



Em atenção ao licenciamento ambiental do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes (Processo SMA 13.587/07), sob responsabilidade da ASPACER – Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento, segundo exigência do Parecer Técnico nº 001/2008 do DEPRN contido no ofício DAIA 2101/08 de 17 de dezembro de 2008, solicita-se Parecer Técnico do DAEE em relação às informações apresentadas no presente relatório.

Segue o trecho transcrito do Parecer Técnico DEPRN 001/2008 no que diz respeito à solicitação ao DAEE.

*“Não obstante a concordância do assessor técnico deste Departamento, Geól. Luciano S. Taveira, com as medidas propostas, faz-se necessário Parecer Técnico do DAEE quanto à viabilidade das interferências em águas subterrâneas, áreas de recarga, principalmente das áreas ainda não iniciadas, e sobre as vazões dos cursos d’água durante a operação do empreendimento, tendo em vista que não foram adequadamente descritos os impactos a serem causados com o bombeamento e drenagem das áreas inundadas para os corpos hídricos e nem tampouco a capacidade de filtração e armazenamento temporário das caixas de decantação.”*

Considerando-se o exposto, são apresentadas as informações e esclarecimentos para a avaliação e elaboração do Parecer Técnico do DAEE.



## 1 – Introdução

Para conhecimento do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes, é realizada uma **caracterização do empreendimento** resumida no **item 2** deste relatório.

As interferências do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes sobre as águas subterrâneas e águas superficiais citadas no Parecer Técnico do DEPRN foram separadas para que a apresentação destas seja realizada de forma clara e concisa, conforme a itemização que segue:

*“Não obstante a concordância do assessor técnico deste Departamento, Geól. Luciano S. Taveira, com as medidas propostas, faz-se necessário Parecer Técnico do DAEE quanto à viabilidade das interferências em (3) águas subterrâneas, áreas de recarga, principalmente das áreas ainda não iniciadas, e (4) sobre as vazões dos cursos d’água durante a operação do empreendimento, tendo em vista que não foram adequadamente descritos os (5) impactos a serem causados com o bombeamento e drenagem das áreas inundadas para os corpos hídricos e nem tampouco a (6) capacidade de filtração e armazenamento temporário das caixas de decantação.”*

Quanto às interferências do Complexo Argileiro Santa Gertrudes em águas subterrâneas e áreas de recarga, segue descrito a avaliação de impacto “Alteração da dinâmica e redução da disponibilidade hídrica subterrânea” no **item 3** do presente relatório, que descreve os potenciais impactos da implantação, operação e desativação do empreendimento sobre as águas subterrâneas.

Para conhecimento das interferências do empreendimento sobre as vazões dos cursos d’água, segue a avaliação de impacto (**item 4**) “Redução da vazão de corpos hídricos superficiais da bacia do ribeirão Santa Gertrudes”.

Os esclarecimentos sobre os impactos a serem causados pelo bombeamento e drenagem das áreas inundadas para os corpos hídricos e a capacidade de filtração e armazenamento temporário das caixas de decantação são apresentados nos **itens 5 e 6**, respectivamente.

As ações de gestão que visam controlar, mitigar, compensar e monitorar os impactos sobre os recursos hídricos são descritas nos seguintes **itens 7 e 8**, respectivamente, Programa de Monitoramento Hidrológico e Programa de Regularização Hídrica da Bacia do ribeirão Santa Gertrudes.

O **Estudo de Impacto Ambiental** e o **Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA** completos, encontram-se no **CD anexo**, onde, caso necessário, poderão ser consultadas informações mais detalhadas do projeto, da caracterização do empreendimento e sobre o diagnóstico realizado sobre os recursos hídricos das áreas de influência do empreendimento.

Este relatório também pode se encontra em formato digital no mesmo **CD anexo**.



*Equipe técnica responsável pelos estudos de recursos hídricos no EIA Complexo Argileiro de Santa Gertrudes.*

Profissional/Função	Formação	Registro em Conselho de Classe	Registro IBAMA
<b>Coordenação Geral do EIA</b>			
Valdir Nakazawa	Geólogo	CREA 06013239201 - SP	118317
<b>Coordenação Técnica do EIA</b>			
George Alfredo Longhitano	Geógrafo	CREA 5062472245 - SP	185285
<b>Hidrogeologia</b>			
Flavio de Paula e Silva	Geólogo	CREA 0600828443 - SP	273458
<b>Hidrologia e Sedimentologia</b>			
Gré de Araújo Lobo	Engenheiro Civil	CREA 0600625301 - SP	-
Delduque Palma Pinto	Engenheiro Civil	CREA 96082 - SP	-
Carlos Lloret Ramos	Engenheiro Civil	CREA 0600557439 - SP	-



## 2 – Caracterização do Empreendimento

O empreendimento com vistas a análise ambiental do DAIA – SMA deverá englobar a extração de argila (argilito) em áreas que vinham sendo mineradas pelo grupo de mineradores abaixo discriminado, bem como a extração em novas áreas.

Atualmente a área já minerada é de aproximadamente 36,5 ha, devendo chegar a 192 ha, ocupando cerca de 62% da área total abrangida pelos processos de concessão de lavra junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), que somam 308 ha.

As áreas abrangidas pelas poligonais de concessão do DNPM no empreendimento, totalizam cerca de 308,00 ha, estando situadas no município de Santa Gertrudes.

O empreendimento encontra-se delimitado, aproximadamente, pelas seguintes coordenadas UTM:

- 7.515.800 a 7.518.800 N
- 243.800 a 245.800 E

Referência: Folhas SF-23-M-I-4 e SF-23-Y-A-IV-2, escala 1:50.000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo - IGG-SP, respectivamente.

Os empreendedores que fazem parte da ASPACER – Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento, cujos empreendimentos são abrangidos pelo EIA/RIMA, estão relacionados a seguir:

Santo Antonio Agropecuária Ltda.

André L. Ramos Argileira – F.I.

Irmãos Granusso Santa Gertrudes Ltda.

Mineração Formigrês Ltda.

Boa Vista Extração, Beneficiamento e Comércio de Argila Ltda. - ME

Mineradora Dois Irmãos Ltda.

José Idário Sillman - ME

Incopisos Indústria e Comércio de Pisos Ltda.

Cerâmica Carmelo Fior Ltda.

Marcelo Ramos - Mineradora

O Estudo de Impacto Ambiental objeto de avaliação na Secretaria do Meio Ambiente (Processo SMA 13.587/07) envolve, portanto, as áreas já explotadas, bem como a ampliação, operação e desativação do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes, sendo tratado de forma integrada como empreendimento único, ainda que composto por várias concessões minerais.



