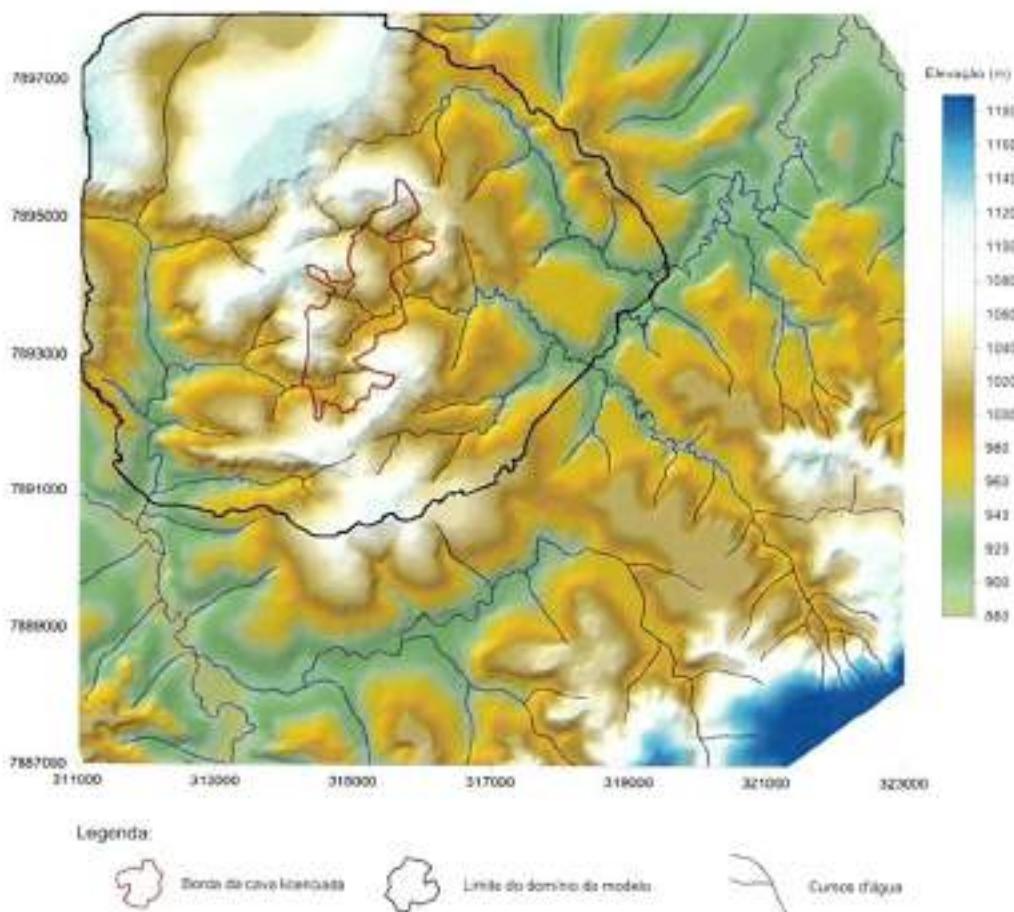


Figura 6.3: Mapa representando o limite do domínio utilizado para a modelagem computacional.

6.2.2.4 Definição da Malha de Cálculo

A malha de cálculo do modelo foi definida por 152 linhas, 170 colunas e 23 camadas horizontais, formando um conjunto de 594.320 células computacionais, com lados horizontais de 50 m e alturas variáveis nas diversas camadas.

Dessa forma, o domínio de cálculo é representado por um bloco tridimensional com geometria lateral irregular, no qual somente as células internas ao domínio são consideradas ativas e, portanto, participam efetivamente do cálculo computacional. As dimensões desse bloco são:

- 7.600 metros de comprimento, na direção S-N, ao longo do eixo de y;
- 8.500 metros de largura, na direção W-E, ao longo do eixo de x; e,
- 575 metros de altura, ao longo do eixo de coordenada z.

Uma vista em planta da distribuição das células ativas e inativas é mostrada na Figura 6.4, enquanto seções verticais nas direções W-E e S-N são mostradas na Figura 6.5 (a superfície topográfica atual é representada pela linha sólida de cor vermelha e a superfície topográfica final é representada pela linha sólida de cor verde).

OUTORGA 24720/2016
DOC 0623709/2016



PAG. 91

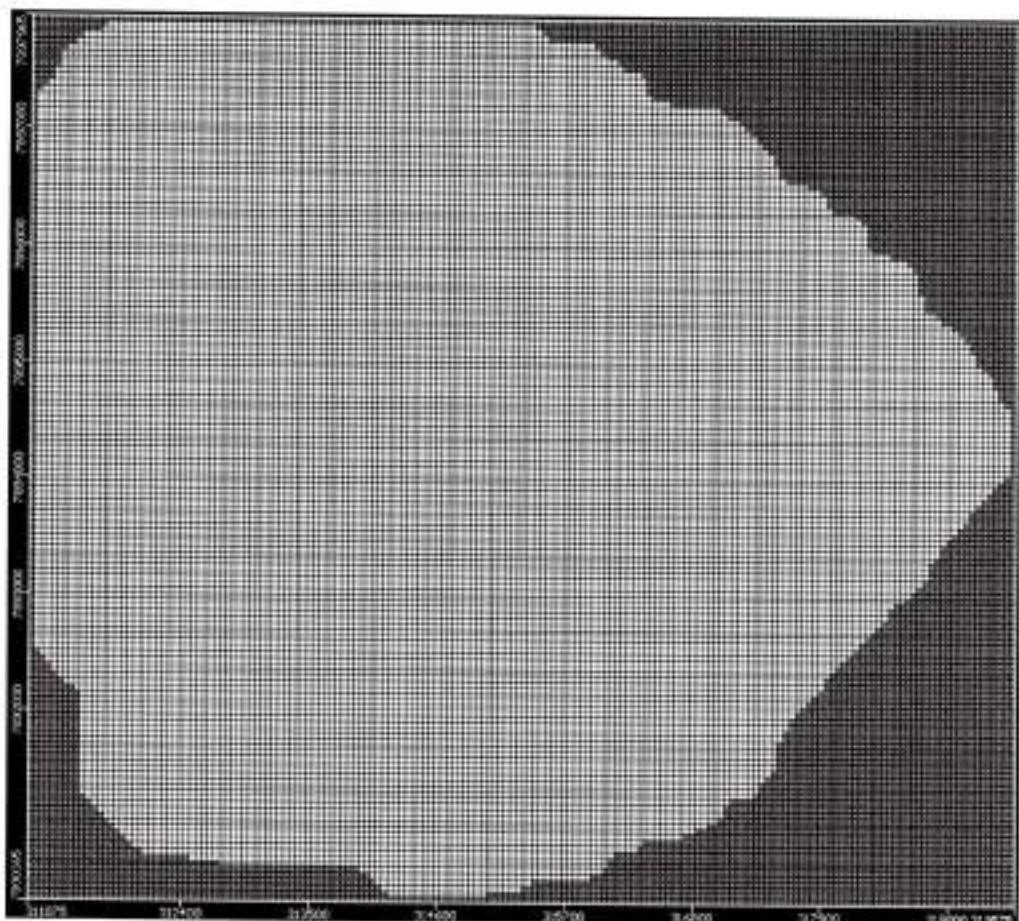
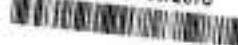


Figura 6.4: Malha de cálculo em planta. Células ativas são representadas em branco; as inativas, em verde.

OUTORGÁ 24/12/2016
DOC 0823789/2016



PÁG 82

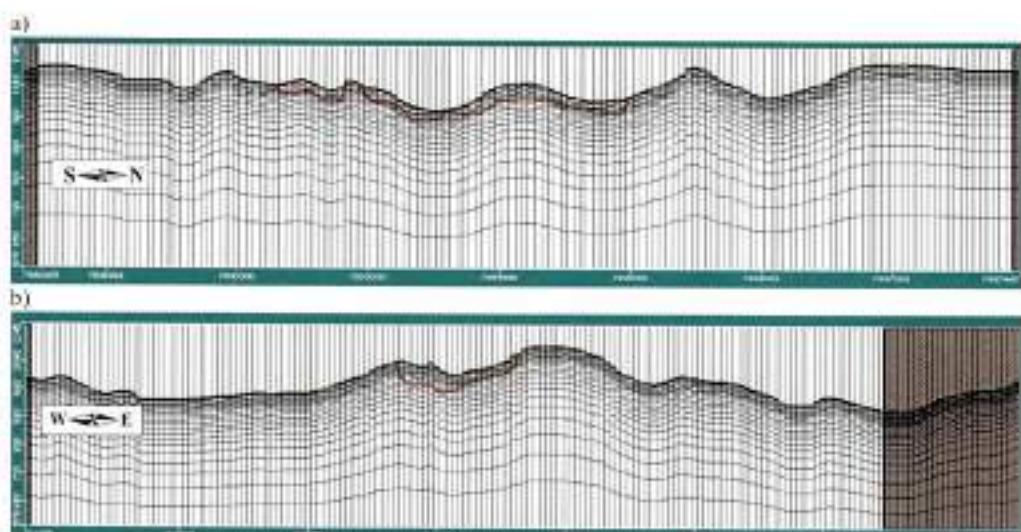


Figura 6.5: Malha de cálculo em seções: a) S-N (315.150E); b) W-E (7.892.790N). Linha verde: topografia atual. Linha vermelha: cava final.

6.2.2.5 Implementação Espacial das Unidades Hidroestratigráficas

Para uma jazida muito extensa e que ocorre somente nos horizontes superiores do perfil de intemperismo, a pesquisa geológica local ficou restrita praticamente ao horizonte de solo/saprolito/rocha fraturada. Segundo informações obtidas junto ao corpo técnico da GALVANI, os furos de pesquisa foram interrompidos, em sua maioria, quando atingiram a rocha sã. Dessa forma, a informação geológica de pesquisa exploratória também ficou restrita a esses horizontes.

Por se tratar de um modelo de escala local e em virtude da escassez de informações de campo acerca dos parâmetros hidráulicos de todos litotipos presentes, foi feita uma simplificação da representação das unidades hidroestratigráficas principais, no modelo computacional.

Essas unidades foram implementadas no modelo computacional da seguinte maneira: os solos, solos residuais e saprolitos foram representados por camadas, paralelas ao relevo, cujos valores de condutividade hidráulica sofrem redução gradual à medida em que aumenta a profundidade. Essas camadas são consideradas como tendo porosidade primária (intergranular). Subacente a essas camadas, foi considerada uma outra camada (espessura de 7 m, entre as profundidades de 35 a 42 m) com valor de condutividade hidráulica mais elevado, para representar a camada de rochas muito fraturadas. A porosidade nesta camada também foi considerada intergranular. Na sequência (aumentando a profundidade), passou-se a considerar camadas representando as rochas fraturadas, de porosidade secundária, e com valores de condutividade hidráulica também gradualmente decrescentes, considerando a mesma taxa de decaimento anterior.

O conceito de decréscimo da condutividade hidráulica com o aumento da profundidade foi implementado, no modelo, utilizando-se um valor típico de condutividade hidráulica (K_0) associado



a um fator λ , que determina quão rápido K decresce em profundidade (Anderman & Hill, 2003). Assim, o valor da condutividade decresce com a profundidade de acordo com a seguinte equação:

$$K(z) = K_0 \times 10^{-\lambda(z-d)}$$

onde:

- $K(z)$ é o valor de K na profundidade z ;
- K_0 é o valor típico de condutividade hidráulica, atribuído a uma profundidade d , abaixo da superfície topográfica;
- λ é o fator de decréscimo de K com a profundidade; e,
- d é a profundidade, em relação à superfície topográfica, para a qual é atribuído o valor típico de condutividade hidráulica da unidade hidroestratigráfica;
- z é a profundidade em relação à superfície topográfica.

Para células localizadas acima daquelas contendo o valor de K_0 , o valor de condutividade aumenta enquanto que para aquelas localizadas abaixo, o valor da condutividade diminui, conforme a curva da equação acima. Dessa forma, o modelo computacional permite uma representação mais realista da distribuição de condutividades hidráulicas, em que as células mais superficiais possuem maiores condutividades em função da ação do intemperismo e do alívio de pressões, e células mais inferiores adquirem valores decrescentes de condutividade. Por fim, utiliza-se um valor de corte para o mínimo de condutividade hidráulica, por questões meramente computacionais. Tal mínimo foi considerado como 10^{-12} m/s, a partir de cerca de 90 m de profundidade.

Na Figura 6.6 é mostrado um perfil do modelo, representando a distribuição dos valores de condutividade hidráulica, conforme descrito anteriormente. As células azuis representam a camada de rochas muito fraturadas, enquanto as demais células roxas representam o perfil de decréscimo gradual dos valores de condutividade hidráulica.

Automação 2019/2020
DOC-09237691/2019


PAG 94

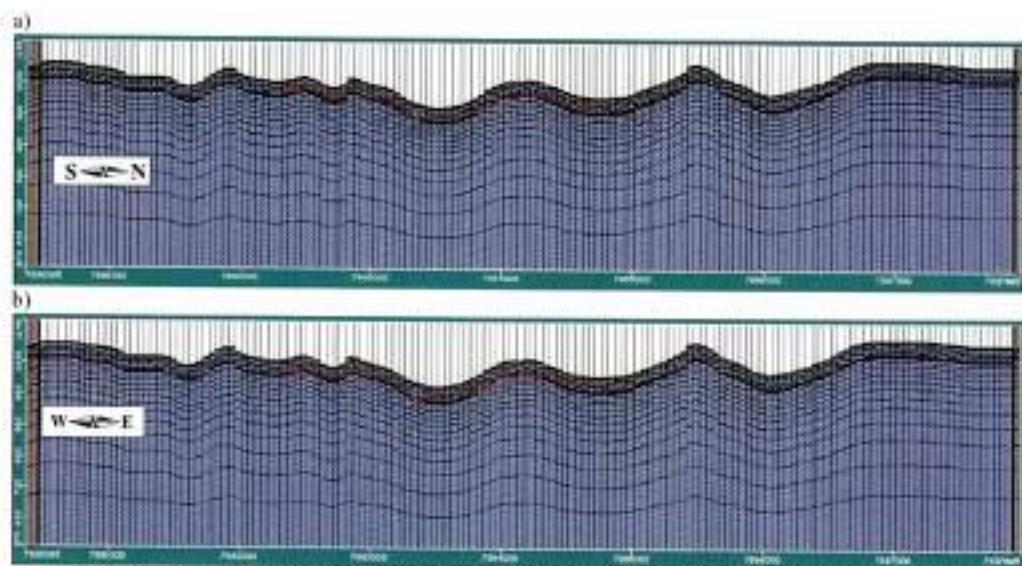


Figura 6.6: Distribuição de condutividade hidráulica nas células do modelo a) S-N (315,150E); b) W-E (7,892,740N). Linha vermelha: cava final.

Na Tabela 6.1 são listados os valores utilizados para representar o perfil de valores de condutividade hidráulica. Ressalta-se que o valor de K_0 foi definido durante o procedimento de calibração do modelo, discutido no item 6.2.3. Na Figura 6.7 é mostrado o perfil resultante desses valores adotados (à exceção do valor utilizado para a camada de rochas muito fraturadas).

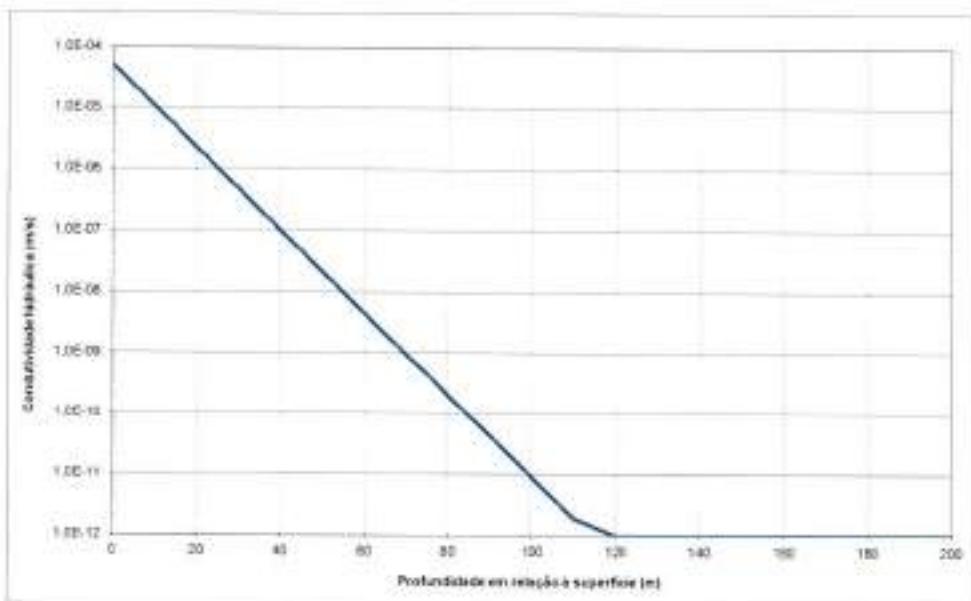
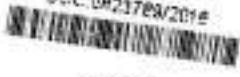


Figura 6.7: Curva de decréscimo da condutividade hidráulica com o aumento da profundidade.



Os valores de porosidade foram distinguidos para os litotipos com porosidade primária (intergranular) e porosidade secundária (fraturas e fissuras) da seguinte forma:

- Para os litotipos com porosidade primária: $S_v = 0,3$;
- Para os litotipos com porosidade secundária: $S_v = 0,05$.

6.2.2.6 Definição e Implementação das Condições de Contorno

As condições de contorno implementadas no modelo foram:

- fluxo nulo nas bordas e no fundo do modelo;
- fluxo constante na primeira camada ativa, representando a recarga, distribuída homogeneamente.

A recarga foi implementada uniformemente por todo o domínio do modelo, tendo em vista a homogeneidade dos litotipos de cobertura e do uso do solo no domínio considerado. O valor da taxa de recarga durante a simulação em regime estacionário foi determinado pelo procedimento de calibração, descrito no item 6.2.3. Nas simulações transientes, admitiu-se a variação mensal da recarga, conforme percentual da precipitação média mensal, para os Anos 01 a 03 (para os quais há o sequenciamento anual da cava).

As saídas de água existentes no domínio correspondem às drenagens superficiais que ocorrem nos talvegues naturais do terreno e, também, aos drenos hipotéticos que foram implementados na simulação da condição futura para efetuar o desaguamento necessário ao avanço das atividades de lavra. Para os drenos incumbidos de desaguar a cava, foi considerada uma cota de desaguamento 10 m inferior às cotas das bermas, taludes e fundos das cavas, de modo a permitir uma condição geotecnicamente segura (não saturação) para o desenvolvimento dos diversos trabalhos desenvolvidos na lavra. As drenagens naturais e os drenos foram implementados no modelo utilizando-se do recurso "Dreno" do Visual MODFLOW.

6.2.3 Calibração do Modelo

A calibração do modelo computacional é um procedimento no qual se variam os valores de parâmetros intrínsecos do modelo, tais como condutividade hidráulica, recarga e armazenamento, e se observam os efeitos dessas mudanças de valores nas previsões de carga hidráulica e de vazões feitas pelo modelo. Essas previsões são, então, comparadas com valores medidos em campo, a partir de leituras de cotas piezométricas e de vazões em cursos d'água. O objetivo da calibração é obter, para um dado momento, um conjunto de previsões que seja o mais concordante possível com as observações de campo.



A calibração em estado estacionário visou à representação do regime hidrodinâmico correspondente ao final do período de estiagem, quando praticamente todo o defluvio observado é decorrente do escoamento de base. Os valores que orientaram as vazões de calibração foram as vazões mínimas monitoradas nos córregos, entre 2009 e 2010 (VOGBR, 2010) e os correspondentes níveis freáticos observados nos medidores de nível d'água. Os valores da recarga, das condutividades hidráulicas das unidades hidroestratigráficas e dos fatores λ que resultaram no melhor ajuste dos valores de vazão e dos níveis d'água observados no campo são listados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Valores e parâmetros resultantes da calibração do modelo em regime estacionário

Litotipo	Parâmetro			
	K_{0i}	λ	D	Recarga
Soles de cobertura, resíduais e suprolitos	$1,0 \times 10^{-7}$ m/s	0,0675	40 m	260 mm/ano
Rochas muito fraturadas	$K_x = 1,0 \times 10^{-7}$ m/s			260 mm/ano
Rocha sã	$1,0 \times 10^{-7}$ m/s	0,09	40 m	-

Nota: para todas as camadas, adotou-se $K_i = K_x = 10K_{0i}$.

A curva de calibração das cotas piezométricas correspondentes a essa configuração de condutividades hidráulicas e de recarga, é mostrada na Figura 6.8.

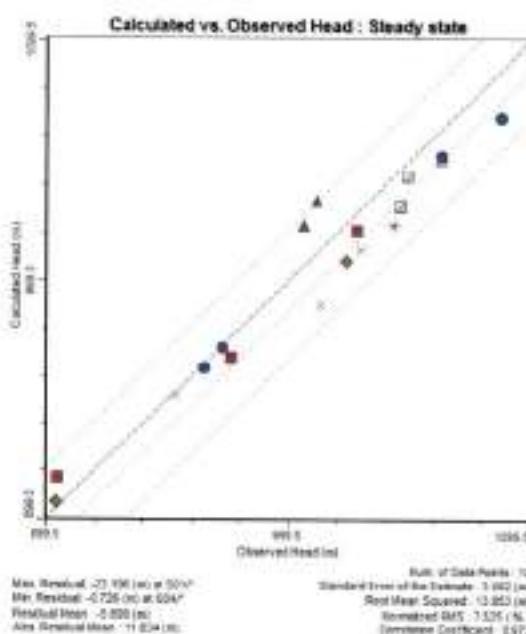


Figura 6.8: Curva de calibração de níveis d'água no modelo computacional.



Para a recarga durante a simulação em regime transiente, considerou-se a sua variação sazonal mensal, proporcional à taxa de precipitação mensal. Um incremento de 90 mm anuais na recarga, durante os meses de Outubro a Março, foi considerado para contabilizar o acréscimo para o escoamento de base decorrente do período chuvoso. Os valores mensais utilizados para a recarga para os Anos 01 a 03 são listados na Tabela 6.2 e mostrados na Figura 6.9.

Tabela 6.2: Valores de recarga utilizados na simulação transiente: taxas mensais (Anos 01 a 03).

Dias no mês	Mês	Altura de chuva (mm)	Fração da altura anual (%)	Recarga efetiva mensal (mm)
31	Out	124	8,3	30,35
30	Nov	211	14,1	51,62
31	Dez	275	18,4	67,31
31	Jan	277	18,6	67,80
28	Fev	199	13,4	48,78
31	Mar	192	12,9	47,14
30	Abr	76	5,1	13,27
31	Mai	39	2,6	6,72
30	Jun	13	0,9	2,24
31	Jul	12	0,8	2,15
31	Ago	15	1,0	2,60
30	Set	57	3,9	10,02
	Total	1489	100	350

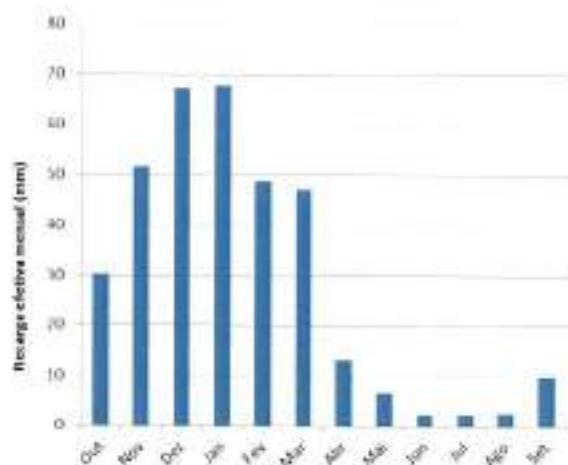


Figura 6.9: Variação sazonal anual da recarga na simulação transiente (Anos 01 a 03).



6.2.4 Resultados da Simulação Computacional

A seguir, são apresentados os principais resultados obtidos do modelo hidrogeológico computacional implementado.

6.2.4.1 Níveis Freáticos e Dinâmica Subsuperficial

A elevação da superfície freática obtida pelo modelo hidrogeológico computacional para os Anos 0, 1, 2, 3 e 19 são mostrados na Figura 6.10. Na Figura 6.11 e na Figura 6.12 são mostradas as isolinhas de rebaixamento do lençol freático nas cavas do Ano 01, Ano 02, Ano 03 e Ano 19. Perfis verticais da distribuição piezométrica para os Anos 0, 3 e 19 são mostrados na Figura 6.13.

Conforme pode ser visto na Figura 6.10, no Ano 0 (antes do inicio da lavra) a conformação do lençol freático é bastante similar àquela do relevo, acompanhando-o de forma suavizada. Nas partes mais elevadas, o lençol é encontrado em maiores profundidades, enquanto aflora nos talvegues, dando origem a surgência de nascentes e dos cursos d'água superficiais.

Nos primeiros três anos de operação, o rebaixamento ocorrerá somente na porção central da cava, onde a lavra será iniciada. No primeiro ano, o rebaixamento será ainda pouco expressivo e mais condensando à porção central, tendo em vista que a cava ainda será desenvolvida mais lateralmente. No segundo, o rebaixamento na porção central se intensificará, na medida em que a cava é aprofundada naquela porção. No terceiro ano, a cava passa a ser desenvolvida para norte, onde serão observados os maiores rebaixamentos.

Como não foram disponibilizadas as cavas sequenciais entre os anos 03 e 19, admitiu-se um rebaixamento linear do lençol, correspondentes à diferença entre o Ano 19 e o Ano 03, no restante da cava. O cenário de rebaixamento máximo corresponde ao final da simulação (Ano 19). Neste cenário, o rebaixamento do lençol freático abrange toda a cava licenciada. Obviamente, trata-se de um cenário conservador, no qual toda a cava necessita de rebaixamento dos níveis freáticos. Desse modo, toda a cava final estará acima do lençol freático, conforme pode ser visto nos perfis da Figura 6.13. Os rebaixamentos mais expressivos do lençol freático, no final da simulação, ocorrerão na porção Sul da cava, onde poderão chegar a cerca de 50 m em relação à superfície atual do lençol freático, conforme pode ser visto na Figura 6.11.

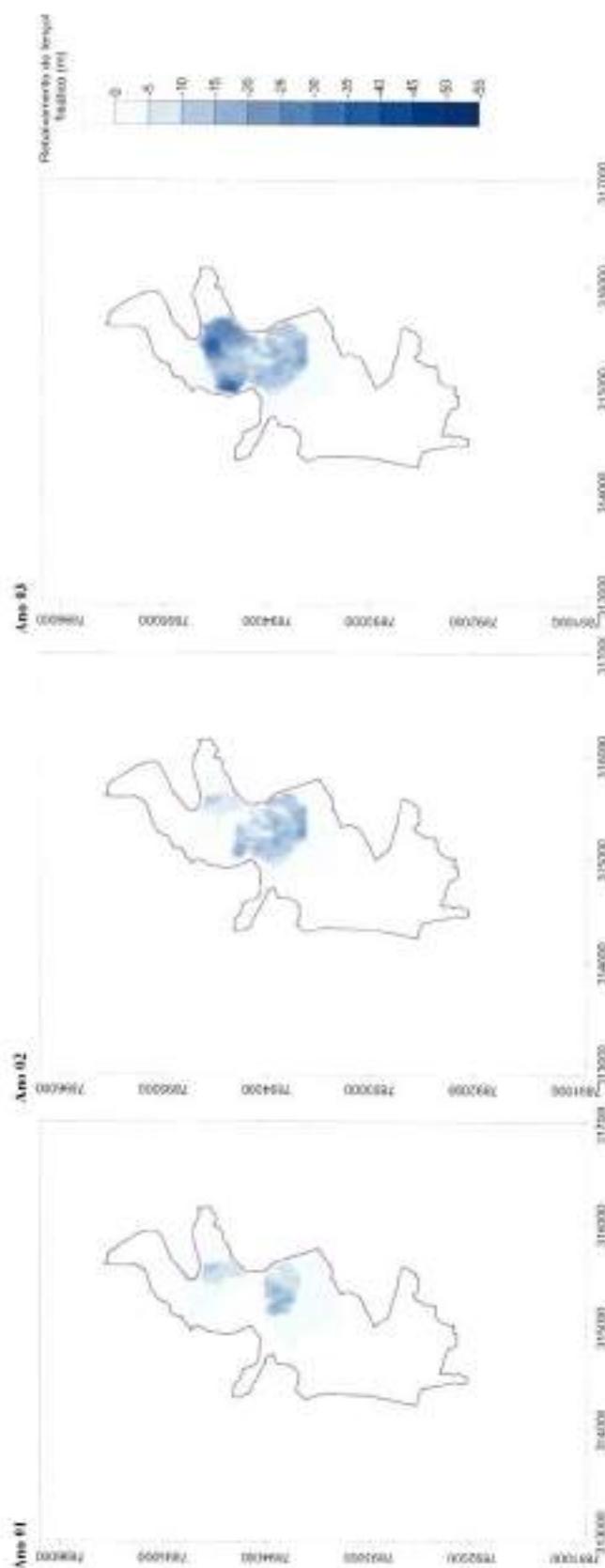


Figure 6.11. Indicate the relationship of the following sentence to one of the four types of statements in Figure 1.1.

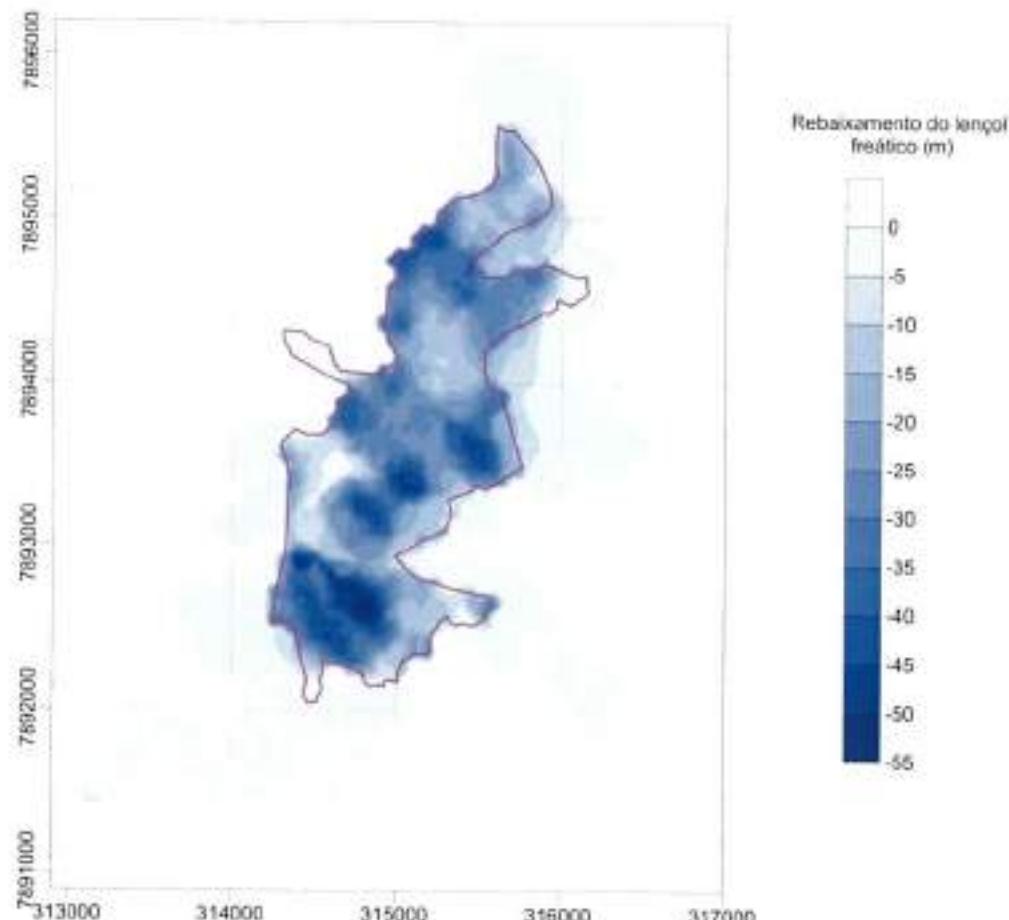


Figura 6.12: Isolinhas de rebaixamento do lençol freático no Ano 10.



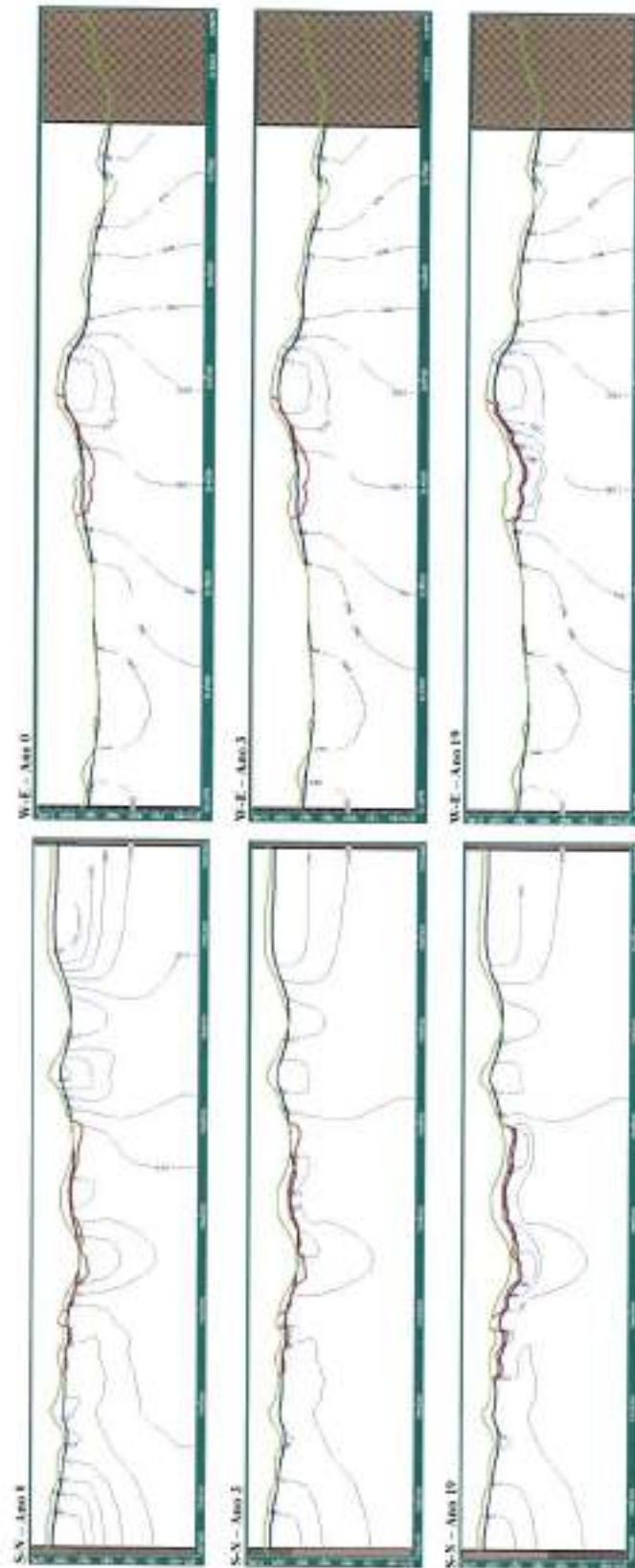


Figura 6.10. Perfil de estos patrones para el Área 8, 5 y 19; S.N. 8, 19 y 19; N.E. 0, 3 y 19. Lucha verde: superficie cultivada. Unidad: hectáreas.

Nas simulações de dinâmica do nível freático durante o avanço da lavra, observa-se que o rebaixamento do lençol freático permanece bastante restrito aos limites da área da cava, não se expandindo lateralmente em demasia, ou seja, o cone de rebaixamento fica praticamente restrito às bordas da cava. Tal fato decorre dos seguintes fatores:

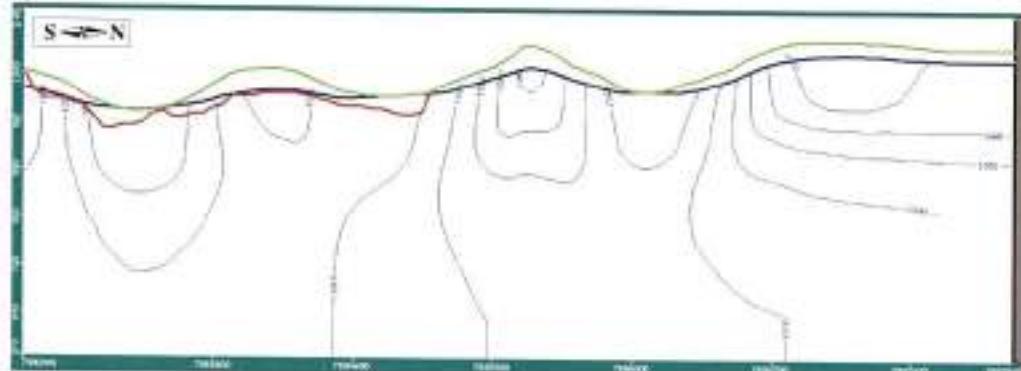
1. As bordas da cava coincidem, via de regra, com as áreas mais elevadas do relevo – geralmente em áreas próximas dos divisores topográficos. Nesses locais, o lençol freático também forma divisores de fluxo, geralmente coincidentes com os topos do relevo, porém suavizados. Essa situação está muito bem caracterizada no perfil vertical obtido pelo modelo computacional, conforme mostrado na Figura 6.14;
2. Portanto, próximo das bordas da cava, e em terrenos mais elevados, o lençol freático somente será interceptado em profundidades maiores. Ou seja, a lavra nas regiões mais altas da cava provavelmente será desenvolvida, em grande parte, acima do lençol freático;
3. Quando o lençol freático é interceptado pela cava, em suas bordas, a interceptação ocorre já em profundidade, onde as condutividades hidráulicas dos litotipos são menores do que em superfície. Essa baixa condutividade hidráulica já havia sido constatada no teste de bombeamento realizado em 2009, em poço tubular instalado especificamente com este propósito. Conforme pode ser visto na Figura 6.14, o divisor de fluxo subsuperficial sofre muito pouca influência do rebaixamento do lençol que ocorre na área da cava.

Portanto, em escala regional e até mesmo local, o rebaixamento do lençol freático na área da cava deverá ter interferência pouco expressiva nos recursos hídricos do entorno da mina, conforme mostrado mais adiante, no item 6.2.4.3.

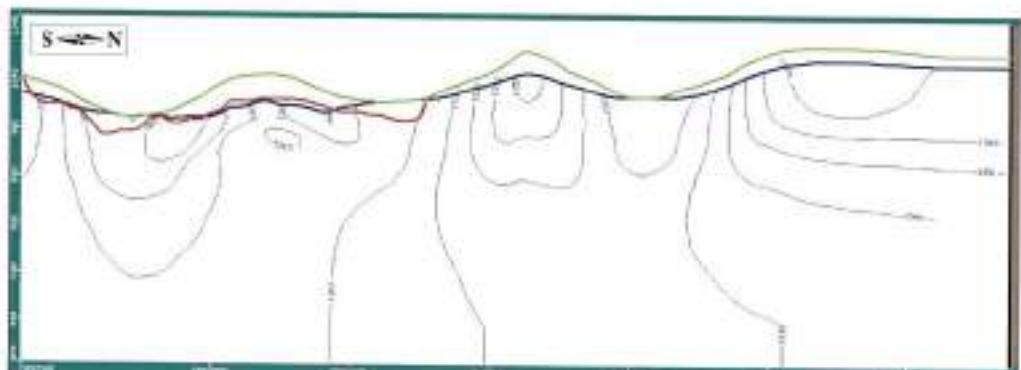
Por outro lado, a constatação desse rebaixamento mais restrito à área da cava sugere que a operação da lavra demandará cuidadosa verificação dos níveis de água nos taludes da cava para assegurar condições seguras de estabilidade. Na resolução em que o modelo hidrogeológico computacional é implementado, é impossível a verificação desses efeitos nos taludes intermediários (ou seja, berma a berma). Portanto, um estudo de estabilidade geotécnica dos taludes deverá indicar qual deverá ser a distância mínima a ser mantida entre a superfície freática e as faces dos taludes. Caso necessário, poderão ser adotadas soluções localizadas para alívio das pressões nos taludes, tais como drenos horizontais ou ponteiras.



a) Ano 0



b) Ano 03



c) Ano 19

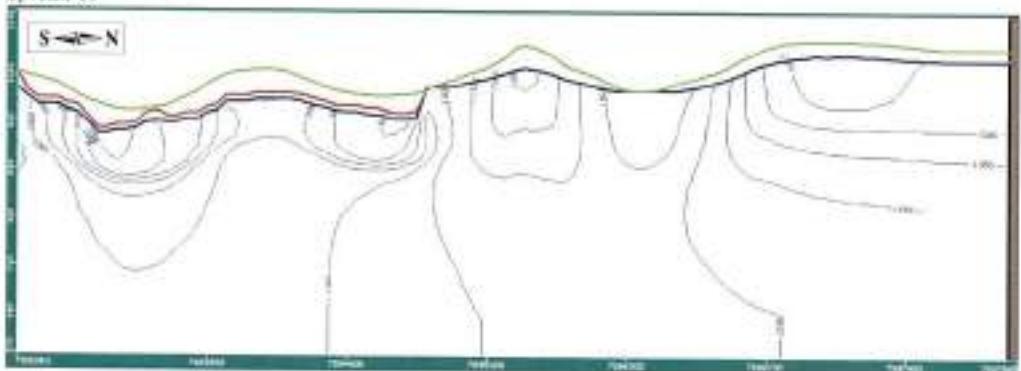


Figura 6.14: Detalhe do perfil vertical das cargas piezométricas e do lençol freático (linha azul) (S-N 315,150E); a) Ano 0; b) Ano 03; c) Ano 19. Cava final é expressa pela linha vermelha.



6.2.4.2 Vazões Oriundas do Sistema de Rebaixamento

A baixa produção de água no poço tubular construído na área do Projeto, verificada no teste de bombeamento executado em 2009, aliada à condição textural maia fina dos materiais constituintes da jazida sugerem não ser viável, pelo menos economicamente, o desaguamento da mina por meio de bombeamento ativo de água subterrânea.

Portanto, para se estimar as vazões necessárias para subsidiar o pedido de outorga de rebaixamento do lençol freático admitiu-se, neste estudo, que toda a água subterrânea deverá ser aportada para "sumps", que são estruturas escavadas nos fundos das cavas ou em bermas intermediárias, e que se prestam também à coleta do afluxo de águas do sistema de drenagem pluvial interna da cava. Para efeito da quantificação das vazões aportadas para os "sumps", utilizou-se, como referência, um rebaixamento de cerca de 10 m em relação ao fundo da cava e das bermas, de modo a simular condições não saturadas para o avanço da lavra.

A estimativa das vazões de água subterrânea para o sistema de rebaixamento, ao longo da operação da cava, foi quantificada a partir do balanço hidrico gerado pelo modelo computacional, sendo mostrada na Figura 6.15, cujos valores estão listados na Tabela 6.3. Ressalta-se que os valores apresentados representam somente a contribuição de água subterrânea, não sendo consideradas quaisquer parcelas referentes à drenagem de águas superficiais (pluviais), as quais foram devidamente consideradas em relatório específico (CLAM, 2017).

Conforme pode ser visto na Figura 6.15, as vazões decorrentes do rebaixamento do nível freático iniciam-se com valores da ordem de 110 m³/h, aumentando progressivamente na medida em que a cava se expande lateralmente e verticalmente. Nos anos seguintes, até o Ano 3, observa-se que as vazões do sistema de desaguamento oscilam em resposta à variação sazonal da recarga e verificam-se pequenos acréscimos das vazões máximas anuais estimadas. No Ano 03, verifica-se maior aporte de água subterrânea para a cava em função de uma maior expansão da lavra para regiões da cava em solo saturado.

OUTORGA 24720/2015
DOC 0823789/2016


PÁG 106

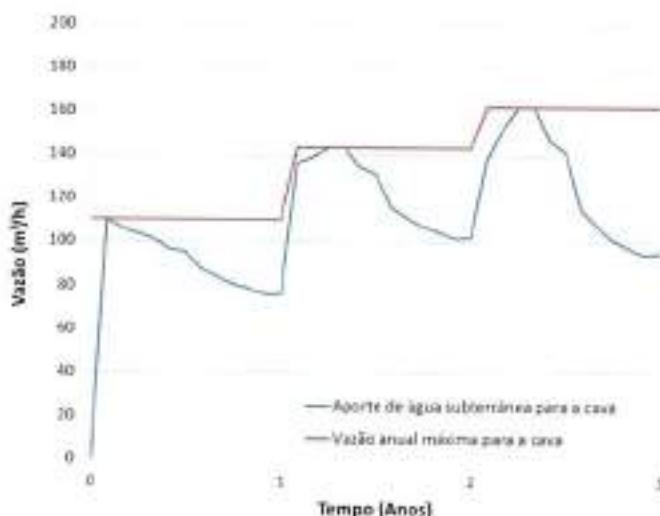


Figura 6.15: Estimativa sazonal e anual máxima das vazões de água subterrânea para o sistema de desaguamento da cava.