A **figura 2-1** apresenta imagem aérea com a relação de processos de DNPM e os painéis de lavra.



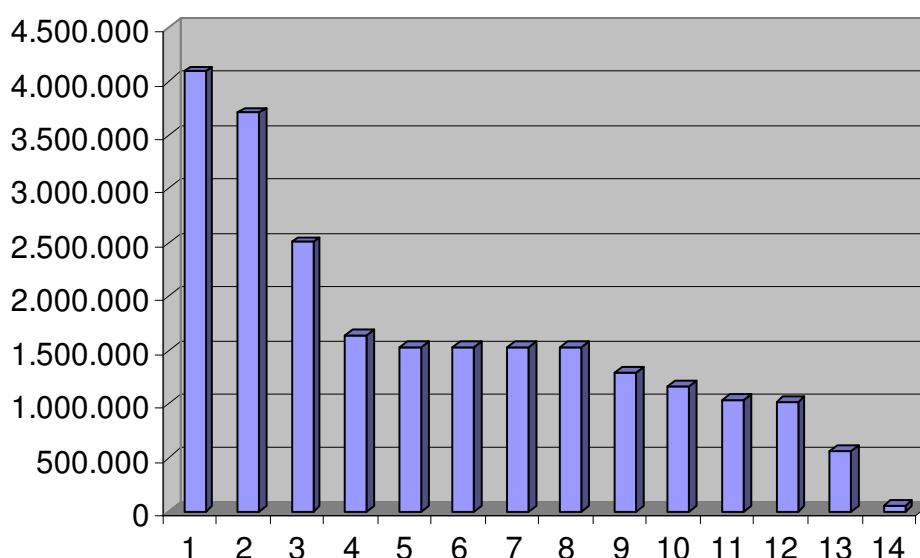
**figura 2-1 – situação atual do empreendimento**



Para a descrição do empreendimento, foi considerada a operação inicial de todos os painéis ao mesmo tempo, de forma a apresentar as intervenções ambientais da forma mais intensa possível, ou seja, o pior cenário do ponto de vista ambiental.

Deste modo, estimou-se que a produção total inicial alcançará 340.900 m<sup>3</sup>/mês, ou 4.090.800 m<sup>3</sup>, no primeiro ano, caindo ao longo do tempo, até o fim das atividades de lavra, estimadas para 14 anos.

A cadência anual de produção do Complexo Argileiro é apresentada na **Figura 2-2**. Ela considera o total produzido pelos empreendedores nos painéis previstos, ao longo do período de funcionamento do complexo – tendo-se em conta que os painéis terão diferentes vidas úteis, de acordo com o tamanho de suas reservas lavráveis.



**Figura 2-2: Representação gráfica da cadência de produção anual de minério no Complexo Argileiro**

Maiores informações de caracterização e operação do empreendimento podem ser consultadas no CD Anexo, que contém o EIA na íntegra.



### 3 - Hipótese de impacto: Alteração da dinâmica e redução da disponibilidade hídrica subterrânea

#### a) Atividades potencialmente geradoras dos aspectos e impactos ambientais previstos

Fase do empreendimento	Atividades	Aspectos ambientais	Impactos ambientais
Implantação	Implantação de estruturas de drenagens externas às cavas;  Remoção de cobertura vegetal;  Remoção do solo;  Terraplanagens para implantação de vias de acesso e melhoria de estruturas de apoio	Impermeabilização de áreas, remoção de solo e subsolo, alteração da dinâmica superficial e de infiltração da água no solo.	Alteração da dinâmica e redução da disponibilidade hídrica subterrânea.
Operação	Adequação e implantação de estruturas de drenagem;  Lavra do minério e formação das cavas		

#### b) Avaliação do impacto

O modelo conceitual de fluxo das águas subterrâneas na área do empreendimento foi realizado considerando-se as seguintes premissas.

- As características litológicas e hidráulicas do solo que recobre e constitui a Formação Corumbataí não o distinguem formalmente como um aquífero e sim como um aquícluído; as condutividades hidráulicas que controlam a velocidade de escoamento da água subterrânea são baixas e mostram tendência de diminuição com o aumento da profundidade e da proximidade das rochas sãs; variações verticais e horizontais e de condutividade hidráulica favorecem o escoamento hipodérmico (fluxo subsuperficial), ao constituir barreiras hidráulicas que dificultam a percolação natural das águas de infiltração;
- Durante o período de estiagem (situação de balanço hídrico negativo), a contribuição de água subterrânea para o escoamento básico é proveniente

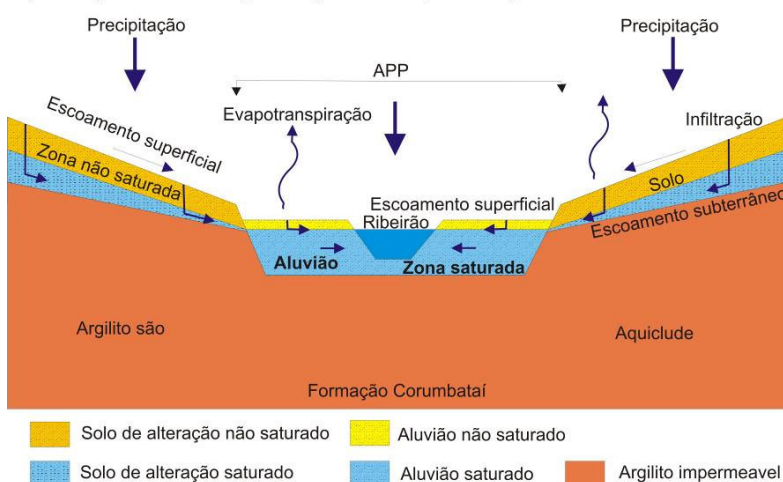


somente das porções próximas aos cursos de água superficiais, geralmente situadas em zonas aluvionares, de topografia relativamente mais baixa em relação às áreas circunvizinhas;

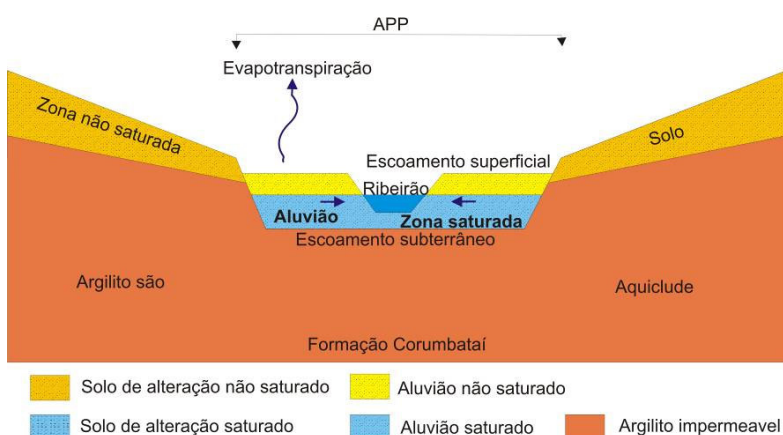
- O reservatório subterrâneo formado por este solo é descontínuo e possui pequena capacidade de armazenamento de água.