Tabela 6.3: Valores anuais máximos previstos para o desaguamento de águas subterrâneas na cava

Ano	Vazão (m³/h)
0-1	110
1-2	144
2-3	162

Somente com a definição do sequenciamento anual das cavas entre os Anos 4 e 19 será possível estimar os valores estimados de desaguamento subsuperficial.

6.2.4.3 Vazões dos Deflúvios Naturais

Os escoamentos de base dos cursos d'água calculados no modelo hidrogeológico correspondem tão somente a um balanço hidrico (neste caso, negativo) da água subterrânea, computada no modelo, como uma vazão que "sai" do sistema aquífero (e que, uma vez fora desse sistema, deixa de ser computada definitivamente). Posto de outra forma: os valores do escoamento de base estimados nos deflúvios correspondem à água subterrânea que deixa o sistema aquífero pelos eixos das drenagens, passando a ser uma água que escoa superficialmente. Na Figura 6.17 é mostrada a definição das zonas de balanço hidrico que correspondem aos deflúvios superficiais naturais no entorno da cava do Projeto Salitre.

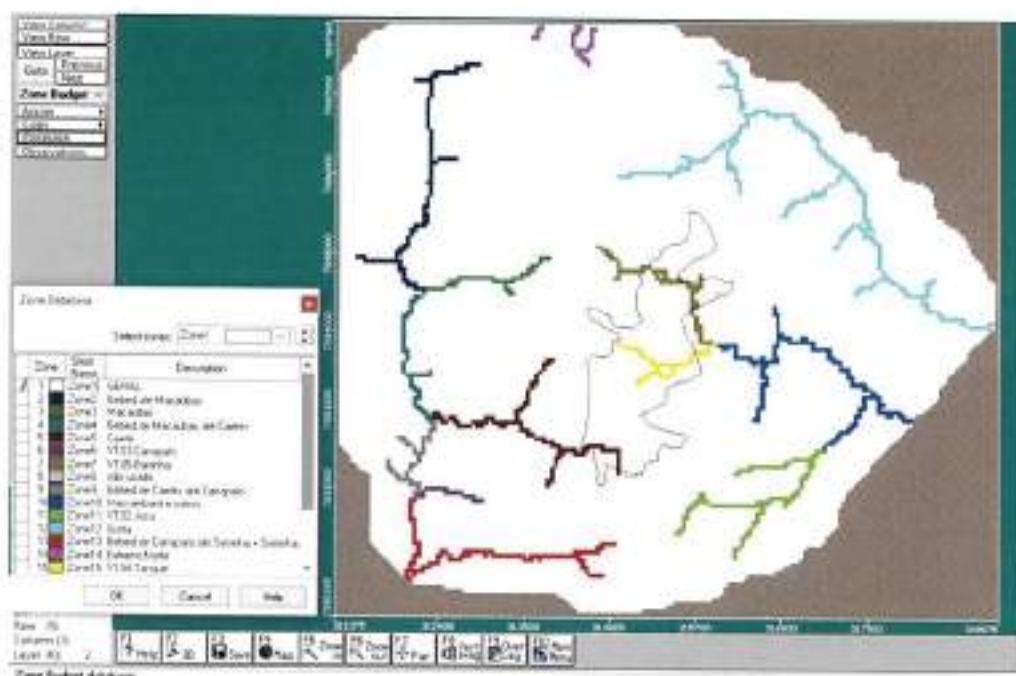


Figura 6.16: Tela do software Visual MODFLOW mostrando a definição das zonas de balanço hidrico para cálculo das vazões nos delfírios.

Pode-se dividir os cursos de águas superficiais na área de interesse em três categorias:

1. aqueles que terão seus eixos de drenagem e/ou suas bacias de contribuição afetados diretamente pelas operações de lavra, ou seja, que terão áreas efetivamente suprimidas pela lavra. São eles: córrego Barrinha (na porção Norte), córrego do Tanque (na porção Central) e córrego Caeté (nas porções Sul e Oeste);
2. aqueles que possuem parte de sua bacia de contribuição em áreas afetadas pela lavra. Nesta categoria incluem-se os córregos Carrapato e Macaíbas, além do córrego Bebedouro, que recebe contribuição dos dois primeiros; e,
3. aqueles cujos eixos de drenagem e/ou áreas de contribuição estarão fora do alcance das operações de lavra, tais como os córregos Serrinha, Jacu, e da Grotá.

Pelo mapa da Figura 6.17, é possível observar a posição da cava – para os anos iniciais (Ano 05) e para a cava de exaustão (Ano 20) – em relação aos cursos d'água mencionados.



Figura 6.17: Mapa da posição relativa da cava em relação aos principais cursos d'água na área de interesse.

A estimativa da variação das vazões do escoamento de base (água subterrânea somente) para os deflúvios superficiais, obtida com base no balanço hídrico gerado pelo modelo hidrogeológico computacional, é mostrada na Figura 6.18.

OUTORGÀ 34120/2016

DOC 0823789/2016



PÁG.109

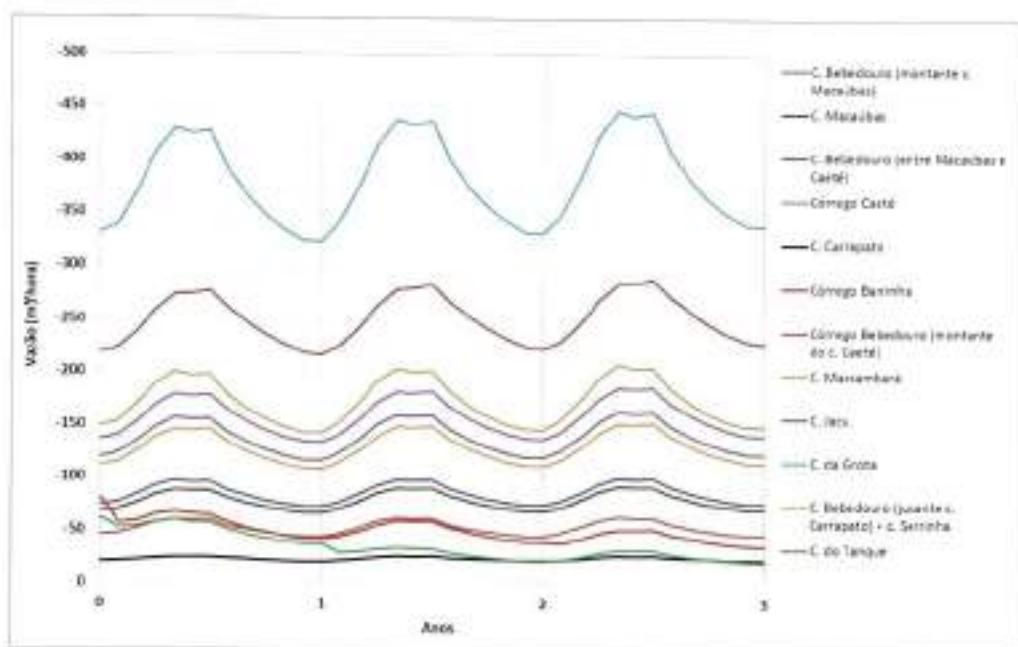


Figura 6.18: Estimativa das vazões do escoamento de base nos deflúvios.

Os cursos d'água que terão seus escoamentos de base mais afetados serão justamente aqueles que terão áreas suprimidas pela atividade de lavra, conforme esperado. Percebe-se claramente que as vazões de deflúvio subsuperficial para o córrego do Tanque serão as primeiras a sofrerem redução (Figura 6.18), em função do desenvolvimento inicial da lavra, que será realizada nas suas proximidades (Figura 6.17). A partir do Ano 2, com o avanço da lavra em direção à sua porção Norte, o córrego Barrinha deverá ser o próximo a ter seu escoamento de base afetado em função do rebaixamento necessário à lavra. No caso desses cursos d'água, diretamente afetados pela lavra, a redução do escoamento de base se dará não só pelo desaguamento do aquífero, necessário para a operação da mina, mas também pela própria supressão do aquífero em si, ou seja, da capacidade de armazenamento subsuperficial de água.

Para as demais drenagens que poderiam ser afetadas diretamente pela atividade de lavra, o balanço hídrico obtido do modelo (representado graficamente na Figura 6.18) sugere que praticamente não haverá interferências no escoamento de base natural que flui para esses cursos d'água nos três primeiros anos de operação da cava.

No caso de drenagens que não têm suas bacias de contribuição diretamente ou indiretamente afetadas pelas operações de lavra, (córregos da Grotô, Serrinha e Jacu), o modelo computacional sugere não haver praticamente nenhuma interferência nas vazões de escoamento de base, resultantes do desaguamento da cava. Tal fato, novamente, está em concordância com a baixa

magnitude de dispersão lateral do cone de rebaixamento da superfície freática prevista pelo modelo computacional.

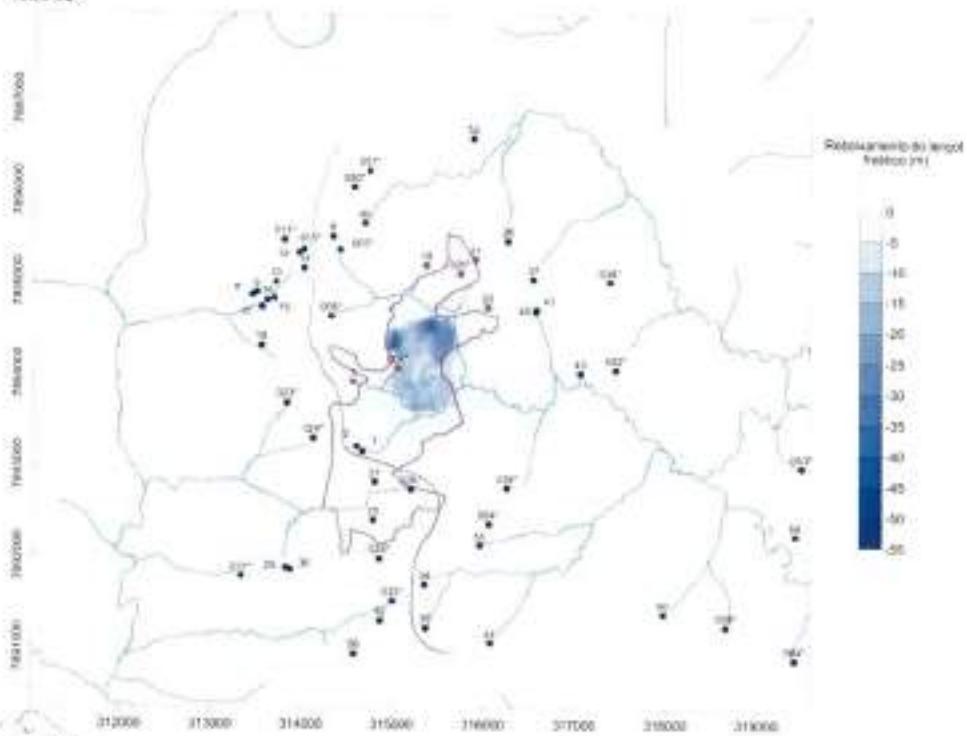
Os impactos no escoamento superficial dos deflúvios, decorrentes da redução do escoamento de base, seriam muito próximos àqueles mostrados na Figura 6.18 caso a água subterrânea captada pelo sistema de rebaixamento da cava fosse desviada para outra micro-bacia ou destinada para outros usos (industriais, por exemplo). Entretanto, há que se ressaltar que, na prática, o sistema de desaguamento da cava prevê o lançamento das águas acumuladas nos "sumps" (provenientes tanto do sistema de drenagem superficial da cava quanto do rebaixamento do lençol freático) para pontos localizados nas mesmas drenagens que serão afetadas pela cava; porém, a jusante das operações de lavra (CLAM, 2017). Ou seja, as perdas de água nessas drenagens oriundas da redução escoamento de base, evidenciadas no modelo computacional, não se concretizarão na realidade, uma vez que, mantida essa premissa, haverá uma reposição das águas, dos "sumps", localizados no interior da cava, para as drenagens, na parte exterior. Portanto, no balanço hídrico geral, essas drenagens, a jusante da cava, não deverão sofrer reduções das vazões.

6.2.4.4 Interferências nas Nascentes

No que se refere às nascentes existentes no entorno da mina, é certo que uma parte delas será suprimida em função da própria lavra, cuja natureza é remover o solo local para extração o minério. Assim, todas as nascentes localizadas no interior da cava serão efetivamente suprimidas (Figura 6.19). Outra parte das nascentes poderá ser afetada pela atividade da mina, pela proximidade da cava, sendo afetadas pelo rebaixamento do lençol freático. Nesse caso, poderá haver desde a total supressão das vazões nessas nascentes, ou, o seu deslocamento para cotas mais inferiores. Por fim, diversas nascentes não deverão ser afetadas pelo fato de o cone de rebaixamento previsto não se estender muito além do limite da cava.

Sendo assim, com base nos mapas de isolinhas de rebaixamento do lençol freático mostrados na Figura 6.19, as seguintes nascentes poderão ser impactadas no Ano 03: 03, 04, 19, 20, 21 e 22. No Ano 19 a interferência do rebaixamento poderá alcançar as nacentes 01, 02, 24, 25, 26, 27 e 28.

Ano 03



Ano 19

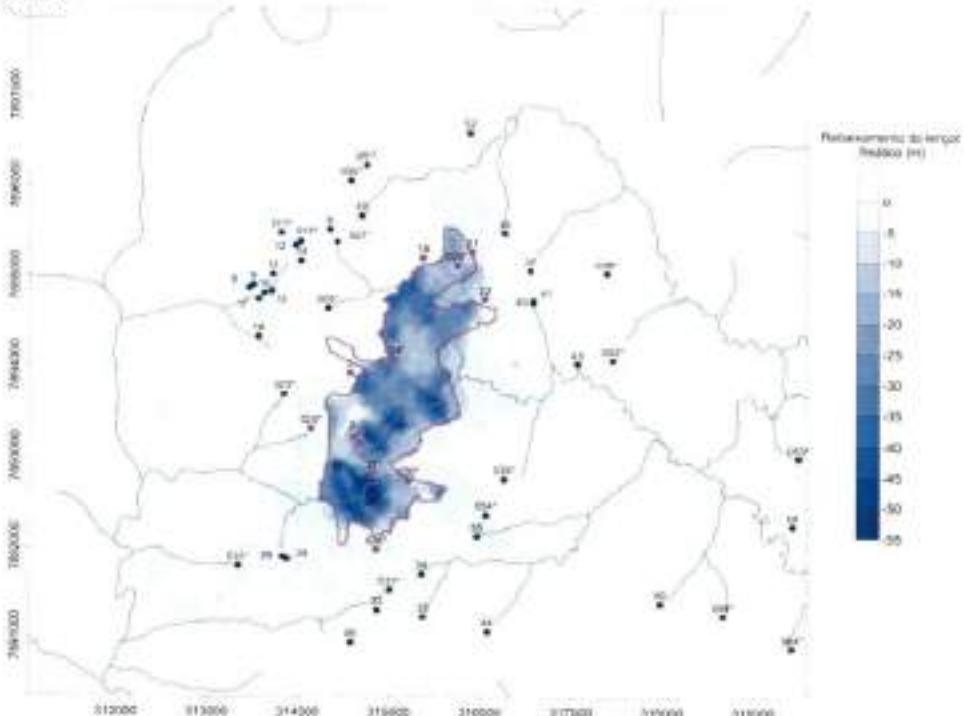


Figura 6.19: Mapa mostrando as nascentes que serão afetadas pela lavra (círculos em magenta) e nascentes que não serão afetadas (círculos azuis), com base no rebaixamento do lençol freático previsto dos anos 03 e 19.



7 PLANO DE USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

O sistema de desaguamento de águas subterrâneas prevê a concentração de águas em "sumps" que serão escavados nos fundos da cava, na medida em que a lavra avance em profundidade e lateralmente. Esses "sumps" também receberão a parcela da drenagem pluvial que não é passível de ser retirada da cava por gravidade (por meio de descidas e canais – coletores e periféricos).

Para os anos iniciais (Ano 01 a Ano 03), esse sistema encontra-se devidamente descrito no Relatório CL-HC-238-REL-01-00 - Estudos Hidrológicos e Hidráulicos para Dimensionamento do Sistema de Desaguamento e Drenagem Superficial da Cava do Projeto Salitre – Anos 1 a 3 (CLAM, 2017). Nesse estudo, chegou-se à conclusão de que as águas coletadas nos "sumps" das cavas iniciais poderão ser bombeadas ou diretamente para os canais coletores de drenagem superficial (escoando para fora da cava por gravidade a partir daí) ou para pontos dos córregos Barrinha e Tanque, imediatamente a jusante do limite da cava. É esperado que esses "sumps" sejam capazes de concentrar a maior parte das águas subterrâneas que ocorrem na área da cava. Em situações específicas, onde for necessário algum desaguamento mais ativo (por razões geotécnicas, por exemplo), ainda assim as águas advindas desses sistemas auxiliares serão encaminhadas para os canais de drenagem superficial ou para os "sumps".

A reposição dessas vazões coletadas nas cavas iniciais (Anos 1 a 3) para os córregos Barrinha e Tanque é muito importante para a manutenção dos seus desflúvios naturais, conforme discutido no item 6.2.4.3, principalmente quando se considera a sua contribuição para o armazenamento de água no reservatório da barragem de rejeitos do Projeto, que terá também a função de suprir água nova para a usina de beneficiamento. Caso as vazões da cava fossem direcionadas para outro uso (para suprir a usina ou para reposição em outra micro-bacia), haveria a necessidade de se rever todo o estudo de disponibilidade hídrica para a barragem. Além disso, o direcionamento das águas provenientes do sistema de drenagem e desaguamento da cava para a barragem de rejeitos contribuirá para a contenção dos sedimentos gerados na cava, os quais serão retidos na própria barragem.

O modelo aqui desenvolvido não prevê interferências significativas para as vazões dos deflúvios no córrego Macaúbas, cuja micro-bacia praticamente não é afetada pela lavra. Dessa forma, não estão previstas ações complementares em relação a este curso d'água, recomendando-se apenas seu monitoramento de forma sistemática.

No restante da área onde será lavrada a cava, está claro que os córregos do Tanque e dos Caetés (quando da expansão da lavra para a área licenciada na sua bacia de contribuição) também deverão ser objeto de medidas para manutenção dos seus deflúvios, em função da contribuição de cada um para as suas respectivas micro-bacias. O córrego do Tanque, juntamente com o córrego Barrinha, contribui significativamente para os deflúvios que deságumam na barragem de rejeitos, que será a principal estrutura de captação de água nova para a usina de beneficiamento da mina. Já o córrego dos Caetés tem significativa contribuição para a micro-bacia do córrego Bebedouro que, por sua vez, faz parte da micro-bacia do Ribeirão Salitre, da qual se beneficiam um grande número de usuários de água.

Portanto, de forma análoga ao realizado para o córrego Barrinha, deverá ser previsto, nos futuros estudos de desaguamento para os anos 04 a 19, o direcionamento das vazões oriundas dos canais – coletores e periféricos – e dos "sumps" para pontos a jusante do limite da cava, no córrego do Tanque e no córrego dos Caetés. A setorização da cava deverá observar tais direcionamentos, buscando manter a proporcionalidade das áreas de contribuição de cada micro-bacia, de forma que não fiquem prejudicadas as parcelas atualmente direcionadas para cada corpo d'água. Tal setorização, entretanto, somente poderá ser avaliada quando as configurações geométricas das cavas anuais estiverem definidas.

Para os demais córregos no entorno da cava não estão previstas interferências advindas da lavra ou do rebaixamento do lençol freático, conforme sugerido pelo modelo computacional. Neste sentido, não são definidas ações complementares, recomendando-se, de toda maneira, o seu monitoramento sistemático.

Portanto, o Plano de Uso das Águas Subterrâneas provenientes do rebaixamento do lençol freático na área da cava do Projeto Salitre deverá prever a sua reposição para os deflúvios naturais (córregos Barrinha, do Tanque e dos Caetés), procurando manter, na medida do possível, a proporcionalidade de vazões atualmente verificada, de forma a não prejudicar os usos previstos de jusante, seja na barragem de rejeitos, seja na micro-bacia do ribeirão Salitre.



8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste relatório foram apresentados os estudos hidrogeológicos elaborados para subsidiar o pedido de outorga de rebaixamento de lençol freático em cava de mineração, para o Projeto Salitre, de propriedade da GALVANI. Mais especificamente, neste relatório foi apresentado o modelo computacional que simula a hidrodinâmica do aquífero local e a evolução do rebaixamento do lençol freático para viabilizar o desenvolvimento da lavra na cava do Projeto, ao longo dos três primeiros anos de operação da mina.

Buscou-se aqui organizar e condensar a maior parte das informações necessárias para a compreensão do contexto hidrogeológico local, as quais foram obtidas de estudos já realizados entre os anos de 2008 e 2010. Não se pretendeu, entretanto, esgotar toda a gama de informações geradas, as quais estão facilmente disponíveis em uma série de relatórios gerados para o Projeto ao longo dos últimos anos.

Para a elaboração do pedido de outorga, também deverão ser consultadas as informações fornecidas no relatório CL-HC-238-REL-01-00 (CLAM, 2017), no qual se considera o sistema de drenagem de águas pluviais que incidem sobre a cava (Anos 1 a 3) e com o qual este relatório contribui, fornecendo os dados de aporte de águas subterrâneas para o referido sistema. Os dispositivos e estruturas responsáveis pelo desaguamento, tanto das águas superficiais e como das águas subterrâneas, são descritos naquele relatório.

Nas simulações aqui realizadas, não foi considerado o descomissionamento de nenhuma região da cava, por se entender que a definição desses cenários ainda é muito prematura na atual fase do Projeto. Em fases posteriores, é possível que o Plano Diretor da Mina preveja a disposição de estéril nas cavas já exauridas ou a recomposição de alguma porção das cavas. Nessa ocasião, o modelo hidrogeológico computacional poderá ser atualizado para representar tais situações.

OUTORGA 347202016

DOC:0823789/2016



PÁG. 115

9 REFERÊNCIAS

Anderman, E. R. & Hill, M. C. 2003. MODFLOW-2000, The U.S. Geological Survey Modular Ground-Water Model – Three Additions to the Hydrogeologic-Unit (HUF) Package. USGS Open File Report 03-347.

Anderson, M. P. & Woessner, W. W. Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport. 1991.

CLAM ENGENHARIA HIDROCNESE - Parecer Técnico Sobre a Visita de Reconhecimento de Campo. Relatório CL-HC-067-REL-001-00. 2012.

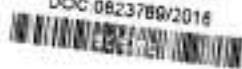
CLAM ENGENHARIA HIDROCNESE - Estudos Hidrológicos e Hidráulicos para Dimensionamento do Sistema de Desaguamento e Drenagem Superficial da Cava do Projeto Salitre – Anos 1 a 3. Relatório CL-HC-238-REL-01-00. 2017.

VOGBR - Relatório de Caracterização Hidrogeológica das Áreas da Cava e da Barragem de Rejeitos. Projeto Salitre 1 e 4, Relatório 4GALV001-1-HG-RTE-0001. 2009.

VOGBR - Relatório do Ensaio de Bombeamento Realizado no Poço PT01 em Serra do Salitre – MG. Relatório 4GALV001-1-HG-RTE-0005. 2010.

VOGBR - Monitoramento hidrogeológico do Projeto Serra do Salitre. Relatório Trimestral, Dezembro 2009 / Janeiro e Fevereiro 2010. Relatório 4GALV001-1-HG-RTE-0006. 2010.

AUTORGA 247262016
DOC 0823789/2016



PÁG 18

10 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica responsável pelos trabalhos é listada na Tabela 10.1.

Tabela 10.1: Lista da equipe técnica responsável para desenvolvimento dos trabalhos

Profissional	Categoria Profissional	Atuação
Leonardo Oliveira CREA 66.312/D	Engenheiro Civil	Coordenação Técnica e elaboração do relatório
Antônio Teixeira Cabral CREA 80.711/D	Mestre em Engenharia de Meio Ambiente	Elaboração do modelo hidrogeológico computacional
Rafael Reis	Geografia (Estagiário)	Geoprocessamento e elaboração de mapas e figuras

OUTORGA: 24726/2016
DOC: 0823780/2016



PÁG:111



Instituto Mineiro de Gestão das Águas

CONTROLE PROCESSUAL

Processo: 24720/2016

Protocolo:

Dados do Requerente/ Empreendedor

Nome:	GALVANI IND. COM. E SERVICOS LTDA	CPF/CNPJ:	00546997/0013-13
Endereço:	RUA BONINA, 769		
Bairro:	CENTRO	Município:	SERRA DO SALITRE

Dados do Empreendimento

Nome/ Razão Social:	GALVANI IND. COM. E SERVIÇOS LTDA	CPF/CNPJ:	00546997/0013-13
Endereço:	FAZENDA SALITRE		
Distrito:	ZONA RURAL	Município:	SERRA DO SALITRE

Análise Jurídica

A documentação se encontra em conformidade com o exigido para requerimento de outorga de direito de uso das águas.

KAMILA BORGES ALVES
Responsável Jurídico Sisema

Rúbrica

1.151.726-5
MASP

30/08/2017
DATA

EM BRANCO



Processo: 24720/2016

Protocolo: 0273415/2018

Dados do Requerente/ Empreendedor

Nome:	GALVANI INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS S/A.	CPF/CNPJ: 00.546.997/0013-13
Endereço:	FAZ SALITRE, ROD MG-230	
Bairro:	ZONA RURAL	Município: SERRA DO SALITRE

Dados do Empreendimento

Nome/Razão Social:	GALVANI INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS S/A.	CPF/CNPJ: 00.546.997/0013-13
Endereço:	Faz. Salitre, Rodovia MG 230 km74,5	
Distrito:	ZONA RURAL	Município: SERRA DO SALITRE

Dados do uso do recurso hídrico

UPGRH:	PN1: Alto no Paranaíba
Bacia Estadual:	AFLUENTE RIO PARANAÍBA
Latitude:	19° 2'23.40"S

Dados do poço

Ano da Perfuração:	Profundidade (m):	Diâmetro (mm):
Tipo de Aquífero:	FISSURADO	Litologia: FOSFARENITO

Teste de bombeamento

Ano do Teste:	Executor do Teste:
Duração (h):	NE (m): ND (m): Vazão (m ³ /h):

Análise Físico-química da Água: SIM [] NÃO[]	Análise Bacteriológica da Água: SIM[] NÃO[]
Porte conforme DN CERH nº 07/02	P[] M[] G[X]

Finalidades

Captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível d'água em mineração

Método de desaguamento será por "Sumps" instalados no fundo da cava.

Modo de Uso do Recurso Hídrico**10 - CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA FINS DE REBAIXAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA EM MINERAÇÃO**

Uso do recurso hídrico implantado	Sim [x] Não[]	Recalque []	Gravidade [x]
-----------------------------------	------------------	--------------	-----------------

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP		1.397.594-1 Rúbrica	02/04/2018 Data
		 Superintendente SUPRAM TMAP	
Data: 11/04/18	Data: 14/10/18		



Dados da Captação/ Bombeamento													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	dez	
Vazão Liberada(m ³ /h)	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	
Horas/Dia	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Dia/ Mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Volume(m ³)	299088	270144	299088	289440	299088	289440	299088	299088	289440	299088	289440	299088	

Observações: PROCESSO DEVERÁ SER APRECIADO PELO COMITÉ DE BACIA OU CTIG.

Condicionantes: Item específico no parecer.

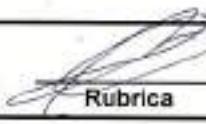
Análise Técnica

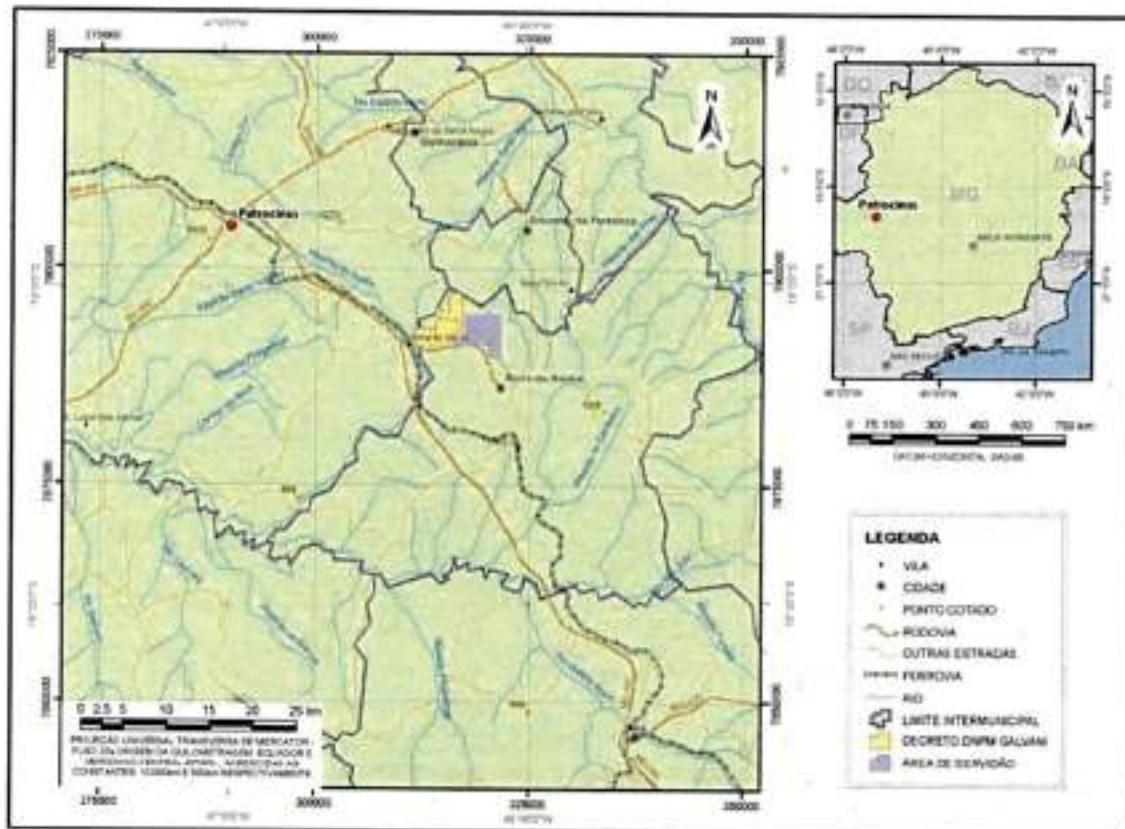
A Galvani Indústria, Comércio e Serviços S/A solicita através do processo de outorga 24720/2016, autorização para captação de água para fins de rebaixamento de nível d'água em mineração, na Fazenda salitre, no município de Serra do Salitre/MG.

O objetivo do empreendimento é a produção de concentrado de fosfato, que será obtido por meio de lavra da rocha fosfática, em cava a céu aberto, e seu posterior beneficiamento, em usina localizada na área do empreendimento.

A empresa é detentora das Licenças de Instalação nº 113/2016 e 114/2016, concedida pela COPAM – CMI em 16 de dezembro de 2016 para lavra a céu aberto com tratamento a úmido minerais não metálicos, unidades de tratamento de minerais com capacidade instalada de 12.500.000 toneladas/ano de ROM, obras de infraestrutura, barragem de contenção de rejeitos e pilhas de estéril.

O Projeto Salitre, de propriedade da Galvani Indústria, Comércio e Serviços S/A, localiza-se no município de Serra do Salitre – MG, ao norte da sede municipal, a aproximadamente 10 km de distância. A área do empreendimento localiza-se a uma distância aproximada de 400 km em relação a Belo Horizonte.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP	02/04/2018 Data
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018		



Localização do empreendimento.

INTRODUÇÃO

A Galvani executa atividades de lavra a céu aberto e beneficiamento de fosfato, produzindo insumo básico para a agricultura.

A infra-estrutura instalada conta com sistema de lavra, britagem, homogeneização, moagem, deslamagem, condicionamento, flotação, filtragem, secagem, tratamento químico (transformação em adubo) e expedição. Junto à central de beneficiamento estão localizadas a planta química/fábrica de adubo, as edificações que abrigam o setor administrativo, comercial e de controle de qualidade.

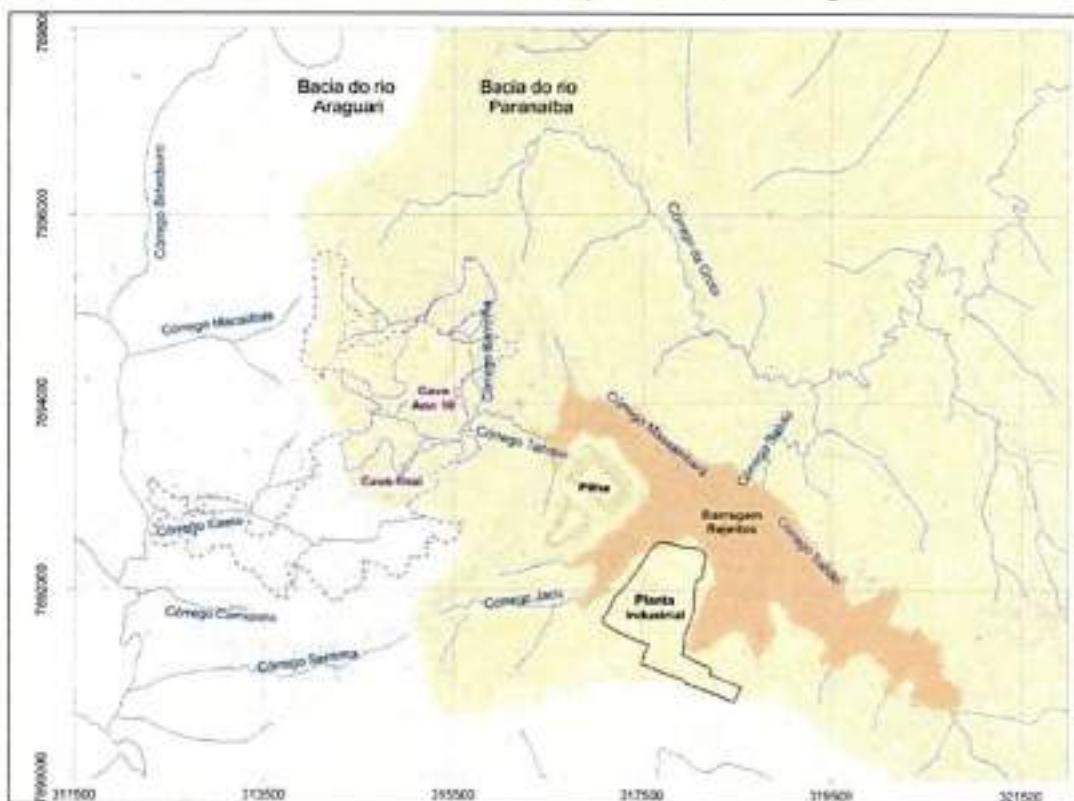
A rocha fosfática será escavada por escavadeiras e transportadora por caminhões até a correia transportadora que direcionará o minério à central de beneficiamento. O produto final,

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP	
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018		

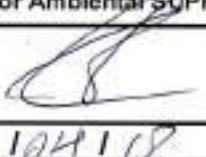
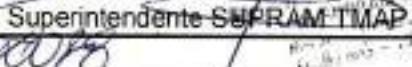


concentrado fosfático (P₂O₅) é encaminhado para a planta química onde o mesmo entra na formulação de produtos agrícolas.

Plano Diretor do empreendimento e sua distribuição nas bacias hidrográficas.



Atualmente os impactos sobre os recursos hídricos estão inseridos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRH PN1. A longo prazo o empreendimento poderá atingir a UPGRH PN2 bacia hidrográfica do Rio Araguari, por estar localizado próximo ao divisor de águas dessas duas bacias.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		 Superintendente SUPRAM-TMAP	

Data: 11/04/18

Data: 11/04/2018

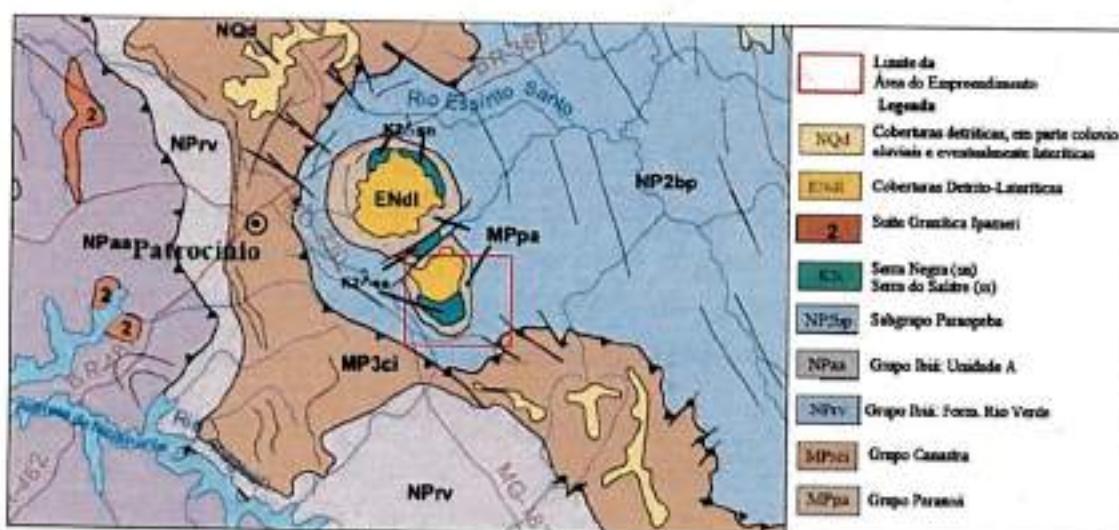


SÍNTESE GEOLÓGICA

Geologia Regional

A área em estudo forma parte da Província Alcalina do Alto Paranaíba (PAAP), localizada principalmente nos estados de Minas Gerais e Goiás e é representada por diatremas, vents, derrames, depósitos piroclásticos e complexos plutônicos.

A PAAP abriga importantes depósitos minerais associados às intrusões, principalmente as carbonatíticas, de onde são extraídos os minérios de fosfato e nióbio, principalmente. Minério de titânio e terras raras são encontrados, associados às intrusões de filiação carbonatítica.



Geologia Local

A região em questão abrange a parte sudeste do Complexo do Salitre, onde as rochas vulcânicas ocupam a porção centro-norte e as encaixantes a porção sul da área de estudo. O domo de Salitre constitui uma estrutura alongada e curva em forma de rim, intrusivo em rochas do Grupo Bambuí, sendo este último o anel da estrutura dômica.

As rochas mais antigas da região são a do Grupo Canastra, que aparecem nas porções sul e oeste da área. São predominantemente quartzitos e filitos muito dobrados e com pobre ou localizado sistema de fraturamento.

A Formação Paranoá, presente na área, está constituída predominantemente de quartzitos e filitos que se orientam de modo concêntrico ao redor do maciço intrusivo. Disposição esta que originou um domo.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP	
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018		

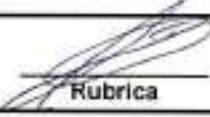
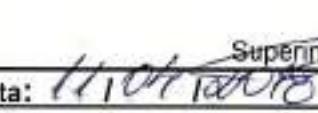


A Formação Paraopeba (Grupo Bambuí), que é estratigráficamente superior a Paranoá, é constituída predominantemente por ardósias e siltitos. O Complexo do Salitre compreende três intrusões interligadas por diques traquíticos: Salitre I, que contém sienitos, bebedouritos e um plug de carbonatitos; Salitre II, onde predominam bebedouritos com e sem olivina; e Salitre III, conformado por piroxenitos e um plug de foscoritos (Silva, 2006).

A intrusão do magma na sua ascensão pela crosta superior "levantou" o pacote de metasedimentos das formações Paraopeba e Paranoá. Apenas os quartzitos refundidos e fenitizados da formação Paranoá resistiram ao intemperismo e foram preservados na sua posição pós-intrusiva, constituindo a auréola da chaminé de Serra Negra e de Salitre.

Produto da decomposição das rochas alcalinas, na área da jazida ocorre um espesso manto de intemperismo cujos níveis superiores, no caso do Complexo do Salitre, foram desnudado pelos agentes erosivos. A formação deste manto de intemperismo está ligada ao intemperismo químico atuante sobre as rochas do complexo, à peneplanização ocorrida a partir do terciário, ao clima tropical quente e úmido e ao tempo de exposição dos maciços aos agentes intempéricos. Chaban (2004) elaborou um perfil de intemperismo típico para o Complexo do Salitre, o qual se encontra conformado pelos seguintes horizontes.

- Rocha fresca conformado pelos carbonatitos e as rochas alcalinas associadas (piroxenitos, peridotitos, bebedouritos);
- Rocha semi-alterada, onde as estruturas do protolito são preservadas, apresenta uma coloração verde ou cinza com mineralizações eventuais;
- Saprolito Isalterítico, horizonte de espessura variável, onde a estrutura da rocha préexistente é preservada. Apresenta uma coloração marrom a ocre, é neste horizonte aonde se apresentam as maiores concentrações de minério;
- Saprolito Alterítico, produto de processos de intemperismo mais avançados, onde as estruturas originais não podem ser identificadas, de cor amarelo claro a ocre;
- Solo de cobertura, constituído por material transportado, solo orgânico e às vezes laterítico, de cor marrom e marrom avermelhado.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
 Data: 11/04/18	 Data: 11/04/2018	Superintendente SUPRAM-TMAP M. S. P. M. - 22.02.02	6

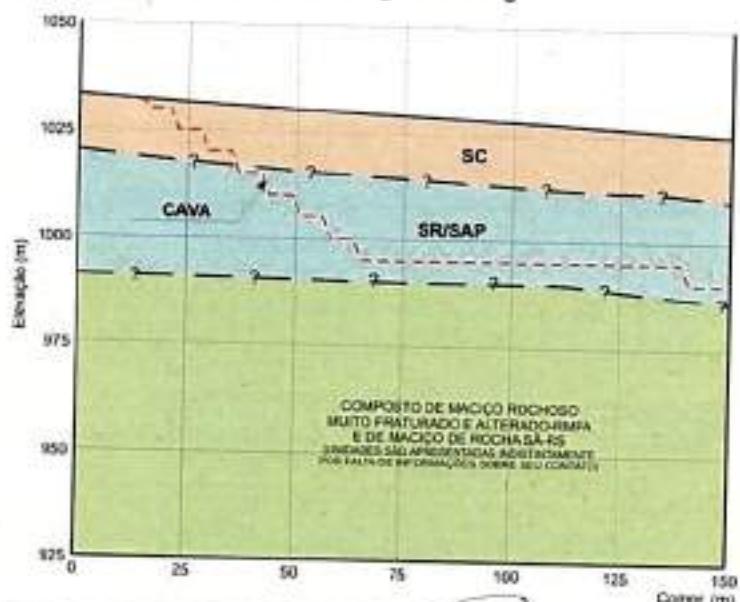


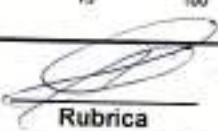
Intemperismo			Descrição	Características
Precipito Peridônio	Areia	Fértil		
Brilhante/Verde-claro	Areia	Fértil	Saprolítico Aloxênico	Sem estruturas. Cor amarelo claro a ocre. CaO<1%; MgO<1%; RCP<1% Presença de fosfatos secundários (Vavelita, crandallita, ausencia de apatita)
Verde	Areia	Fértil	Saprolítico Isotérmico	Estruturas reconhecíveis. Cor marrom a ocre. CaO>1%; MgO<5-6% Mineralizações.
Verde	Areia	Fértil	Rocha Semi- Alterada	Estruturas preservadas. Cor verde ou cinza. Mg>6% Eventuais mineralizações.
Amarelo	Areia	Fértil	Rocha Fresca	

HIDROGEOLOGIA

Unidades Hidrogeológicas

De acordo com os dados levantados em campo em estudos anteriores e observados em testemunhos de sondagens, realizadas em grande parte da área de interesse, pôde-se aferir que as propriedades hidrodinâmicas dos materiais presentes estão diretamente correlacionadas aos litotipos presentes. Essas unidades podem ser divididas nos seguintes grupos, apresentados esquematicamente nas figuras a seguir:



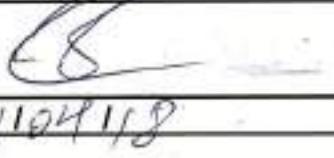
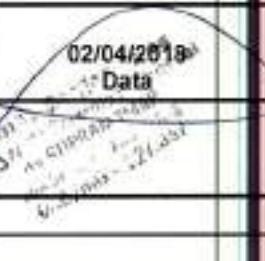
Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
			
Data: 11/04/2018	Data: 11/04/2018	Superintendente SUPRAM TMAP	



Portanto, as águas subterrâneas na área da cava do Projeto Salitre ocorrem em um sistema aquífero misto – predominantemente poroso, mas também fissural-fraturado –, formado basicamente por quatro unidades: (1) uma camada de solos de cobertura (SC) com textura argilo-arenosa de espessura variada, sobreposta a uma camada de (2) solos residuais e saprolitos, com espessuras que variam entre 20 e 30 m que, por sua vez, encontram-se sobrepostos a (3) um pacote de rochas muito alteradas e fraturadas ou a (4) rochas sãs. Esse sistema aquífero apresenta-se como livre e sua superfície freática assume uma conformação que acompanha, de forma suavizada, a superfície do relevo.