A seguir são apresentadas figuras que representam o modelo de fluxo das águas para a estação chuvosa e para estação seca (UNESP, 2006).

A) Estação chuvosa (balanço hídrico positivo)



B) Estação seca (balanço hídrico negativo)



**Figura 3-1– Modelo conceitual de fluxo da área do empreendimento minerário; A) Em situação de balanço hídrico positivo; B) Em situação de balanço hídrico negativo.**



De acordo com o modelo de circulação das águas subterrâneas proposto pela Unesp (2006), as águas infiltradas são armazenadas e se movimentam pelo solo de alteração do argilito em direção às regiões de descarga (cursos de água e pequenas planícies aluviais) praticamente apenas na estação chuvosa.

A partir das características acima descritas, e conhecendo-se as intervenções que serão realizadas no meio físico para implantação e operação do empreendimento, pode-se afirmar que:

- A remoção de cobertura vegetal deixa os solos desprotegidos, provoca aumento do escoamento superficial e da evaporação no solo, portanto, de forma geral, reduz a taxa de recarga das águas subterrâneas. Mas é importante mencionar que este impacto é praticamente insignificante, consideradas as áreas de supressão (inferior a 6,5 ha de vegetação secundária em estágio pioneiro e 0,6 ha em estágio inicial de regeneração) e o atual uso do solo.

- A impermeabilização ou redução da permeabilidade da superfície do solo, necessária para implantação das vias e das estruturas de drenagem e melhoria de estruturas de apoio à mineração, provoca alterações sobre o escoamento das águas e infiltração no solo, reduzindo a taxa de recarga das águas subterrâneas e aumentando o escoamento superficial. Como essas áreas de intervenções são pequenas, esta interferência é pouco significativa.

- A remoção do solo e do argilito durante as fases de implantação e operação do empreendimento deverá provocar alteração na dinâmica de fluxo das águas subterrâneas, uma vez que irá modificar a geometria do próprio corpo aquífero (aquicludo), com redução da disponibilidade hídrica subterrânea devido à remoção do solo armazenador de água subterrânea e também do próprio aquícludo. Entretanto, a transmissão de água e o armazenamento de água no aquícludo são pequenos (baixa porosidade) e mantém-se apenas em períodos chuvosos (quando a disponibilidade hídrica superficial é grande).

- As alimentações das nascentes e as próprias poderão ser afetadas com as transformações locais no capeamento e remoção de solo e minério, pois será reduzida a taxa de descarga de águas subterrâneas nas drenagens existentes, de acordo com o modelo hidrogeológico da área. Chegou-se ao valor anual de perda de  $Q_{7,10}$  para as áreas de mineração entre 17 e 29 m<sup>3</sup>/h (valores detalhados no item apresentado a seguir).

É importante frisar que as interferências são proporcionais ao volume de solo, estéril e argilito a serem removidos ao longo da vida útil do complexo argileiro. Os volumes totais são de 192.000 m<sup>3</sup>, 5.083.000m<sup>3</sup> e 23.192.600m<sup>3</sup>, respectivamente, para solo, estéril e minério. Os depósitos de estéril e solo vegetal serão utilizados nos próprios painéis para reafeiçoar parte das cavas e deverão, desta forma, repor parte da camada de solo e subsolo retirada, reduzindo o impacto e as perdas deverão ser inferiores às apresentadas.



Ainda deve-se mencionar que o Aquífero Itararé, abaixo do aquícluído supracitado, é confinado e coberto em média por mais de 200 metros de argilitos, e por isso a remoção do solo e do minério não interfere em sua recarga.

### c) Valoração dos impactos ambientais

#### **Implantação**

Natureza		Reversibilidade	
Positivo	Negativo	Reversível	Irreversível
	X		X
Abrangência			
Pontual	Local	Regional	
	X		
Relevância			
Irrelevante	Moderadamente relevante	Relevante	Muito relevante
	X		
Magnitude			
Desprezível	Baixa	Moderada	Alta
		X	
Duração		Incidência	
Temporário	Permanente	Direta	Indireta
	X	X	
Manifestação			
Contínua	Descontínua	Cíclica	
	X		
Ocorrência		Prazo de ocorrência	
Real	Potencial	Curto	Médio a longo
X		X	



### Operação

Natureza		Reversibilidade	
Positivo	Negativo	Reversível	Irreversível
	X		X
Abrangência			
Pontual	Local	Regional	
	X		
Relevância			
Irrelevante	Moderadamente relevante	Relevante	Muito relevante
		X	
Magnitude			
Desprezível	Baixa	Moderada	Alta
			X
Duração		Incidência	
Temporário	Permanente	Direta	Indireta
	X	X	
Manifestação			
Contínua	Descontínua	Cíclica	
	X		
Ocorrência		Prazo de ocorrência	
Real	Potencial	Curto	Médio a longo
X		X	

Tendo em vista as características acima descritas, este impacto foi considerado como de **moderada magnitude** na etapa de implantação, pois é irreversível (a dinâmica das águas subterrâneas não poderá retornar a condições iguais às de antes do empreendimento), de abrangência local e moderadamente relevante; e **alta magnitude** na operação, pois sua relevância é superior nesta fase, quando a intensidade e duração das interferências são maiores.



#### **d) Ações de gestão**

##### Medidas de monitoramento:

- Propõe-se o monitoramento piezométrico (incluso no Programa de Monitoramento Hidrológico – **item 7** deste relatório) e de qualidade das águas subterrâneas (Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas – **item 9.2.7 do EIA – Anexo em CD**), com início juntamente com as atividades de implantação do empreendimento, a fim de subsidiar análises futuras em relação ao impacto de alteração da dinâmica das águas subterrâneas.

##### Medidas de mitigação:

- Execução do PRAD, o qual contempla a mitigação e preservação dos recursos hídricos, com, por exemplo, obras de drenagem, revegetação de matas ciliares e plantio de árvores nas áreas dos painéis.