Quando em terrenos elevados (correspondentes à área da cava), o nível freático ocorre na camada de solos residuais/saprolitos.

Nos terrenos mais baixos, correspondentes aos talvegues principais de drenagem, o lençol freático ocorre ou na camada de solos residuais/saprolitos ou na camada de solos de cobertura.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
 Data: 11/04/18	 Data: 11/04/2018 Superintendente SUPRAM TMAP	 Data: 21/03/2018 Assessor Técnico - 21.337	



Sistema de recarga e descarga do aquífero

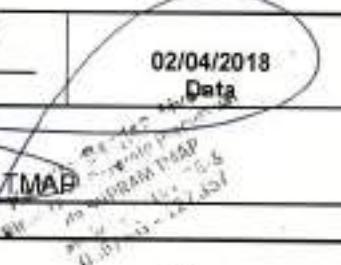
A recarga do sistema aquífero na área da cava se faz por infiltração direta da precipitação atmosférica através da camada de solos de cobertura ou dos solos residuais.

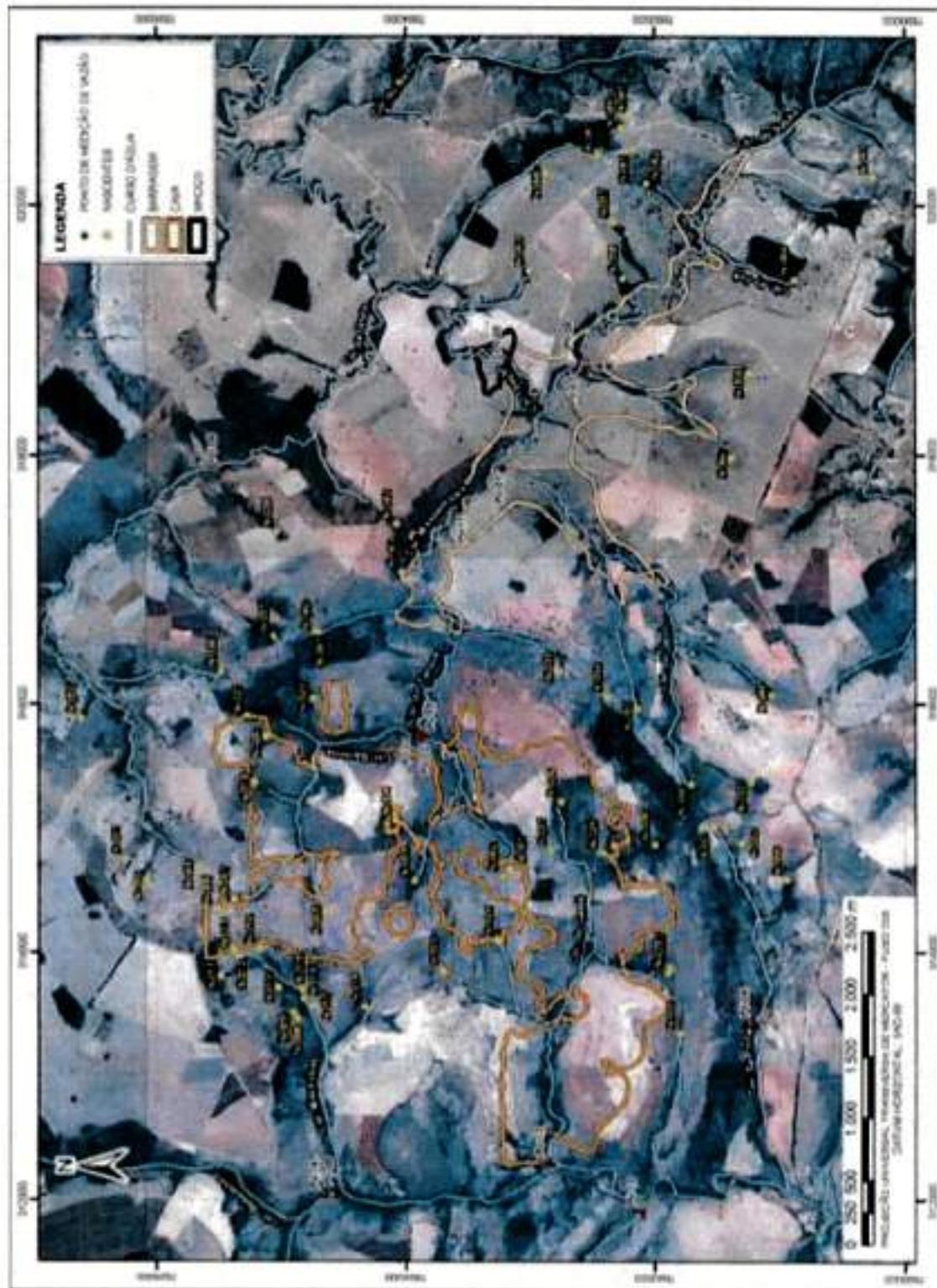
Em função do grande número de nascentes que ocorrem na região e da pequena distância entre esses pontos e as áreas de recarga, concebe-se que o tempo de permanência das águas subterrâneas nesse aquífero superficial seja relativamente curto.

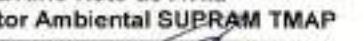
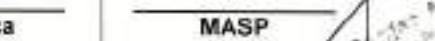
O escoamento de água subterrânea na área da cava é eminentemente local e se faz de forma predominantemente radial, a partir das áreas de cotas mais elevadas, divergindo para os talvegues que cortam a região.

A descarga deste sistema é feita em nascentes que se localizam em praticamente todos os talvegues modelados no terreno. Essas nascentes se apresentam de forma difusa e com pequena vazão ao longo dos talvegues, mas que se avolumam a jusante, nos eixos de drenagem. Na porção Norte da cava, a descarga de água subterrânea é feita em nascentes e talvegues que formam o córrego Barrinha. Na sua porção central, as nascentes e talvegues formam o córrego do Tanque, afluente da barragem Sabão I. Na porção Sul da cava, as nascentes e talvegues formam o córrego Caeté, afluente do córrego Bebedouro.

Durante os estudos para a obtenção da Licença Prèvia, foi realizado um amplo inventário de nascentes na área do Projeto Salitre. O cadastro foi realizado nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2009; portanto, durante o período chuvoso. Ao todo, foram cadastradas 64 nascentes cujas localizações são mostradas na figura seguinte:

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
 Data: 11/04/2018	 Data: 11/04/2018	Superintendente SUPRAM TMAP  Data: 11/04/2018	 Data: 11/04/2018



Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	 02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP	



Durante os estudos hidrogeológicos foi construído um poço de bombeamento com o objetivo de obter parâmetros hidrodinâmicos para caracterização da disponibilidade hidrogeológica do sistema aquífero local. A perfuração para instalação do poço atingiu 42 m de profundidade. Da superfície do terreno até 37,50 m de profundidade, quando se atingiu o topo de rocha sã, foi utilizado o diâmetro de 14". A partir deste ponto até atingir 42 m de profundidade, foi utilizado o diâmetro de 6". O nível freático estático foi encontrado aos 17,94 m de profundidade. Para o acompanhamento do rebaixamento no teste com vazão constante foi escolhido, além do próprio poço de bombeamento, dois medidores MNA-S-04 e MNA-Q-03.

O teste de bombeamento no poço foi realizado com 24 horas de duração, tendo sido observada a sua estabilização do rebaixamento no poço em torno de 13,2 m de profundidade. Após o encerramento do teste, foi feito o acompanhamento da recuperação do poço.

Um fato importante a se ressaltar foi a constatação de não ter havido rebaixamento de N.A. nos dois instrumentos monitorados ao final do teste. Nem mesmo o medidor MNA-S-04 distante apenas 50 m do poço de teste apresentou qualquer tendência de rebaixamento. Neste teste a vazão constante, o valor médio obtido para a condutividade hidráulica foi de $4,20 \times 10^{-6}$ m/s. Em termos gerais, os valores individuais de condutividade hidráulica encontrados foram considerados como equivalentes. Já em termos das magnitudes destes valores, elas podem ser consideradas como medianas a baixas, porém compatíveis com o esperado para principal formação aquífera do local, composta quase essencialmente de solo, saprolito e rocha fraturada.

Outro parâmetro importante que calculado foi a produtividade do poço. Neste caso, nas 24 horas de duração do teste, foi possível bombear a água subterrânea a uma taxa de 4,8 m³/h com rebaixamento máximo de 13,2 m. Com isto, a produtividade resultou no valor de 0,36 m³/(h·m), que pode ser considerado um valor baixo, confirmando a área como pouco promissora do ponto de vista de exploração de água subterrânea.

Tipo de teste	Identificação do local de medição do N.A.	Vazão (Q) (m ³ /h)	Transmissividade (T) (m ² /s)	Condutividade hidráulica (K) (m/s)	Armazenabilidade (S) (adimensional)
Rebaixamento a Vazão Constante	Poço 04	4,8	$1,29 \times 10^{-4}$	$5,84 \times 10^{-6}$	$9,35 \times 10^{-7}$
Recuperação	Poço 04	0	$5,61 \times 10^{-5}$	$2,55 \times 10^{-6}$	-
Média			$9,23 \times 10^{-5}$	$4,20 \times 10^{-6}$	$9,35 \times 10^{-7}$

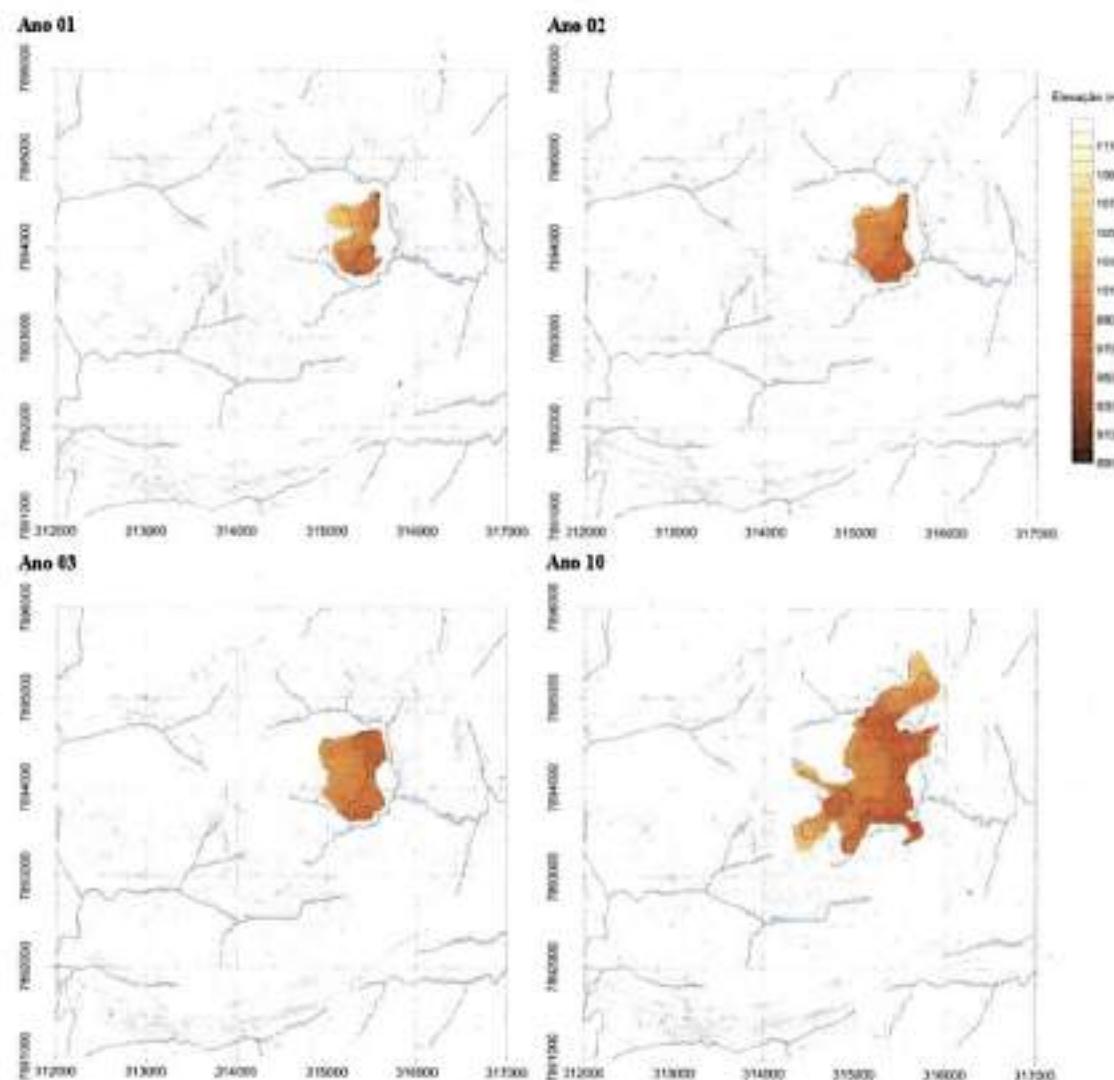
Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP		 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP		
Data: 11/04/18		Data: 11/04/2018		



CAVA

Considerando as características geológicas, morfológicas e geotécnicas do depósito, bem como a escala de produção e a relação estéril/minério, a lavra da jazida de fosfato deverá ser feita a céu aberto, em bancadas. Esta escolha considerou, principalmente, a distribuição do minério na jazida e a variabilidade de teores no depósito, o que implica na necessidade de lavrar, simultaneamente, várias frentes de lavra, permitindo a "blendagem" adequada para alimentação da usina.

O sequenciamento das cavas iniciais (Ano 01 a Ano 03, Ano 10) foi disponibilizado pela GALVANI, sendo as respectivas configurações geométricas apresentadas nas figuras a seguir.



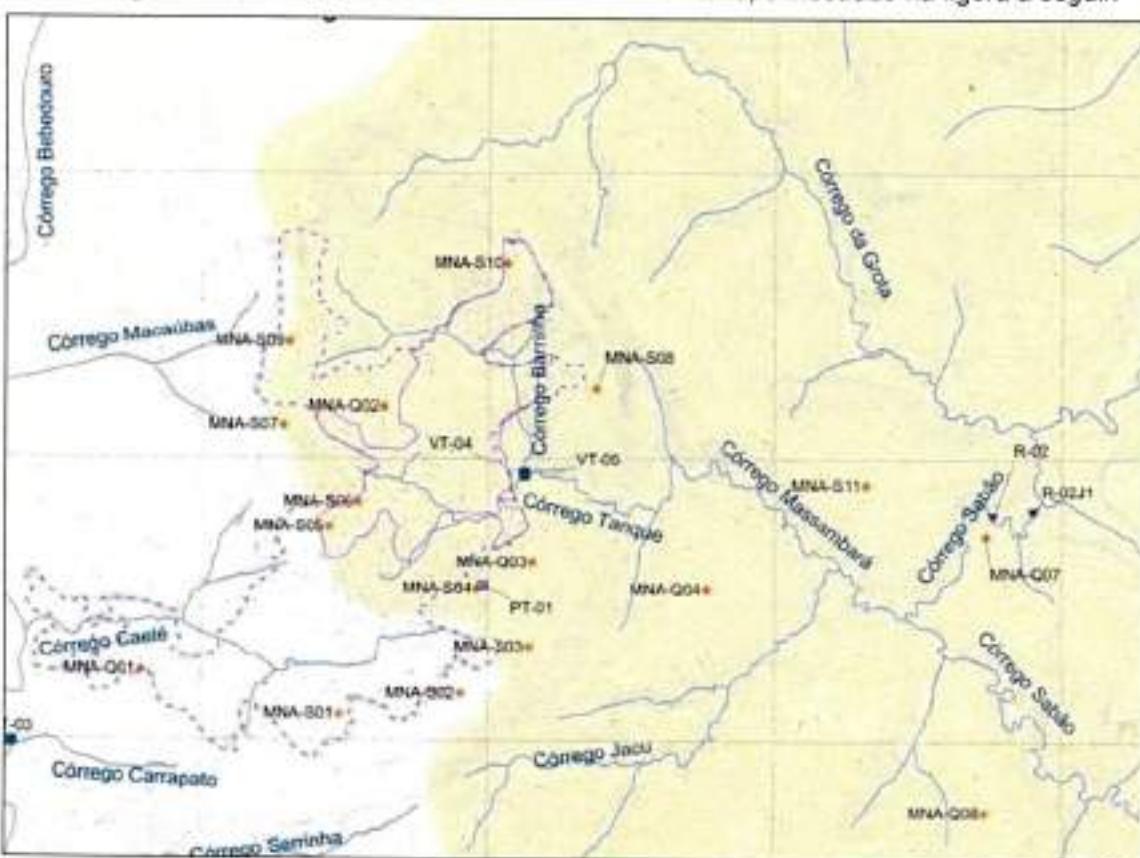
Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP		Rubrica	1.397.594-1	02/04/2018
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018	Superintendente SUPRAM TMAP	MASP	Data: 02/04/2018

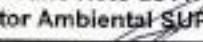


As cavas projetadas podem ser consideradas como rasas, apresentando desniveis máximos de cerca de 80 a 100 m em relação ao relevo original. A lavra será desenvolvida principalmente em meia encosta, com bancos de 5 a 10 metros de altura, e bermas com 12 metros de largura. Nas partes mais elevadas, a drenagem das águas superficiais incidentes sobre a cava poderá ser feita por gravidade, sendo conduzida para a rede de drenagem natural. Nas partes mais baixas, a cava se caracterizará como fechada, sendo necessária a adoção de sistemas forcados de drenagem de águas pluviais e de subterrâneas.

Rede de Monitoramento Hidrogeológico

A rede de monitoramento hidrogeológico na área do Projeto Serra do Salitre, à época dos estudos para o licenciamento ambiental, era composta por réguas limimétricas, medidores de nível d'água e veredouros. Esses dispositivos foram implantados em 2009, ano em que começou a haver o monitoramento sistemático de vazões e níveis. Um mapa de localização desses dispositivos, restrito à área de interesse deste relatório, é mostrado na figura a seguir:



Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
	Superintendente SUPRAM TMAP		
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018		



A partir do inicio da implantação do Projeto Salitre, alguns dispositivos passaram a sofrer interferência direta das obras, sendo removidos da rede, por outro lado, novos dispositivos foram instalados.

Régulas limimétricas foram utilizadas no monitoramento das vazões dos cursos de água de maior porte. Foram instaladas em uma das margens da seção fluvial para leitura da elevação do nível de água.

Os dados de localização dos dispositivos de monitoramento se encontra na tabelas seguintes:

Tabela 5.4: Dados e características das estações fluviométricas

Código	Curso de Água	Coordenadas UTM		Área de Drenagem (km ²)	Status
		Leste	Norte		
R-01	Córrego do Sabão 1	310.470	7.891.218	14,60	Removido da rede
R-02	Córrego do Sabão 2	310.021	7.893.595	28,56	Operando
R-03	Ribeirão Salitre	311.678	7.893.948	361,88	Operando
R-02/1	Córrego do Sabão - jusante	310.297	7.893.629	-	Novo
R-04	Ribeirão Salitre	312.732	7.898.584	-	Novo

Tabela 5.5: Dados e características dos vertedouros

Código	Curso de Água	Coordenadas UTM		Seção Transversal	Área de Drenagem (km ²)	Base Menor (cm)	Status
		Leste	Norte				
VT-01	Cor. Bruno	310.644	7.892.495	Trapezoidal Cipolletti	1,99	40	Removido da rede
VT-02	Cor. Jacu	317.304	7.892.495	Trapezoidal Cipolletti	3,88	60	Removido da rede
VT-03	Cor. Carrapatos	312.175	7.891.982	Triangular	0,70	-	Operando
VT-04	Cor. Tanque	315.751	7.893.883	Trapezoidal Cipolletti	2,10	60	Operando
VT-05	Cor. Baprinha	310.749	7.893.895	Trapezoidal Cipolletti	2,72	60	Operando

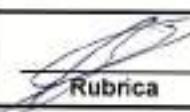
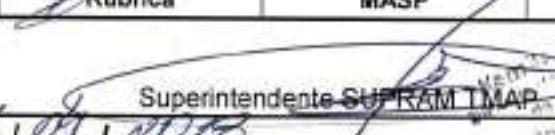
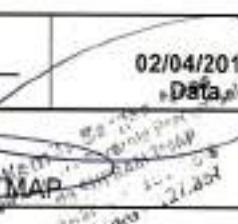
Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental-SUPRAM TMAP		 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data:
		Superintendente SUPRAM TMAP Data: 11/04/2018		
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018	 		



Tabela 5.6: Dados e características dos dispositivos para medição de nível d'água

Código	Coordenadas UTM		Cota (m)	Profundidade XA (Outubro/2012)	Status
	Leste	Norte			
MNA-S01	314.453	7.892.188	1.029,29	17,80	Operando
MNA-S02	315.303	7.892.332	1.065,07	16,85	Operando
MNA-S03	315.780	7.892.662	1.079,09	17,49	Operando
MNA-S04	315.418	7.893.081	1.057,38	15,47	Operando
MNA-S05	314.384	7.893.514	1.074,76	15,44	Operando
MNA-S06	314.388	7.893.686	1.042,87	16,83	Removido
MNA-S07	314.062	7.894.230	1.114,31	32,15	Removido
MNA-S08	316.254	7.894.485	1.048,65	9,66	Operando
MNA-S09	314.106	7.894.809	1.095,00	20,40	Operando
MNA-S10	315.631	7.895.373	1.084,42	22,20	Operando
MNA-S11	318.139	7.893.816	993,34	30,03	Operando
MNA-S12	318.660	7.893.206	916,79	13,84	Removido
MNA-S13	318.812	7.893.080	915,59	10,79	Removido
MNA-Q01	313.076	7.892.493	996,57	20,90	Operando
MNA-Q02	314.768	7.894.355	1.061,30	17,95	Operando
MNA-Q03	315.804	7.893.266	1.044,46	21,76	Operando
MNA-Q04	317.024	7.893.079	1.004,08	33,31	Operando
MNA-Q05	317.756	7.893.275	930,70	17,24	Removido
MNA-Q06	317.696	7.891.800	1.005,79	29,82	Removido
MNA-Q07	318.974	7.893.457	909,98	15,49	Operando
MNA-Q08	318.965	7.891.507	971,13	16,38	Operando

Sistema de Bombeamento

Nas cavas dos Anos 01 e 02, as precipitações diretas sobre a área da cava poderão ser conduzidas para fora por meio de canais de drenagem gravitacional. As parcelas das precipitações diretas nas cavas dos Anos 03 a 10 que não são passíveis de serem retiradas para fora da cava por gravidade serão conduzidas para "sumps" (por gravidade); deles, as vazões serão bombeadas para fora da cava por meio de conjuntos moto-bombas.

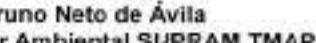
No cálculo do volume de água referente à precipitação direta nas cavas, utilizaram-se as respectivas áreas de precipitação, a chuva com período de retorno de 10 anos e 24 horas de duração e o coeficiente de escoamento superficial ("runoff") igual a 1,0 para os locais que se apresentam em rocha; e igual a 0,40 para os demais locais. Na tabela adiante são apresentadas as áreas de contribuição e os volumes de água aportados aos "sumps", decorrentes da chuva de projeto.

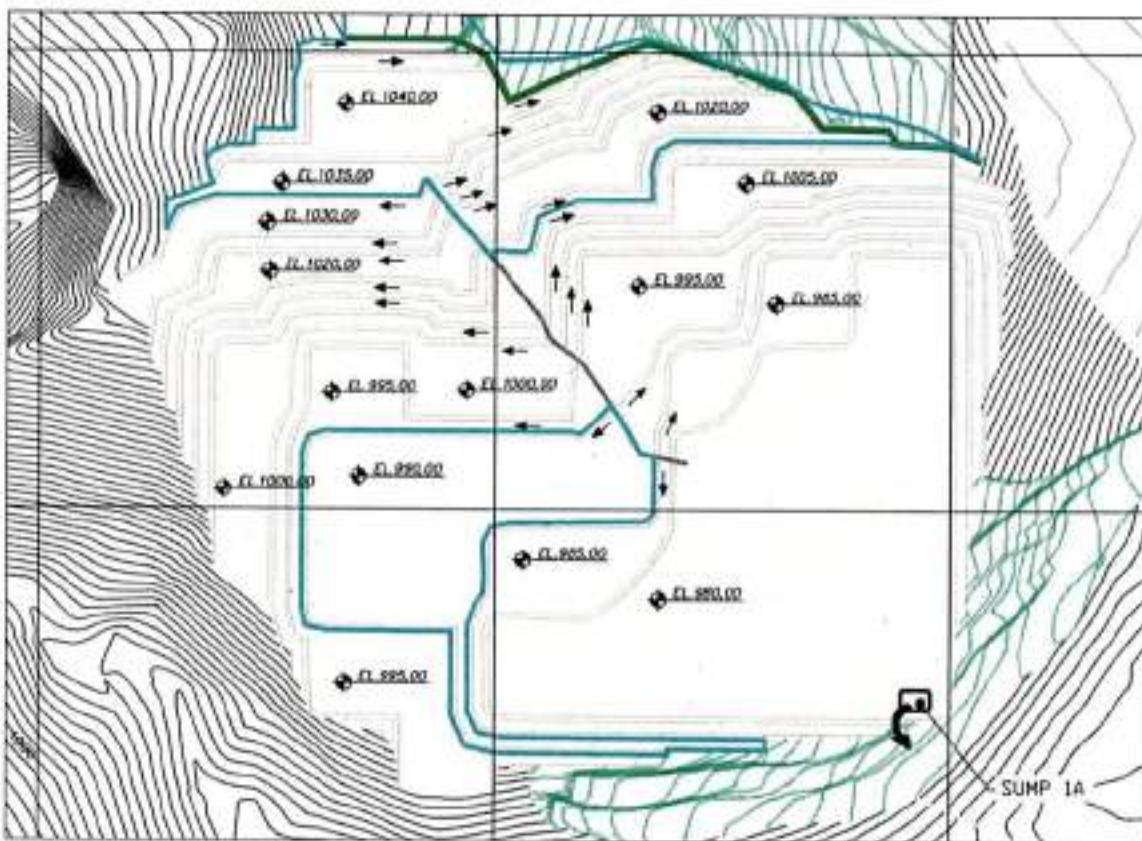
Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP		 Rúbrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP 		
Data: 11/04/18		Data: 11/04/2018		



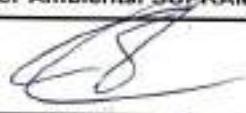
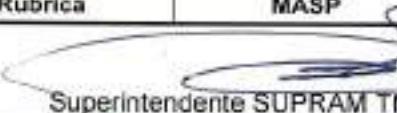
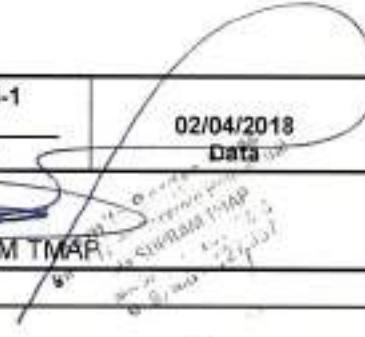
Tabela 7.3: Volume de Contribuição para os “sumps”.

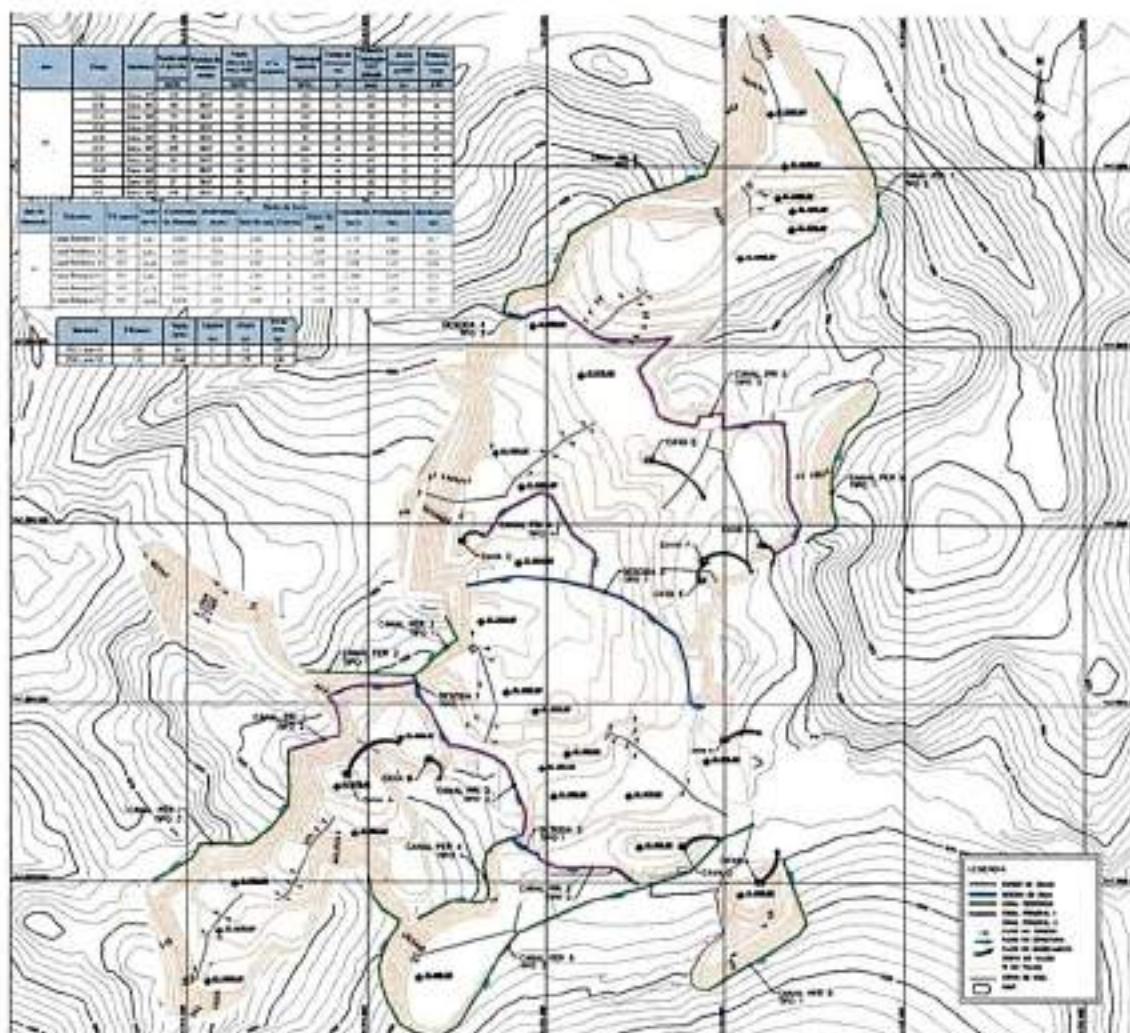
Ano de Operação	Sumps para coleta de drenagem superficial	Estrutura	Área de Contribuição (km ²)	Volume* (m ³)
01	1-A	Sump 1-A - Cava - 980	0,038	-
02	2-A	Sump 2-A - Cava - 970	0,038	-
03	3-A	Sump 3-A - Cava - 970	0,040	-
	3-B	Sump 3-B - Cava - 995	0,004	535
	3-C	Sump 3-C - Cava - 965	0,026	3.194
	3-D	Sump 3-D - Cava - 965	0,088	10.730
	3-E	Sump 3-E - Cava - 965	0,004	472
10	10-A	Sump 10-A - Cava - 975	0,037	4.485
	10-B	Sump 10-B - Cava - 980	0,065	7.988
	10-C	Sump 10-C - Cava - 995	0,004	535
	10-D	Sump 10-D - Cava - 965	0,068	8.341
	10-E	Sump 10-E - Cava - 965	0,024	2.884
	10-F	Sump 10-F - Cava - 965	0,140	17.072
	10-G	Sump 10-G - Cava - 965	0,045	5.446
	10-H	Sump 10-H - Cava - 965	0,054	6.551
	10-I	Sump 10-I - Cava - 955	0,024	2.970
	10-J	Sump 10-J - Cava - 955	0,052	6.325

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rúbrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP	



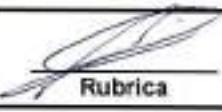
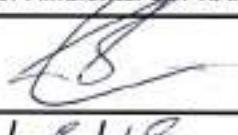
Simulação do ano 01 da cava.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		 Superintendente SUPRAM TMAP	
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018		



Simulação do ano 10 da cava.

Ressalta-se que o provisionamento dos volumes de "sumps" para acúmulo e recalque de águas (superficiais e subterrâneas) deverá ser uma atividade dinâmica no decorrer da operação de lavra, em função da constante mudança das frentes de lavra.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP	
Data: 11/08/18	Data: 11/04/2018		



SUMPS

Os "sumps" nos fundos de cava são locais preferenciais de acúmulo de água, formados pela atividade de lavra ou escavados propositalmente para este fim. Para as cavas dos Anos 03 e 10 do Projeto Salitre, em virtude da pequena diferença de altura a ser vencida (menos de 25 m) não haverá necessidade de serem implantados "sumps" intermediários, sendo apenas implantados os "sumps" de fundo nas cavas.

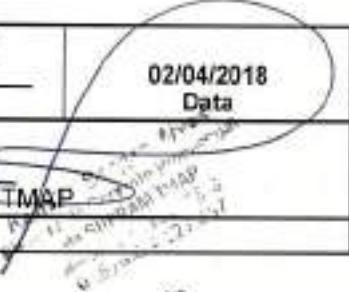
Para considerar o esgotamento também da parcela de contribuição do desaguamento da água subterrânea, considerou-se uma profundidade de 10 m dos "sumps" em relação aos fundos de cada cava onde serão implantados.

SISTEMA DE BOMBEAMENTO

O sistema de bombeamento será responsável por recalcar, para fora da cava, o volume de água acumulado no seu interior. Dessa forma, o sistema de bombeamento consiste em conjuntos motobomba associados aos "sumps".

Para a redução das vazões de recalque e da potência instaladas, os conjuntos moto-bomba foram dimensionados de forma a esgotar o volume total de água armazenada na cava em um período de aproximadamente 03 (três) dias para uma altura geométrica máxima de recalque igual a 25 metros.

No caso dos sistemas implantados nos fundos de cavas, estes são designados por Sistema Móvel Flexível (SMF), sendo cada um constituído por conjunto moto-bomba submersível e por linha de recalque em tubos flexíveis de PEAD (polietileno de alta densidade).

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
 Data: 11/04/18	 Data: 11/04/2018	Superintendente SUPRAM TMAP	

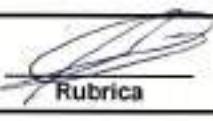
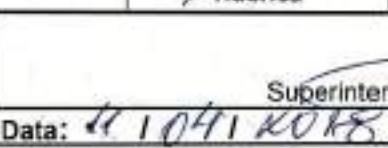
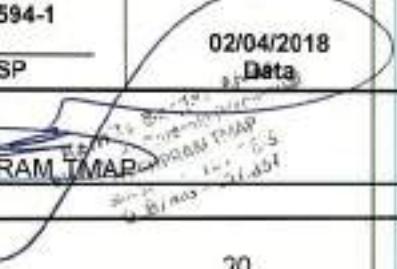
**MODELO HIDROGEOLÓGICO COMPUTACIONAL E RESULTADOS OBTIDOS**

O modelo hidrogeológico computacional é a expressão matemática de um modelo hidrogeológico conceitual, com o qual é possível simular hipóteses e cenários, dos quais são obtidos resultados quantitativos acerca de diversas variáveis hidrogeológicas de interesse.

Foram elencadas as informações que forneceram subsídio para a concepção do modelo hidrogeológico conceitual e para a calibração de um modelo hidrogeológico computacional representativo do contexto da cava, em escala local.

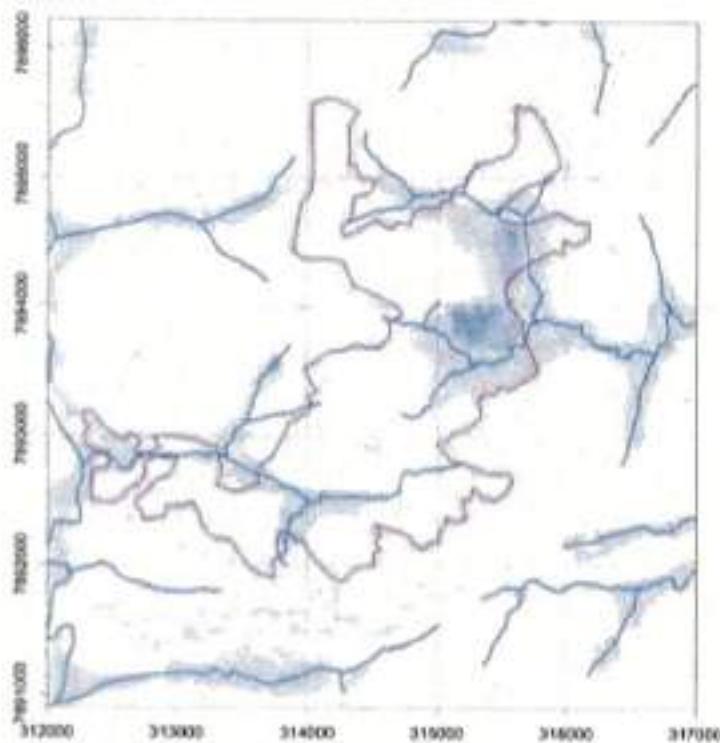
O desenvolvimento de um modelo computacional de um sistema hidrogeológico objetiva o melhor entendimento do comportamento hidrodinâmico dos aquíferos estudados e auxilia na tomada de decisões envolvendo esses recursos, na medida em que é possível fazer previsões utilizando esse modelo. A versão computacional do modelo que representa a dinâmica hidrogeológica no domínio de investigação foi implementada através do aplicativo Visual MODFLOW v. 2012.1 (Waterloo Hydrogeologic, Inc., 2011). Esse aplicativo computacional simula o escoamento da água subterrânea numa configuração geométrica tridimensional.

A seguir, são apresentados os principais resultados obtidos do modelo hidrogeológico computacional implementado.

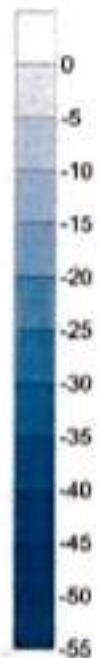
Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
 Data: 11/04/18	 Data: 11/04/2018	 Superintendente SUPRAM TMAP	 Data: 11/04/2018



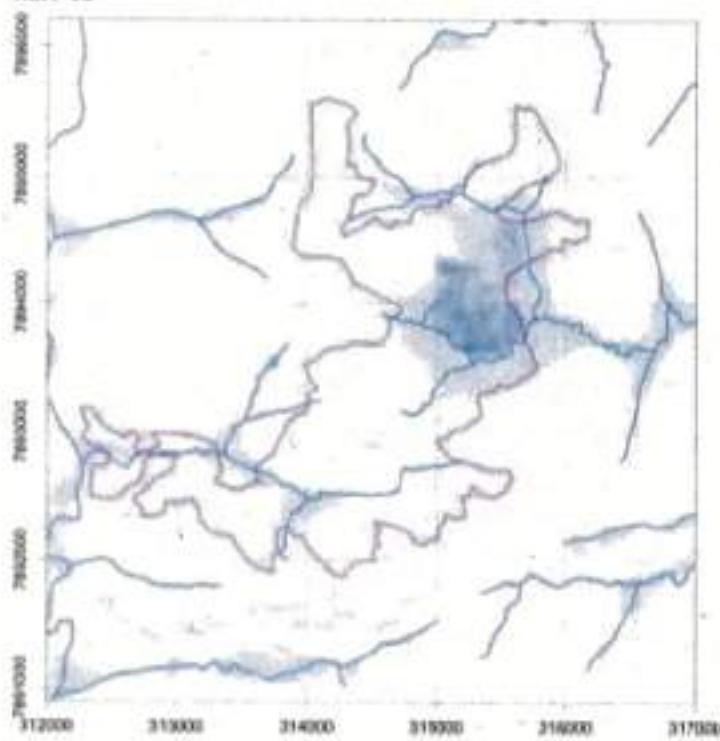
Ano 01

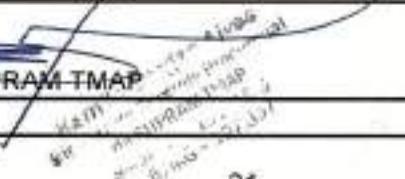


Rebaixamento do lençol
freático (m)



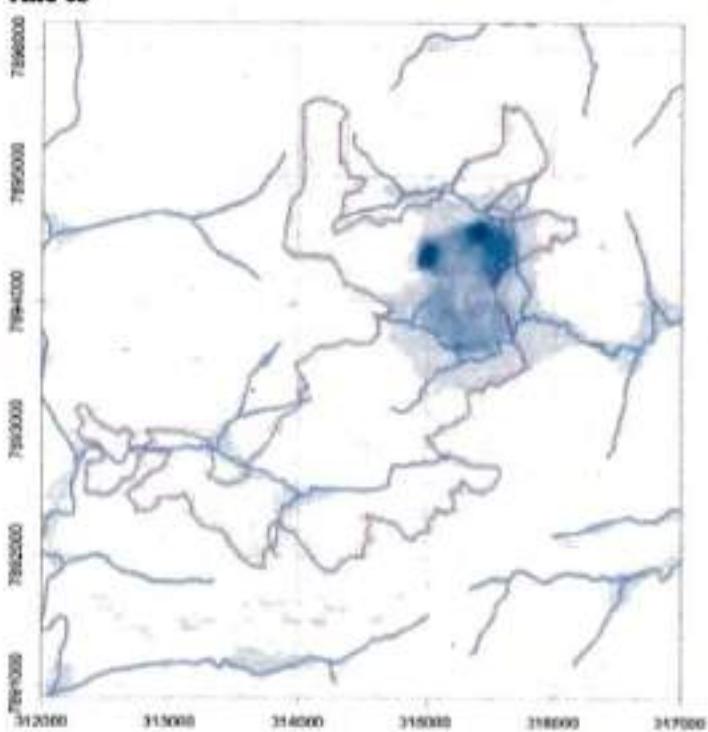
Ano 02



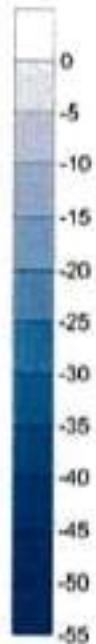
Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM-TMAP		 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM-TMAP		
Data: 11/04/2018	Data: 11/04/2018			



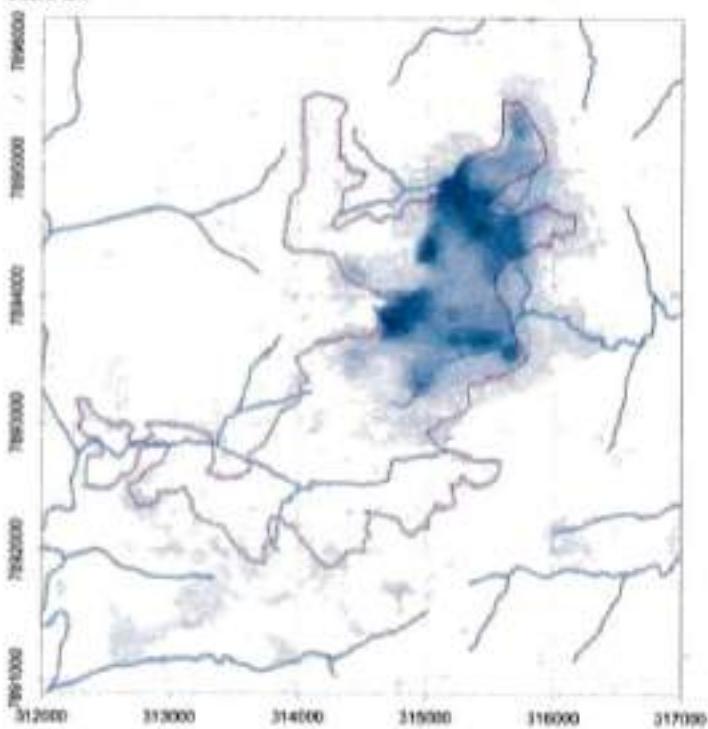
Ano 03



Rebaixamento do lençol
freático (m)



Ano 10



Bruno Neto de Ávila
Gestor Ambiental SUPRAM TMAP



Rubrica

1.397.594-1

MASP

02/04/2018
Data

Superintendente SUPRAM TMAP

Data: 11/04/18

Data: 11/04/2018

**Vazões Oriundas do Sistema de Rebaixamento**

Para se estimar as vazões necessárias para subsidiar o pedido de outorga de rebaixamento do lençol freático admitiu-se, no estudo, que toda a água subterrânea deverá ser aportada para "sumps". Para efeito da quantificação das vazões aportadas para os "sumps", utilizou-se, como referência, um rebaixamento de cerca de 10 m em relação ao fundo da cava e das bermas, de modo a simular condições não saturadas para o avanço da lavra.