- Programa de Regularização Hídrica da Bacia do ribeirão Santa Gertrudes – **item 8** deste relatório. O projeto prevê que, ao chegarem a sua conformação final, o que irá ocorrer em tempos diferentes, quatro das cavas serão transformadas em reservatórios hídricos a fim de regularizarem as perdas hídricas na microbacia do ribeirão Santa Gertrudes.

#### **e) Magnitude dos impactos previstos considerando as ações de gestão previstas**

Enquanto os reservatórios não forem estabelecidos, as ações de gestão apresentam baixo grau de eficiência. Quando os reservatórios atingirem seus volumes úteis (Painel 1 – em 2 anos; Painel 6 - em 3,3 ou 6,6 anos; Painel 9 – em 10 anos e; Painel 3 - em 14,7 ou 17,9 anos), os impactos previstos serão de **baixa magnitude**, pois embora a dinâmica das águas subterrâneas venha a ser diferente da atual, os reservatórios deverão não apenas regularizar as perdas hídricas (com os reservatórios dos painéis 1 e 6), mas aumentar a disponibilidade hídrica (reservatórios nos painéis 9 e 3) na microbacia do ribeirão Santa Gertrudes.

#### **f) Responsabilidades**

A responsabilidade pela implantação e execução das medidas propostas é dos empreendedores.



#### 4 - Hipótese de impacto: Redução da vazão de corpos hídricos superficiais da bacia do ribeirão Santa Gertrudes

##### a) Atividades potencialmente geradoras dos aspectos e impactos ambientais previstos

Fase do empreendimento	Atividades	Aspectos ambientais	Impactos ambientais
Implantação	Remoção de solo e decapeamento do estéril	Alteração da dinâmica superficial e subterrânea e redução da disponibilidade hídrica subterrânea.	Redução da vazão de corpos hídricos superficiais da bacia do ribeirão Santa Gertrudes
Operação	Lavra do minério e formação das cavas		
Desativação	Formação dos reservatórios (medida mitigadora).	Desvio de água dos Ribeirões Santa Gertrudes e Pau D'Alho.	

##### b) Avaliação do impacto

###### *Implantação e Operação*

Através do diagnóstico de hidrologia e do modelo hidrológico da bacia apresentados no item **7.1.9 do EIA** (pode ser consultado no CD Anexo), puderam ser calculadas as perdas hídricas decorrentes das atividades de remoção do solo, decapeamento e lavra do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes.

Foram comparados 5 métodos de cálculo, dos quais 3 são apresentados em UNESP, 2006 e dois foram realizados no âmbito do presente Estudo de Impacto.

Os valores dos métodos 3 e 5 citados no **Quadro 4-1** foram obtidos com dados hidrológicos medidos em 2005 e 2007, anos normais em termos de precipitações, apresentando, portanto, valores provavelmente maiores que os reais. O valor obtido pelo método 2, como observado em UNESP, 2006, analisa apenas precipitação e evapotranspiração, partindo do princípio que não haverá reposição de estéril e matéria orgânica e ainda considerando a existência de cavas abandonadas sem escoamento de saída, o que não ocorrerá nas áreas mineradas.



**Quadro 4-1 – Comparação de valores de perdas hídricas por diferentes métodos de cálculo**

Método	Perda hídrica	A.D.	Critério	Fonte
	m <sup>3</sup> / h	km <sup>2</sup>		
1	21	1,9	Remoção de solo	UNESP, 2006
2	82		Cavas abandonadas	UNESP, 2006
3	41		Déficit de escoamento 2005	UNESP, 2006
4	17		Q <sub>7,10</sub> DAEE (2,53 l/s.km <sup>2</sup> )	Este estudo
5	29		Q <sub>7,10</sub> gerado médio (4,2 l/s.km <sup>2</sup> )	Este estudo

Considerando as observações a respeito da reposição de solo com estéril e matéria orgânica (**Capítulo 5 - Caracterização do Empreendimento do EIA – Anexo em CD**), verifica-se que os valores mais prováveis de perda hídrica encontram-se entre os valores mais baixos obtidos pelos 5 métodos citados.

Deste modo, considerando-se:

- as observações a respeito das incertezas e os valores de Q<sub>7,10</sub> obtidos no presente estudo;
- as considerações e estudos feitos pelo Relatório UNESP 2006 que chegaram, por outros meios, a valores (~11, 43 e 22 m<sup>3</sup>/h para mineração em 1 km<sup>2</sup>) de mesma ordem de grandeza que as obtidas neste estudo;
- o valor encontrado nas equações de regionalização do DAEE;
- que haverá certa reposição de solo com estéril;

É possível estimar, dadas essas incertezas, que um valor de Q<sub>7,10</sub>, a favor da segurança, para a definição da reposição de água na bacia, encontra-se entre o mínimo de 2,5 l/s.km<sup>2</sup> e o máximo de 4,2 l/s.km<sup>2</sup>.

Considerando-se que a área efetivamente minerada será de 192 ha e utilizando os valores mínimo e máximo de 2,5 e 4,2 l/s.km<sup>2</sup>, chega-se ao valor anual médio de perda de Q<sub>7,10</sub> para as áreas de mineração de 17 e 29 m<sup>3</sup>/h, respectivamente, considerando-se que não haverá reposição do material com estéril e solo vegetal. Levando-se em consideração que essa reposição será feita nas áreas mineradas, o valor de perda real deve ser menor que esses valores.

Tais valores são referentes a impactos considerando-se a lavra total do minério, ou seja, com o empreendimento em seu pior cenário possível, em termos de remoção de material.



### Desativação

Ao final das atividades de lavra, como medida mitigadora, o projeto prevê que quatro dos painéis (1, 3, 6, e 9) sejam transformados em reservatórios hídricos a fim de regularizarem as perdas hídricas nos corpos d'água da bacia do ribeirão Santa Gertrudes.

Durante o enchimento do volume morto de cada um dos reservatórios, haverá redução ainda maior da disponibilidade hídrica superficial, uma vez que parte das vazões dos Ribeirões Santa Gertrudes e Pau D'Alho serão desviadas para formação dos reservatórios. Durante este tempo de enchimento, entre 0,5 e 4,1 anos para cada painel, dependendo da cava e alternativa de projeto de reservatório (há 2 alternativas para cada um dos painéis), será preservada a jusante das captações, apenas a  $Q_{7,10}$  das referidas drenagens.

O **Quadro 4-2** apresenta os dados básicos de configuração e operação dos reservatórios propostos.

**Quadro 4-2 – Dados básicos das cavas de regularização propostas**

Painel	Curso d'água	Fim da cava	Área	Área	AD	Qesp	Qmed	Q <sub>7,10</sub>	Qalim entrada	Qreg saída
			ha	m <sup>2</sup> *10 <sup>3</sup>	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
1	Pau D'Alho	1,5	10,5	105	0,88	37,8	33,2	7,7	25,5	7,7
6	Pau D'Alho	2,5	5,0	50	0,15	37,8	8,3	1,3	7,0	1,3
9	Sta Gertrudes	9	4,7	47	1,76	37,8	66,5	14,6	51,9	14,6
3	Sta Gertrudes	14	30,0	300	1,80	37,8	68,0	15,0	53,0	15,0
total			50,2	502	4,59		173,5	38,6	137,4	38,6

AD – Área de drenagem

Qesp – Vazão específica

Qmed – vazão média

Q<sub>7,10</sub> – Vazão mínima de 7 dias de duração com um período de retorno de 10 anos

Qalim entrada – Vazão de entrada para alimentação do reservatório

Qreg saída – Vazão regularizadora de saída do painel

Após os reservatórios serem formados, com o enchimento dos volumes mortos, haverá impacto de redução de disponibilidade hídrica apenas nos trechos curto-circuitados pela captação e restituição hídrica de cada reservatório. A extensão do trecho curto-circuitado dependerá da alternativa a ser escolhida (A ou B – em detalhe no **item 8** do presente relatório), e a vazão que será mantida será variável, de acordo com as condições hidrológicas, podendo inclusive ser controlada se forem





instalados dispositivos de controle. No trecho, ela será no mínimo a  $Q_{7,10}$  e no máximo a  $Q_{med}$  – vazão média, o excedente hídrico será destinado aos reservatórios.

O Programa de Regularização Hídrica da bacia do ribeirão Santa Gertrudes (**item 8** deste relatório) apresenta as características do projeto em maior detalhe.

### c) Valoração dos impactos ambientais (X)

#### Implantação

plantação			
Natureza		Reversibilidade	
Positivo	Negativo	Reversível	Irreversível
	X	X	
Abrangência			
Pontual	Local	Regional	
	X		
Relevância			
Irrelevante	Moderadamente relevante	Relevante	Muito relevante
	X		
Magnitude			
Desprezível	Baixa	Moderada	Alta
	X		
Duração		Incidência	
Temporário	Permanente	Direta	Indireta
	X		X
Manifestação			
Contínua	Descontínua	Cíclica	
X			
Ocorrência		Prazo de ocorrência	
Real	Potencial	Curto	Médio a longo
X		X	



### Operação

Natureza		Reversibilidade	
Positivo	Negativo	Reversível	Irreversível
	X	X	
Abrangência			
Pontual	Local	Regional	
		X	
Relevância			
Irrelevante	Moderadamente relevante	Relevante	Muito relevante
		X	
Magnitude			
Desprezível	Baixa	Moderada	Alta
		X	
Duração		Incidência	
Temporário	Permanente	Direta	Indireta
	X		X
Manifestação			
Contínua	Descontínua	Cíclica	
X			
Ocorrência		Prazo de ocorrência	
Real	Potencial	Curto	Médio a longo
X		X	



### Desativação

Natureza		Reversibilidade	
Positivo	Negativo	Reversível	Irreversível
	X	X	
Abrangência			
Pontual	Local	Regional	
		X	
Relevância			
Irrelevante	Moderadamente relevante	Relevante	Muito relevante
			X
Magnitude			
Desprezível	Baixa	Moderada	Alta
			X
Duração		Incidência	
Temporário	Permanente	Direta	Indireta
X		X	
Manifestação			
Contínua	Descontínua	Cíclica	
X			
Ocorrência		Prazo de ocorrência	
Real	Potencial	Curto	Médio a longo
X		X	

Para a fase de implantação, o impacto foi avaliado como de **baixa magnitude**, por ser reversível, de abrangência local (interferência insignificante para a AII) e moderadamente relevante. Para a fase de operação o impacto foi avaliado como de **moderada magnitude**, quando sua relevância é maior e sua abrangência foi avaliada como regional, tendo em vista que as atividades são mais intensas e impactantes sobre a redução do escoamento de base. Durante a desativação a relevância é ainda maior, pois a redução da disponibilidade será maior, em função do desvio da vazão dos córregos para o enchimento das cavas e por isso a **magnitude** foi considerada **alta**. Cabe ressaltar que durante a desativação do empreendimento a atividade geradora (formação dos reservatórios) tem como finalidade regularizar o escoamento de base das drenagens da microbacia do ribeirão Santa Gertrudes e o seu impacto é temporário.



#### **d) Ações de gestão**

##### Medidas de Monitoramento:

- Adoção de um Programa de Monitoramento Hidrológico (**item 7** deste relatório), que englobe monitoramento de vazões líquidas superficiais, piezométrico e pluviométrico.

##### Medidas Mitigadoras:

- Propõe-se que, ao chegarem a sua conformação final, o que irá ocorrer em tempos diferentes, quatro dos painéis (1, 3, 6, e 9) sejam transformados em reservatórios hídricos a fim de regularizarem as perdas hídricas nos corpos d'água da microbacia do ribeirão Santa Gertrudes (vide Programa de Regularização Hídrica da Bacia do ribeirão Santa Gertrudes – **item 8** deste relatório).

##### Medidas de Compensação:

- Construção imediata de um poço artesiano de vazão de cerca de 30m<sup>3</sup>/h para abastecimento público no município de Santa Gertrudes, a fim de compensar as perdas hídricas do córrego Santa Gertrudes que venham a ocorrer e prover água isenta do problema de turbidez que ocorre nas águas superficiais quando ocorrerem episódios pluviais intensos.

#### **e) Magnitude dos impactos previstos considerando as ações de gestão previstas**

Quando os 4 reservatórios atingirem seus volumes úteis (Painel 1 – em 2 anos; Painel 6 - em 3,3 ou 6,6 anos; Painel 9 – em 10 anos e; Painel 3 - em 14,7 ou 17,9 anos), a **magnitude** dos impactos previstos será **baixa**, pois os reservatórios deverão não apenas regularizar as perdas hídricas (com os reservatórios dos painéis 1 e 6), mas aumentar a disponibilidade hídrica superficial (reservatórios nos painéis 9 e 3) na microbacia do ribeirão Santa Gertrudes, ficando apenas os trechos curto-circuitados pelos reservatórios, com a vazão reduzida (Q<sub>7,10</sub>).