A estimativa das vazões de água subterrânea para o sistema de rebaixamento, ao longo da operação da cava, foi quantificada a partir do balanço hídrico gerado pelo modelo computacional.

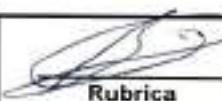
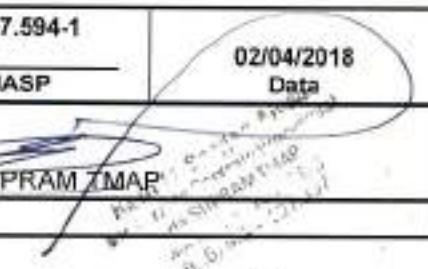
Ressalta-se que os valores apresentados representam somente a contribuição de água subterrânea, não sendo consideradas quaisquer parcelas referentes à drenagem de águas superficiais (pluviais), as quais foram devidamente consideradas em relatório específico (CLAM, 2018).

As vazões decorrentes do rebaixamento do nível freático variam sazonalmente, em decorrência da sazonalidade da recarga, e têm valores máximos da ordem de 110 m³/h na cava do Ano 01, cujos valores aumentam progressivamente na medida em que a cava se expande lateralmente e verticalmente.

O valor obtido deve ser considerado como preliminar e conservador, pois como não há, ainda, o sequenciamento gradual da cava, foi admitido o aporte de água na condição mais crítica. Esse valor deverá ser passível de revisão em futuras simulações do modelo, tendo em vista que melhores informações sobre a cava estarão disponíveis nos próximos estágios, quando a lavra estiver sendo desenvolvida.

Tabela 6.3: Valores anuais máximos previstos para o desaguamento de águas subterrâneas na cava

Ano	Vazão máxima (m ³ /h)
0-1	110
1-2	144
2-3	162
10	402

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Suparintendente SUPRAM TMAP	
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018		

Deflúvios Naturais

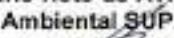
Na área de interesse, os cursos de águas superficiais podem ser divididos em três categorias:

- Aqueles que terão seus eixos de drenagem e/ou suas bacias de contribuição afetada diretamente pelas operações de lavra, ou seja, que terão áreas efetivamente suprimidas pela lavra. São eles: córrego Barrinha (na porção Norte), córrego do Tanque (na porção Central);
 - Aqueles que possuem parte de sua bacia de contribuição em áreas afetadas pela lavra. Nesta categoria incluem-se o córrego Sabão, que recebe contribuição dos dois primeiros; e,
 - Aqueles cujos eixos de drenagem e/ou áreas de contribuição estarão fora do alcance das operações de lavra, tais como os córregos Jacu e da Grotta.

Os cursos d'água que terão seus escoamentos de base mais afetados serão justamente aqueles que terão áreas suprimidas pela atividade de lavra, conforme esperado. Portanto as vazões de deflúvio subsuperficial para o córrego do Tanque serão as primeiras a sofrerem redução, em função do desenvolvimento inicial da lavra, que será realizada nas suas proximidades. Já no Ano 10, o deflúvio responsável pelo escoamento de base deste córrego estará sendo totalmente captado pelos "sumps" da cava, os quais serão responsáveis pela restituição dessas vazões a jusante da cava.

A partir do Ano 2, com o avanço da lavra em direção à sua porção Norte, o córrego Barrinha deverá ser o próximo a ter seu escoamento de base afetado em função do rebaixamento necessário à lavra. No caso desses cursos d'água, diretamente afetados pela lavra, a redução do escoamento de base se dará não só pelo desaguamento do aquífero, mas também pela própria supressão do aquífero em si, ou seja, da capacidade de armazenamento subsuperficial de água.

Para as demais drenagens que poderiam ser afetadas diretamente pela atividade de lavra, o balanço hidríco obtido do modelo sugere que praticamente não haverá interferências no escoamento de base natural que flui para esses cursos d'água nos três primeiros anos de operação da cava. Tal fato, novamente, está em concordância com a baixa magnitude de dispersão lateral do cone de rebaixamento da superfície freática prevista pelo modelo computacional.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP 	

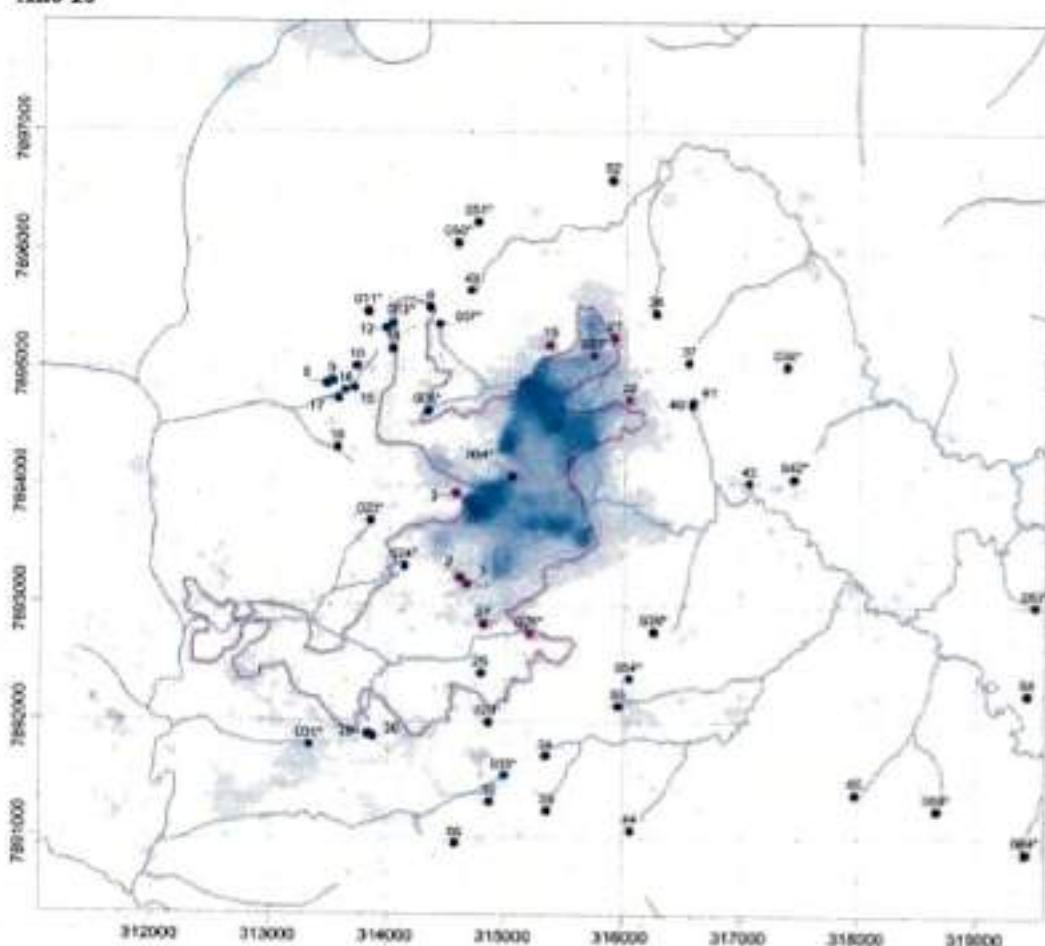


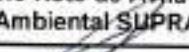
Interferências nas Nascentes

No que se refere às nascentes existentes no entorno da mina, é certo que uma parte delas será suprimida em função da própria lavra, cuja natureza é remover o solo local para extração do minério. Assim, todas as nascentes localizadas no interior da cava serão efetivamente suprimidas, totalizando 06 nascentes.

Ressalta-se que a supressão dessas nascentes já foi devidamente licenciada. Outra parte das nascentes, sendo 04, poderá ser afetada pela atividade da mina, pela proximidade da cava, sendo afetadas pelo rebaixamento do lençol freático. Nesse caso, poderá haver desde a total supressão das vazões nessas nascentes, ou, o seu deslocamento para cotas mais inferiores.

Ano 10



Bruno Noto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 _____ MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP	
Data: 11/09/18	Data: 11/04/2010		

**PLANO DE USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA**

Nesse estudo, chegou-se à conclusão de que as águas coletadas nos "sumps" das cavas iniciais poderão ser bombeadas ou diretamente para os canais coletores de drenagem superficial (escoando para fora da cava por gravidade a partir daí) ou para pontos dos córregos Barrinha e Tanque, imediatamente a jusante do limite da cava. É esperado que esses "sumps" sejam capazes de concentrar a maior parte das águas subterrâneas que ocorrem na área da cava.

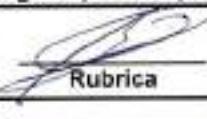
A reposição dessas vazões coletadas nas cavas iniciais para os córregos Barrinha e Tanque é muito importante para a manutenção dos seus desflúvios naturais, principalmente quando se considera a sua contribuição para o armazenamento de água no reservatório da barragem de rejeitos do Projeto, que terá também a função de suprir água nova para a usina de beneficiamento, onde também será retificado o portaria de outorga da captação na barragem de rejeito para somar essa vazão dos desaguamento de águas subterrâneas advindo da cava. O direcionamento das águas provenientes do sistema de drenagem e desaguamento da cava para a barragem de rejeitos contribuirá para a contenção dos sedimentos gerados na cava, os quais serão retidos na própria barragem. Uma parcela das águas acumuladas nos "sumps" também poderá ser utilizada para umidificação de vias, principalmente na área da cava, pela proximidade do ponto de captação em relação ao seu uso.

PLANO DE CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS

As cavas iniciais do Projeto Salitre estão localizadas integralmente nas sub-bacias dos córregos Barrinha e do Tanque. Nesta fase da lavra, os pontos de lançamento do sistema de drenagem de águas pluviais, escoadas por gravidade ou bombeadas dos "sumps", estarão localizados no próprio córrego Barrinha e no córrego do Tanque. Logo após essa confluência com o córrego Barrinha, o córrego do Tanque deságua na barragem de rejeitos do córrego do Sabão.

Portanto, tendo em vista a dinâmica de lavra da mina, sugere-se que a contenção de sedimentos dos anos iniciais seja feita a jusante do córrego do Tanque, na própria barragem de sedimentos, sem necessidade de estruturas intermediárias de contenção.

Já para o Ano 10, embora se observe a expansão da cava em direção à bacia do córrego Grotão, não há necessidade de implantação de sistema de contenção de sólidos, pois as poucas bermas que se encontram adentrando esta sub-bacia podem ser direcionadas em sentido contrário, encaminhando a drenagem das águas pluviais para a bacia do córrego Barrinha.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP	
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018		



CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o Art. 2º, inciso VI, alínea "a" da Deliberação Normativa CERH nº 07 de 4 de novembro de 2002, o empreendimento é de grande porte e potencial poluidor e será levado à apreciação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paranaíba, correspondente à Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRH PN1, pertencente à bacia do rio Paranaíba.

Trata-se de uma captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível d'água em mineração, com aproveitamento da vazão da água captada. Segue sucintamente, informações imprescindíveis para as considerações deste parecer de outorga:

1. O rebaixamento está totalmente inserido na área do empreendimento do qual faz parte a cava;
2. Para implantação do CMISS, a área requerida junto ao DNPM totaliza 2.787,5 hectares, sendo composta pela área de servidão (DNPM 830.057/2002) e por duas áreas contíguas: Salitre 1 (DNPM 830.373/1995) e Salitre 4 (DNPM 830.374/1995), que terão em conjunto toda a infraestrutura necessária para a implantação de um único empreendimento;
3. Todas as informações constatadas nesse Parecer foram extraídas do Relatório de Outorga, informações complementares e consultado também o Estudos hidrológicos e hidráulicos para dimensionamento do sistema de desaguamento e drenagem superficial da cava do projeto salitre;
4. O empreendimento não poderá avançar na porção da margem direita do córrego tanque uma vez que na simulação do rebaixamento do lençol freático poderá interferir nas nascentes 26 e 27 pertencentes à bacia hidrográfica do rio Araguari;
5. Considerando que todos os corpos hídricos (nascentes e cursos d'água) impactados pelo rebaixamento estão inseridos na bacia do Córrego Tanque Afluente do Córrego Sabão o qual está instalado a Barragem de Rejeito SABÃO I que possui sistema próprio de regularização de vazão a jusante, e que não existe usuários além da Galvani inseridos nos trechos impactados, não será necessário a reposição de vazões neste primeiro momento do projeto, contudo será condicionados os monitoramentos hidrológicos superficiais e subterrâneos no entorno do empreendimento a fim de acompanhar se na evolução da cava será necessário o aporte de vazão em algum corpo hídrico.
6. O modelo hidrológico deverá ser atualizado periodicamente para melhor se ajustar a situação real da hidrologia local do empreendimento.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM TMAP	
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018		

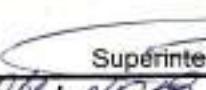


CONCLUSÃO

A equipe técnica da SUPRAM TMAP é favorável, quanto ao deferimento com condicionantes do processo de outorga nº 24720/2016 para a modalidade de outorga, captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível d'água em mineração. A área da cava deve respeitar a poligonal apresentada no processo com previsão de 10 anos de exploração, sendo que qualquer alteração o empreendedor deverá solicitar retificação de portaria de outorga. A vazão de captação de água subterrânea será de até 402 m³/h, 24 horas por dia, todos dias do mês, por todo o ano.

Condicionantes:

ITEM	DESCRÍÇÃO DAS CONDICIONANTES	Prazo
1	A empresa deverá garantir a reposição de vazões a terceiros quando verificados impactos em poços e demais captações no raio de influência do rebaixamento da cava em operação.	Na vigência da Outorga
2	Executar o monitoramento das vazões dos pontos de monitoramento superficiais conforme rede já instalada com a inclusão de mais um ponto de monitoramento no córrego da Grotá	30 dias
3	Executar o monitoramento dos níveis de água nos piezômetros, semanalmente, conforme rede já instalada com a inclusão de mais um ponto de monitoramento próximo as coordenadas 19° 2'48.63"S e 46°45'49.06"O.	30 dias
4	A empresa deverá comunicar oficialmente a SUPRAM qualquer interferência nos recursos hídricos identificada e não prevista por ventura causada pela execução da cava.	Na vigência da Outorga
5	A empresa deverá apresentar modelo matemático hidrogeológico atualizado, apresentando proposta para adensamento da rede de monitoramento, caso seja necessário.	3 anos
6	Executar o monitoramento da qualidade das águas nos pontos de monitoramento de água superficial e subterrânea, de acordo com a rede instalada com periodicidade semestral, conforme parâmetros estabelecidos na Licença de Operação.	Na vigência da Outorga

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP	02/04/2018 Data
	 Superintendente SUPRAM-TMAP		

Data: 11/04/18

Data: 11/04/2018

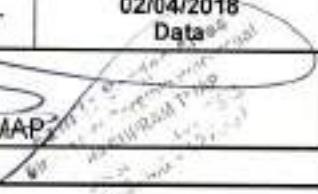


7	<p>Instalar equipamento hidrométrico nos conjuntos de bombeamento e realizar leituras semanais nos equipamentos instalados, armazenando-as na forma de planilhas, que deverão ser apresentadas a SUPRAM quando da renovação da outorga ou sempre que solicitado.</p> <p>A intervenção para bombeamento só poderá ocorrer após a instalação dos equipamentos de medição, devidamente comunicada a SUPRAM.</p>	Antes da Operação do sistema.
---	--	-------------------------------

Relatórios de cumprimento de condicionantes: deverão ser enviados Anualmente a Supram-TMAP os resultados das análises efetuadas. O relatório deverá ser elaborado por laboratório em conformidade com a legislação vigente.

VALIDADE

Em acordo termos do artigo 3º, inciso II, da Portaria IGAM nº 49, de 01 de julho de 2010, coincidindo com a vigência da Licença de Operação, vinculada a este processo. Insta mencionar que a portaria somente será publicada após o deferimento do processo de licença de operação.

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP		 Rúbrica	1.397.594-1	02/04/2018
		 Superintendente SUPRAM TMAP		
Data: 11/04/18	Data: 11/04/18			



Anexo Fotográfico – Processo 24720/2016



Imagen de Satélite.



Foto da Cava ao Fundo.



Imagen aérea da cava (ao fundo) e córrego Tanque (a direita).

Bruno Neto de Ávila Gestor Ambiental SUPRAM TMAP	 Rubrica	1.397.594-1 MASP 02/04/2018 Data
		Superintendente SUPRAM-TMAP
Data: 11/04/18	Data: 11/04/2018	



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Superintendência Regional de Meio Ambiente do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

OFÍCIO SUPRAM TM/AP N° 2320/2018

Uberlândia/MG, 03 de julho de 2018.

Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH
Rodovia Papa João Paulo II, 4143 – Cidade Administrativa Presidente Tancredo Neves
Prédio Minas, 2º Andar – Bairro Serra Verde
Belo Horizonte/MG – 30630-900

De: Kamila Borges Alves

Diretora de Controle Processual da SUPRAM TMAP

(designada para responder pela Superintendência Regional por ato do Governador – IOF/MG 12/04/2018).

PROTÓCOLO GABINETE DA FEAM	
DATA: 17/07/18	
Número do Protocolo:	446
Assinatura:	

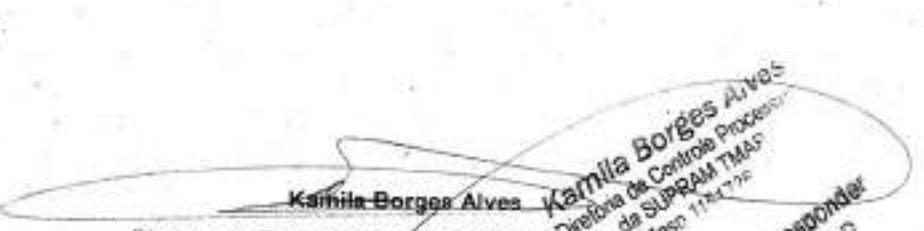
Prezado,

Venho através deste, encaminhar os processos de outorga de nº. 24720/2016 e 23750/2015 em nome do empreendedor GALVANI INDUSTRIA, COMERCIO E SERVIÇOS S.A. os quais de acordo com o art 2º, inciso VII, alínea "b" da Deliberação Normativa CERH – MG nº07 de 04 de novembro de 2002 tem seu enquadramento como de grande porte e potencial poluidor, devendo ser apreciado pelo colegiado CBH.

Conforme ofício 008/2047 do CBH - Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes do Alto Paranaíba que devolveu os seguintes processos alegada a impossibilidade de deliberar o pedido de outorga de grande porte, em função do pedido de vista dos processos em questão.

Visto a perda do prazo de até 60' (sessenta) dias corridos para deliberar sobre a aprovação das outorgas conforme disposto no art 7º da Deliberação Normativa CERH – MG nº31 de 26 de novembro de 2009, fica previsto no artigo seguinte caput que os processos de outorga do IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas deverão ser pautados para deliberação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH, conforme art. 43, inciso V, da Lei 13.199/99, em reunião imediatamente posterior à data do vencimento.

Atenciosamente,


Kamila Borges Alves
Diretora de Controle Processual da SUPRAM TMAP
(designada para responder pela Superintendência Regional por ato do Governador – IOF/MG 12/04/2018)

SUPRAM – TMAP
Praça Tubal Vilela, nº 3 – Uberlândia – MG
CEP 38400-186
Tel: (34) 3088-6432

25.455.858/0001-71
FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE
RIO. PREFETO AMÉRICO GIANETTI, S/Nº
SERRA VERDE - EDIFÍCIO MINAS - CEP 31630-900
Belo Horizonte - Minas Gerais

Oficio 008/2017

Patrocínio, 12 de junho, de 2018

Ao Núcleo do IGAM na SUPRAM/TM

Assunto; devolução de processo;

Senhor Coordenador da Unidade Regional de Gestão de Águas,

Estamos devolvendo os Processos de nº. 24720/2016 e 23750/2015, da empresa Galvani Indústria, Comercio e Serviços S.A, pois ficamos impossibilitados de deliberar o pedido de outorga de grande porte, em função de pedido de vista dos processos o comitê não consegue pautar novamente os processos conforme a DN 31 de 26 de agosto de 2009.

Colocando-nos à disposição, agradecendo antecipadamente a atenção dispensada, renovando protestos da mais alta consideração.

Respeitosamente,



Leocarlos Marques Mundim

Presidente CBH AMAP PN1



Antonio G. Oliveira

Secretário



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Conselho Estadual de Política Ambiental –COPAM
Superintendência Regional – TRIÂNGULO MINEIRO e ALTO PARANAÍBA

PLEITO DE OUTORGA DE DIREITO DE USO DE ÁGUAS

1) Identificação

Requerente: GALVANI INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS S.A.

Processo nº: 24720/2016

Enquadramento: DE ACORDO O ART. 2º, INCISO VII, ALÍNEA "B" DA DELIBERAÇÃO NORMATIVA CERH - MG Nº 07, DE 4/11/2002

2) Uso das obras

Finalidade: Captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível d'água em mineração, com método de desaguamento denominado "sumps", instalados no fundo da cava.

2.1 - Caracterização da intervenção: Com a necessidade de uso de água para fins de desenvolvimento de atividade minerária, Galvani Indústria, Comércio e Serviços S.A., formalizou processo de licenciamento ambiental para implantação da Barragem de Rejeitos, cujo processo de licenciamento foi registrado no âmbito SIAM nº 0078/1980/052/2011, cuja licença foi concedida, com validade até 28/07/2023.

Posteriormente, foi formalizado o presente processo de outorga nº. 24720/2016, relativa à captação de água para fins de rebaixamento de nível d'água em mineração, objetivando a produção de concentrado de fosfato e posterior beneficiamento, estando a intervenção hidrica situada na bacia do Rio Paranaíba.

Foram realizados estudos hidrológicos no intuito da construção de poço de bombeamento para obter parâmetros hidrodinâmicos e verificar a disponibilidade hidrogeológica do sistema aquífero local. A perfuração do poço atingiu a profundidade de 42 metros, se verificando o nível freático estático à profundidade de 17,94 metros.

O teste de bombeamento do poço foi realizado num período de 24 horas, tendo sido observada estabilização do rebaixamento em 13,20 metros de profundidade. Após, foi feita o acompanhamento da recuperação do poço.

Município: Serra do Salitre - MG

Tipo de intervenção: Captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível d'água em mineração

Tipo de Aquífero: Fissurado

Litologia: Fosfarenito

SUPRAM - TM/AP

Recebido em: 13/10/2018

SUPRAM TM/AP, Praça Tubal Vilela, nº 03, Centro – Uberlândia – MG

*Antônio Gólio de Oliveira
Secretário Executivo
ONL*



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Conselho Estadual de Política Ambiental –COPAM
Superintendência Regional – TRIÂNGULO MINEIRO e ALTO PARANAÍBA

Bacia hidrográfica do rio estadual: RIO PARANAÍBA

Bacia hidrográfica do rio federal: RIO PARANAÍBA

3) Parecer Técnico

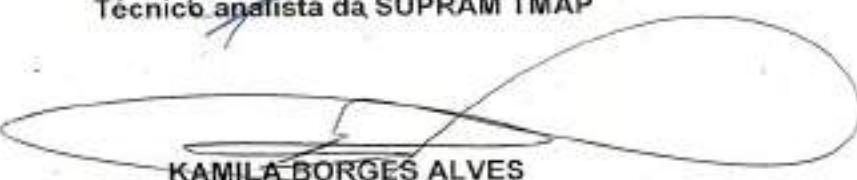
A equipe técnica da SUPRAM TMAP é favorável quanto ao deferimento com condicionantes do processo de outorga nº. 24720/2016 para a modalidade de outorga descrita como Captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível d'água em mineração.

O poço foi perfurado nas seguintes coordenadas geográficas: 19° 02' 23,4" latitude e 46° 45' 4,98" longitude, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, correspondente à Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRH PN1.

De acordo o art. 2º, inciso vii, alínea "b" da deliberação normativa CERH - MG nº 07, de 4 novembro de 2002 o empreendimento é de grande porte e potencial poluidor e será levado à apreciação da câmera de instrumentos de gestão do CERH ou do comitê de bacia correspondente.

Uberlândia-MG, em 13 de abril de 2018.


BRUNO NETO DE ÁVILA
Técnico analista da SUPRAM TMAP


KAMILA BORGES ALVES
Diretora de Controle Processual da SUPRAM TMAP
(designada para responder pela Superintendência Regional por ato do Governador – IOF/MG 12/04/2018)



MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DA FORTALEZA

Praça do Santuário, 1.373, Centro – CEP 38735-000 – Cruzeiro da Fortaleza – MG

Fone-Fax: (34) 3835-1222

E-mail: prefeitura@cruzeirodafortaleza.mg.gov.br



PARECER SOBRE O PEDIDO DE VISTA

PROCESSO DE OUTORGA 24720/2016

Pedido de vista referente ao Processo 24720/2016 que tramitou junto ao Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1).

1. INTRODUÇÃO

Este documento refere-se ao **processo de outorga nº 24720/2016**, para fins de captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível de água em mineração (código 10), em área localizada na Fazenda Salitre, zona rural do município de Serra do Salitre. A empresa **Galvani Indústria, Comércio e Serviços S/A**, CNPJ nº 00.546.997/0013-13, requerente deste processo, fez o protocolo do pedido junto à Superintendência Regional de Meio Ambiente do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (SUPRAM/TMAP) no dia 29/06/2016.

O pedido de rebaixamento está localizado na bacia hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1), mais especificamente na microbacia do Ribeirão Fortaleza. Esta microbacia possui sua maior área localizada no município de Cruzeiro da Fortaleza, sendo o Ribeirão Fortaleza o principal recurso hídrico de abastecimento público da sede municipal. A área do empreendimento denominado de Projeto Salitre localiza-se a uma distância aproximada de 12 km da sede de Cruzeiro da Fortaleza.

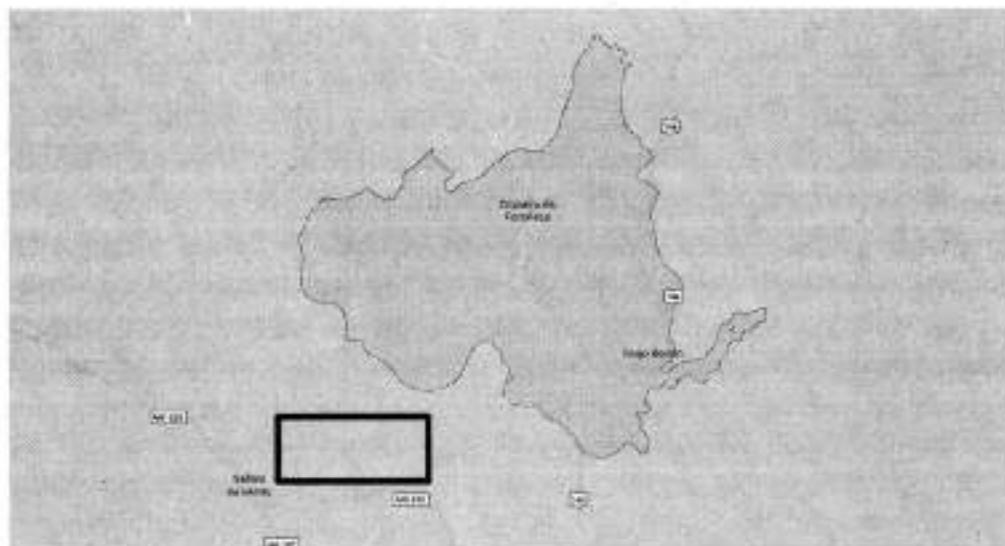


Figura 1 – Vista da localização do empreendimento (em vermelho) e do município de Cruzeiro da Fortaleza.

RL/119236/2018
01/07/2018
Assinatura
Vila



Os estudos hidrogeológicos e o modelo numérico do processo foram realizados pela empresa Clam Engenharia Hidrocnese, na responsabilidade do profissional Leonardo Oliveira, CREA 66.312/D, engenheiro civil e elaborador destes estudos.

A equipe técnica da SUPRAM/TMAP, na pessoa de Bruno Neto de Ávila, Engenheiro Ambiental e Gestor Ambiental do órgão (MASP 1.397.594-1), foi favorável ao deferimento com condicionantes deste processo de outorga.

O processo de outorga, juntamente ao parecer técnico da SUPRAM/TMAP, foi encaminhado ao Comitê de Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (CBH AMAP) correspondente à Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos UPGRH PN1, pertencente à bacia do Rio Paranaíba, para que pudesse ser apreciado pela Câmara Técnica de Outorga e Cobrança (CTOC). De acordo com o Art. 2º, inciso VI, alínea “a” da Deliberação Normativa CERH nº 07, de 04 de novembro de 2002, todo empreendimento classificado como de grande porte e potencial poluidor, deve ser apreciado pelo CBH.

O Parecer da CTOC foi favorável ao deferimento do processo, nos seguintes termos de conclusão: “Diante do parecer técnico do IGAM e da análise feita pelos membros da CTOC, esta Câmara Técnica de Outorgas e Cobrança recomenda o deferimento do pedido de outorga da Galvani Indústria, Comércio e Serviços S.A nos termos propostos, e mediante o atendimento das condicionantes citadas.”.

Ato contínuo, o referido pedido de outorga foi remetido à Plenária do CBH AMAP (PN1) para deliberação em Assembleia realizada na data de 12 de junho de 2018, oportunidade na qual o Município de Cruzeiro da Fortaleza, junto ao Município de Serra do Salitre e à FIEMG, requereu vista do processo por força de existência de dúvidas atinentes ao projeto em questão.

Dentro deste contexto, explica-se que o presente documento expõe as razões motivadoras do pedido de vista realizado pelo Município de Cruzeiro da Fortaleza, recolocando temas importantes para reflexão do Plenário deste Conselho com vistas à preservação ambiental, à defesa do bem comum e dos interesses públicos, considerando os argumentos legais, conceituais e, especialmente técnicos, que comprovam a disponibilidade hídrica, matéria única e exclusiva da outorga pelo direito de uso dos recursos hídricos, conforme claramente determinado pela Lei nº 13.199/1999.

2. JUSTIFICATIVA DO PEDIDO DE VISTA

2.1. Ausência de análise técnica quanto aos impactos causados aos usuários a jusante do empreendimento – Necessidade de esclarecimentos e de imposição de condicionantes referentes ao Município de Cruzeiro da Fortaleza

Como brevemente explicitado, o Pedido de Outorga ora em questão, após ser avaliado pela SUPRAM, perpassou pela Câmara Técnica do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes



Mineiros do Alto Paranaíba, percurso este que condicionou a existência de 4 (quatro) documentos técnicos a respeito do tema, quais sejam: a) *O Pedido de Outorga formulado pela Galvani Indústria, Comércio e Serviços S/A*; b) *O parecer da SUPRAM*; c) *O parecer formulado pelo Município de Serra do Salitre* e d) *O Parecer confeccionado pela CTOC*.

Ocorre que, apesar dos esforços intentados pelos representantes do Município de Cruzeiro da Fortaleza, especialmente na reunião de discussão da CTOC, restou silente, tanto por parte da própria Câmara Técnica quanto pela empresa pleiteante, a análise técnica sobre os impactos causados pelo empreendimento aos usuários a jusante, aqui identificado, principalmente, o ente municipal ora manifestante.

De fato, há de se destacar que o Parecer simplista emanado pela CTOC faz referência apenas aos documentos já juntados ao processo – Parecer da SUPRAM e Pedido da Galvani – não abordando a discussão levantada pela municipalidade de como os possíveis riscos ambientais provenientes de um empreendimento de grande porte e potencial poluidor poderá interferir na qualidade de vida em Cruzeiro da Fortaleza.

Neste contexto, há de se destacar a violação à norma contida no art. 4º do DN CERH nº 31/2009, a qual prescreve a necessidade de uma análise contemplativa sobre usos múltiplos da água afetada pelo usuário outorgado. Vejamos:

Art. 4º - Para a decisão dos processos de outorga de empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor, os comitês de bacia hidrográfica deverão se basear nos pareceres conclusivos encaminhados pelo IGAM ou pela SUPRAM, e nos seguintes quesitos, quando houver:

I - as prioridades de uso estabelecidas nos Planos Diretores de Recursos Hídricos ou em Deliberação dos Comitês;

II - a classe de enquadramento do corpo de água;

III - a manutenção de condições adequadas ao transporte hidroviário, quando for o caso;

IV - a necessidade de preservação dos usos múltiplos, explicitada em deliberações dos respectivos comitês. (grifo nosso)

Parágrafo único. A análise referente à manutenção de condições adequadas ao transporte hidroviário deverá ser realizada com base em planos e programas oficiais.

Ainda, imperioso ressaltar que, de acordo com o art. 17 da Lei nº 13.199/1999, o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos do Estado tem por objetivo assegurar os controles quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Ou seja, a outorga não tem como objetivo negar o acesso à água a este ou àquele usuário, mas, sim, garantir o acesso aos múltiplos usos.

Isso está expresso por um dos principais fundamentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, especificamente no art. 2º da Lei 13.199/1999, o qual prescreve: *a Política Estadual de Recursos Hídricos visa a assegurar o controle, pelos usuários atuais e futuros, do uso da água e de sua utilização em quantidade, qualidade e regime satisfatórios*.



Ao determinar que seja feito o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, a Política Estadual define como usos prioritários o abastecimento público e a manutenção dos ecossistemas. No entanto, analisando todo o procedimento de outorga ora em questão, não há nenhuma referência aos usuários do município a jusante do empreendimento ora em tela.

Portanto, necessária se faz a resolução desta lacuna na apresentação formulada pela empresa pleiteante através da apresentação de um laudo técnico que abranja o Município de Cruzeiro da Fortaleza, especialmente no que tange ao impacto causado pela alteração da qualidade e da quantidade da água a jusante do empreendimento.

Por fim, há de se destacar que a empresa pleiteante tem se escusado de realizar o referido estudo técnico sob a argumentação de que há licença já concedida referente à vazão da água que se encontra em seu empreendimento em direção ao Município de Cruzeiro da Fortaleza, sugerindo, assim, uma análise conjunta da outorga e do licenciamento. De fato, essa integração é da maior importância e de grande benefício, não só para a segurança hídrica e ambiental, mas também para a própria segurança do investidor/empreendedor.

Entretanto, a análise integrada não significa que um instrumento irá complementar falhas de outro. Se há erros de análise no processo de licenciamento, este deverá ser revisto, mas, jamais imputar à outorga, sem nenhum respaldo legal, a responsabilidade de dar respostas que o licenciamento não deu. A reciproca é verdadeira. Portanto, há informações no processo de outorga que foram analisados nos processos de licenciamento da empresa, e que neste processo não são apresentadas e nem explicadas como foram decididas, restando necessário o esclarecimento completo sobre a condição ambiental ora exposta.

2.2. Características do Empreendimento que fundamentam a impugnação realizada por Cruzeiro da Fortaleza.

O empreendimento que utilizará da Outorga ora impugnada, pelas suas próprias características, é identificado como de grande porte, abrangendo uma vasta área que, conforme os estudos apresentados neste Processo, contemplam uma variedade de nascentes que abastecem a região ao redor.

Segundo o Parecer formulado pela SUPRAM/TMAP, o empreendimento suprimirá 06 (seis) nascentes localizadas dentro da área da cava, podendo afetar ainda mais quatro 04 (quatro) nascentes ao redor da atividade de mina.

Ainda, segundo informações constantes dos estudos apresentados no processo, os impactos sobre os recursos hídricos, que estão inseridos inicialmente na bacia do PN1, poderão, a longo prazo, atingir a bacia do PN2.

Neste contexto, há de se questionar a ausência de um estudo de impactos mais abrangente, que inclua não só os Municípios diretamente afetados em sua superficialidade (Serra do



Salitre), mas também aqueles que se utilizam dos recursos hídricos advindos das bacias do PN1 e PN2.

Mas, qual a motivação da ausência de uma análise completa que envolva o Município de Cruzeiro da Fortaleza. Como pode se perceber, no processo, inexiste qualquer menção à vazão ou à qualidade das águas utilizadas no empreendimento e que depois serão aportadas no Ribeirão Fortaleza e, por sua vez, chegarão ao ente municipal ora manifestante.

Destaca-se que estas análises abrangentes são exigidas no Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Vejamos:

Na análise dos processos de outorga torna-se necessária, em casos determinados, a vinculação de cuidados e/ou ações condicionantes a serem atendidas pelos usuários após a publicação da respectiva Portaria de outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Tais condicionantes devem referir-se ao monitoramento da quantidade, da qualidade e do regime das águas, de tal forma que a intervenção autorizada não comprometa outros usos concomitantes dos recursos hídricos, não cause impactos inapagáveis aos fluxos residuais e ao meio biótico e ainda que atendam as recomendações da autoridade outorgante, de forma a possibilitar a continuidade da intervenção, quando da análise de um pedido de renovação da outorga.

O cumprimento das condicionantes deve ser comprovado por meio de relatório técnico, com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, sob pena de suspensão da outorga de direito de uso de recursos hídricos, conforme expresso no parágrafo segundo do Art. 9º da Portaria IGAM no 49/2010.

(...)

O rebaixamento de nível de água é um procedimento que tem por objetivo manter o nível d'água em uma determinada cota que permita a continuidade das atividades de lavra em atividades de mineração ou ainda que permita a implantação de estrutura de engenharia, por exemplo, da execução de fundações.

(...)

Para a continuidade da exploração de uma área de mineração, eventualmente, torna-se necessário o rebaixamento do nível de água para prosseguimento das suas atividades. Mesmo não havendo uso consuntivo da água, é necessária a obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Para instrução dos pedidos de outorga para fins de rebaixamento, além daqueles documentos anteriormente citados para a perfuração dos poços tubulares profundos, devem ser apresentados os seguintes estudos e informações

- o projeto detalhado de rebaixamento de nível de água (estruturas de captação, níveis de água e vazões projetadas ao longo do tempo);
- a descrição detalhada das estruturas de captação de água subterrânea que compõe o sistema de rebaixamento (poços tubulares, drenos, bombas, etc.);
- o quadro com as vazões projetadas ao longo do tempo, em intervalos máximos de 05 (cinco) anos, informando a cota final do fundo da cava para cada intervalo;
- a caracterização hidroclimática da área;
- a modelo caracterização hidrográfica da área;
- a caracterização geológica e estrutural, em escala regional e local;



MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DA FORTALEZA

Praça do Santuário, 1.373, Centro – CEP 38735-000 – Cruzeiro da Fortaleza – MG
Fone-Fax: (34) 3835-1222 E-mail: prefeitura@cruzeirodafortaleza.mg.gov.br



- o modelo hidrogeológico conceitual da área de influência do rebaixamento;
- o balanço hidríco da área de influência do rebaixamento, contendo estimativas anuais de recarga, vazões de bombeamento e descargas naturais;
- o modelo numérico de fluxo subterrâneo compatível com o plano de desenvolvimento da mina;
- o inventário hidrogeológico da área de influência do rebaixamento incluindo a caracterização hidrogeológica das nascentes, poços tubulares e poços manuais;
- a descrição dos impactos ambientais e interferências qualitativas e quantitativas na disponibilidade hidrica local, previstos por ocasião da atividade de rebaixamento de nível de água, inclusive em captações de terceiros;
- a descrição de metodologia para caracterização e quantificação dos impactos esperados;
- o plano de monitoramento hidrológico e hidrogeológico da área de influência do rebaixamento, impresso e em forma de planilha eletrônica, especificando:
 - a descrição e a localização dos pontos de monitoramento;
 - os critérios de seleção dos pontos;
 - os parâmetros monitorados;
 - os instrumentos de medição;
 - a periodicidade de coleta de dados;
 - a metodologia de coleta de dados
- a planta de localização;
- o mapa geológico e estrutural em escala adequada; e
- o mapa hidrogeológico em escala adequada com os pontos de monitoramento e representação do cone de rebaixamento.

Contudo, no presente Processo, elas não foram exigidas pela CTOC ou pela SUPRAM, fato que exige a intervenção do Município diretamente interessado para que, em instância do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, a regularidade do procedimento seja exigida, com a consequente determinação de realização de um estudo técnico que abranja a totalidade das áreas impactadas pelo empreendimento, especialmente, o Município de Cruzeiro da Fortaleza.

3. PROPOSTAS PARA O ENCAMINHAMENTO DA MATÉRIA

Tendo sido apresentada nossas justificativas, nosso encaminhamento é pelo indeferimento ou pela apresentação de novos trabalhos considerando o que foi exposto neste documento.

Caso não seja considerada esta avaliação, o Município de Cruzeiro da Fortaleza vem corroborar os pleitos formulados pela Prefeitura Municipal de Serra do Salitre quando de sua apresentação de parecer:



MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DA FORTALEZA

Praça do Santuário, 1.373, Centro – CEP 38735-000 – Cruzeiro da Fortaleza – MG

Fone-Fax: (34) 3835-1222 E-mail: prefeitura@cruzeirodafortaleza.mg.gov.br



1. Deve ser elaborado um novo modelo hidrogeológico contemplando os aspectos geológicos do Complexo Carbonatítico do Salitre I, assim como a sua delimitação em função do anel de quartzito.
2. O novo modelo hidrogeológico deve contemplar a mina da empresa Mosaic, sua estrutura de rebaixamento de nível d'água (poços tubulares e *sump*) para que sejam realizadas simulações mais precisas sobre os impactos ambientais que serão gerados pelas escavações de ambas as minas.
3. Sugere-se que sejam adotadas condicionantes ambientais ligadas ao monitoramento das águas subterrâneas e superficiais de forma conjunta e compartilhada entre todos os usuários presentes na área de estudo, principalmente as mineradoras, de forma a evitar futuros conflitos entre os usuários.
4. Sugere-se que o processo de outorga seja apreciado também pelo CBH Araguari, uma vez que haverá impactos na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari em função das escavações.
5. Sugere-se que o CBH do Alto Paranaíba organize eventos técnicos sobre as águas subterrâneas, convidando entidades como SBG (Sociedade Brasileira de Geologia), ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas) e CPRM (Serviço Geológico do Brasil) para capacitar os conselheiros e membros da câmara técnica de outorgas em função das demandas que estão surgindo para este comitê, a exemplo das atividades que foram realizadas pelo CBH Araguari.

Por fim, além das condicionantes apresentadas no parecer técnico da SUPRAM/TMAP e das citadas pelo Parecer da Prefeitura Municipal de Serra do Salitre, algumas condicionantes se fazem necessárias e são consideradas em favor do Município de Cruzeiro da Fortaleza:

1. A reposição da vazão total das nascentes e cursos de água que poderão ser afetados pela intervenção;
2. A instalação de piezômetros no município de Cruzeiro da Fortaleza e próximo à sede municipal e monitoramento da evolução dos níveis de água nos aquíferos afetados pelo rebaixamento;
3. A apresentação de projeto de mitigação e controle para o abastecimento de água na região de entorno e, especialmente para a sede municipal, no prazo de 30 (trinta) dias após a publicação da Portaria de outorga;
4. A garantia da imediata reposição de água, por parte da empresa para as populações eventualmente atingidas pelo rebaixamento;
5. A apresentação de relatório técnico-fotográfico de implantação do sistema de monitoramento, apresentado no Plano de Monitoramento Hidrológico e Hidrogeológico, constante do processo;



MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DA FORTALEZA

Praça do Santuário, 1.373, Centro – CEP 38735-000 – Cruzeiro da Fortaleza – MG

Fone-Fax: (34) 3835-1222

E-mail: prefeitura@cruzeirodafortaleza.mg.gov.br



6. A apresentação de relatório de monitoramento relativo ao Plano de Monitoramento;
7. A realização periódica de cadastro de usuários de água, verificando a necessidade de inserir novos pontos de monitoramento;
8. A apresentação de Termo de Compromisso assinado com os usuários à jusante do ponto de intervenção, especialmente com o município de Cruzeiro da Fortaleza, garantindo a manutenção do abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas;
9. A apresentação ao Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes do Rio Paranaíba e à Prefeitura Municipal de Cruzeiro da Fortaleza do Relatório Técnico Anual, contendo informações sobre as medições das vazões monitoradas das águas superficiais e subterrâneas e sobre as vazões repostas nas nascentes e cursos de água, indicando os pontos georreferenciados dos respectivos lançamentos, a partir do primeiro ano do início do rebaixamento no nível de água no empreendimento.

Cruzeiro da Fortaleza, 02 de julho de 2018.


Felipe Augusto Franco Fabres
Procurador-Geral do Município

Maíra Abrahão Pereira Melo
Secretária de Meio Ambiente