Entende-se, inclusive, que, devido ao aumento da disponibilidade hídrica superficial, esta ação de gestão ocasionará um **impacto positivo**.

#### **f) Responsabilidades**

A responsabilidade pela implantação e execução das medidas propostas é dos empreendedores, incluindo a construção do poço artesiano. A responsabilidade pela manutenção e operação do poço é da concessionária de abastecimento do município de Santa Gertrudes. Os custos para licenciamento das obras junto aos órgãos ambientais são do empreendedor.



## 5 – Esclarecimentos sobre o impacto de bombeamento e drenagem das áreas inundadas.

Sobre o impacto de bombeamento e drenagem das áreas inundadas para os corpos hídricos, segue o esclarecimento:

Atualmente, considerando-se a profundidade e o nível d'água, estima-se que nos painéis de lavra 1, 3 e 10, em áreas onde já houve mineração entre meados da década de noventa, até 2005, quando as atividades foram suspensas, estejam acumulados volumes de 132.000m<sup>3</sup>, 90.000m<sup>3</sup> e 102.000m<sup>3</sup>, respectivamente, de águas pluviais.

Estas áreas alagadas podem ser verificadas na **Figura 2-1**, anteriormente apresentada.

Quando do reinício das atividades de lavra, os volumes de água acumulados precisarão ser bombeados e/ou drenados. Os destinos serão as drenagens mais próximas.

O volume de água do painel de lavra 1 (132.000m<sup>3</sup>) será destinado para o Ribeirão Pau D'Alho. Os volumes dos painéis 3 e 10 (90.000 e 102.000m<sup>3</sup>) serão destinados para o Ribeirão Santa Gertrudes.

A água não necessitará de nenhum tratamento, uma vez que se trata de água pluvial acumulada, em ambiente lântico e, por isso, com pouco sedimento em suspensão.

Deverá ser definida e considerada uma vazão máxima para bombeamento para as drenagens, a qual não deverá ser ultrapassada, a fim de que seja evitada erosão de margens da drenagem e seu assoreamento. Desta forma, também se evitam alagamentos fora das planícies de inundação naturais do Ribeirão Santa Gertrudes, existentes à jusante do empreendimento.

Deste modo, haverá alteração do regime hídrico das drenagens supracitadas temporariamente, com duração estimada de poucas semanas, apenas durante o esvaziamento destas antigas áreas lavradas. É um impacto avaliado como de magnitude baixa.

Não são previstos impactos de alteração da qualidade das águas superficiais, ou de alteração das comunidades aquáticas.



## **6 – Esclarecimentos sobre a capacidade de filtração e armazenamento temporário das caixas de decantação.**

Em relação à capacidade de filtração e armazenamento temporário das caixas de decantação, é importante esclarecer que o sistema de drenagem proposto para as áreas de lavra consideram valas de retenção e infiltração (barragens filtro) e caixas de decantação para filtrar parte dos sedimentos das águas pluviais drenadas nas áreas de lavra, antes destas atingirem as drenagens naturais.

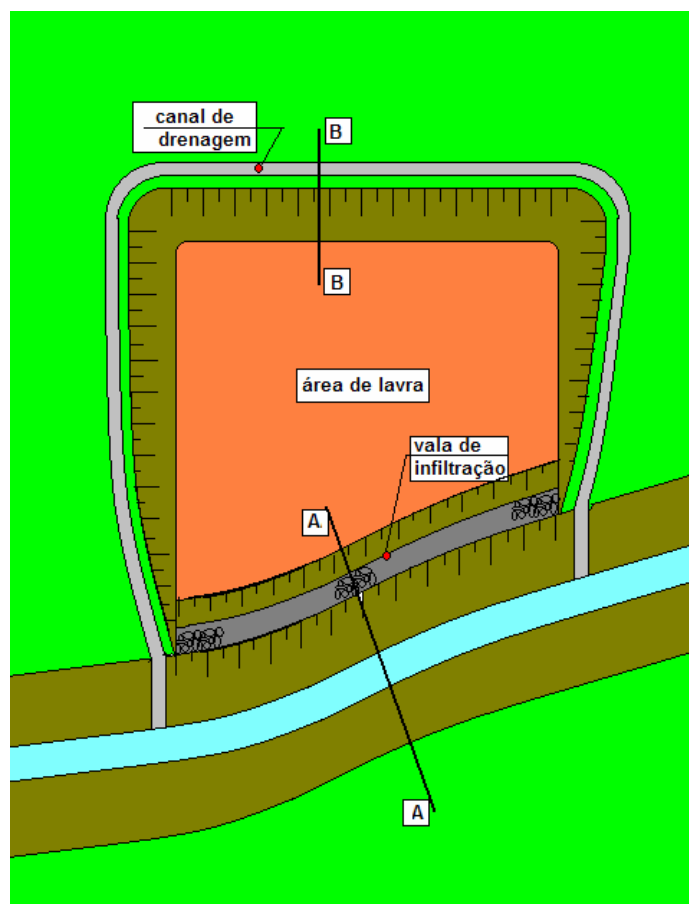
Para controlar o aporte de sedimentos para corpos hídricos derivados das águas de drenagem superficial, que escoam naturalmente até as cotas mais baixas do terreno, está prevista a implantação de um sistema constituído por diversas barragens e bacias de decantação – de forma concomitante ao avanço da lavra nos painéis - conforme apresentado a seguir.

Deverá ser dimensionado para cada parcela de mineração o volume necessário para a retenção de toda a precipitação na área. Sendo previstos canais de drenagem externos e internos à cava.

Os canais de drenagem externos terão a função de garantir a eficiência do sistema sem sobrecargas de contribuições de outras áreas a montante, cada painel deverá ser circundado por valetas de drenagem que conduzirão as águas ao curso d'água.

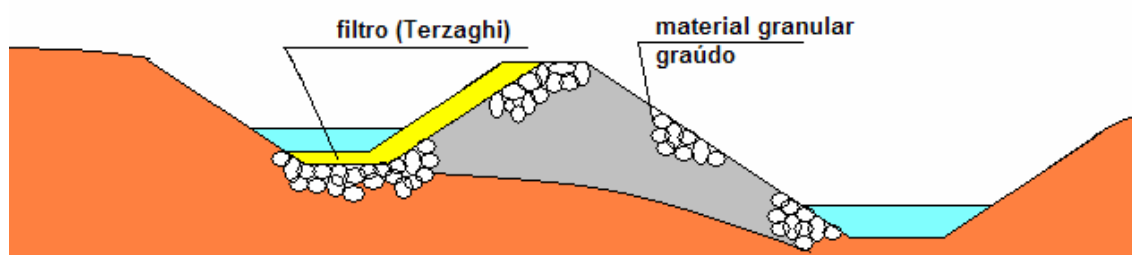
Os canais de drenagem internos das cavas deverão encaminhar as águas para estruturas denominadas valas de infiltração que terão como função reter os sedimentos mais grossos. Antes da restituição ao curso d'água natural as águas também passarão por caixas de decantação.

Os desenhos esquemáticos dos sistemas de drenagens desta concepção podem ser visto nas **Figuras 6-1 a 6-3**.

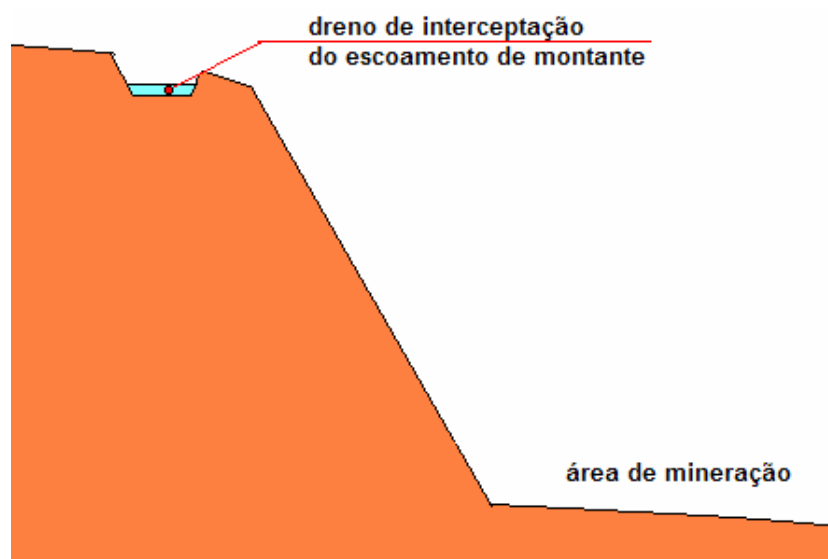


**Figura 6-1 - Desenho esquemático de uma área de mineração com drenos circundando a área e uma vala de infiltração para a drenagem local (ver cortes A-A e B-B)**

**corte A A da vala de infiltração**

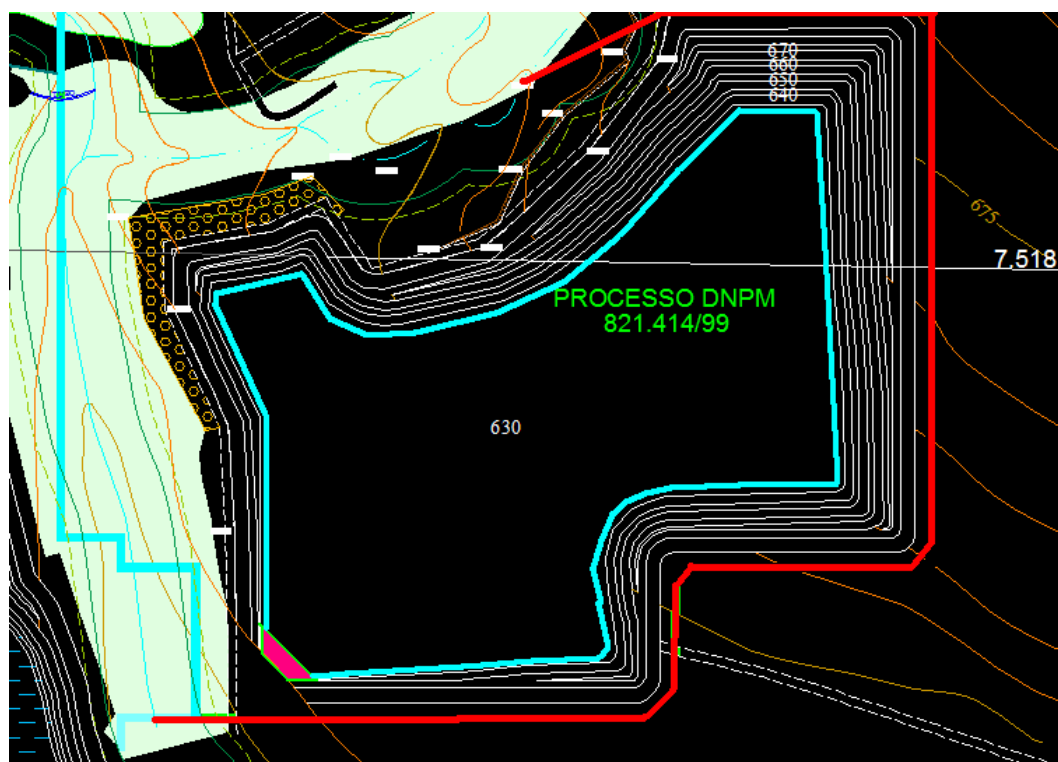


**Figura 6-2 – Corte A-A esquemático da vala de infiltração para a drenagem local**



**Figura 6- 3 – Corte esquemático B-B do talude da área de mineração e dreno para desviar as águas de montante diretamente ao curso d’água.**

A figura a seguir exemplifica o projeto para um dos painéis.



**Figura 6-4 – Esquema dos canais de drenagem externos (vermelho) e interno (azul) e a estrutura filtrante – área – DNPM – 821.414 – Painel 5**





São obras relativamente simples que serão incorporadas à atividade normal de mineração, uma vez que basicamente consistem em pequenas obras de movimento de terra (canais) e barreiras filtrantes com elementos graúdos.

Portanto, o sistema de drenagem proposto para as áreas de lavra consideram valas de retenção e infiltração (barragens filtro) e caixas de decantação para filtrar parte dos sedimentos das águas pluviais drenadas nas áreas de lavra, antes destas atingirem as drenagens naturais.

Este sistema é capaz de filtrar praticamente o total dos sedimentos mais grosseiros, até a granulometria das areias.

Entretanto, sedimentos como as argilas, serão filtrados parcialmente, uma vez que são muito finos. Mesmo com a filtragem, nas valas de retenção e infiltração, e redução da energia, nas caixas de decantação, uma parte destes sedimentos muito finos irá prosseguir dissolvida como carga de lavagem e parte em suspensão nas águas drenadas.

Conceitualmente, é importante ressaltar que as caixas de decantação não terão função de reservação, e sim de redução da energia, movimento, dos fluxos de águas pluviais, de modo a permitir que parte dos sedimentos decantem antes de atingirem os corpos hídricos naturais. O dimensionamento destas caixas considerará esta premissa.

A capacidade de armazenamento (volume) das caixas de decantação será dimensionada quando o projeto executivo das estruturas de drenagem será detalhado, o que é condicionado à obtenção da licença prévia. Poderá ser definida de acordo com as vazões/área calculadas para o local do empreendimento, podendo ser utilizados os estudos de pluviometria e fluviometria do diagnóstico de recursos hídricos, que é encontrado no item 7.1 do **EIA (em CD anexo)**, além do dimensionamento do sistema de drenagem final, que consta no **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (item 9.5 do EIA - no CD anexo)**. Deve ser mencionado que este item, juntamente com o Programa de Recuperação e Enriquecimento Vegetal (**item 9.3.1 do EIA**), também tratam da colaboração para que seja reduzido o aporte de sedimentos para as drenagens naturais da bacia do Ribeirão Santa Gertrudes, uma vez que abordam o plantio, recuperação e enriquecimento de vegetação, que totalizará ao final dos programas uma área de cerca de 192ha. A vegetação ajuda na estabilidade dos terrenos e como proteção aos processos erosivos, além de barrar parte dos sedimentos carregados pelas águas pluviais antes destes chegarem às drenagens.



## 7 - Programa de Monitoramento Hidrológico

### **Objetivo e justificativa**

O monitoramento das ações e a gestão das atividades propostas podem ser verificados por meio de monitoramento hidrológico e hidrogeológico de precipitações, águas subterrâneas e vazões líquidas nas bacias do Pau D'Alho e do Santa Gertrudes.

Dadas algumas incertezas existentes nas consultas à bibliografia de projetos e estudos hidrológicos, tais como valores de vazões mínimas e máximas em pequenas bacias, evaporação de lagos nestas situações, recarga de lençóis freáticos em solos argilosos, distribuição espacial de precipitações etc, sugere-se o aproveitamento das bacias tanto para monitoramento direto dos resultados, quanto para o desenvolvimento de pesquisas aplicadas. Assim, o monitoramento com aproveitamento das instalações já implantadas pelo Complexo Argileiro de Santa Gertrudes permitirá a obtenção de resultados de aplicação tecnológica direta também para outras bacias, ampliando o conhecimento existente sobre o assunto no estado de São Paulo e no Brasil.

### **Método**

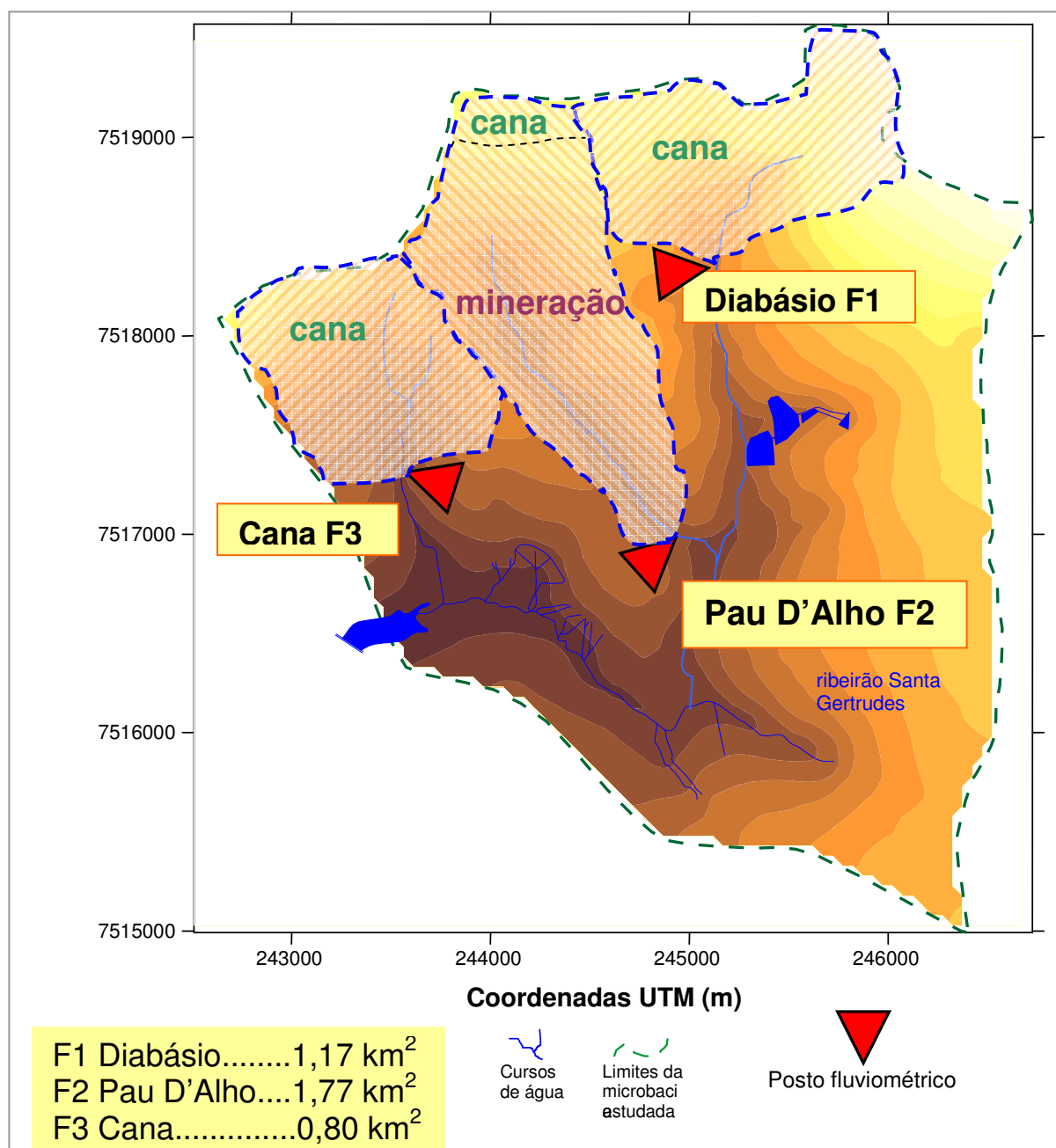
Para o monitoramento hidrológico da microbacia do ribeirão Santa Gertrudes, prevê-se, basicamente, que serão utilizados os mesmos pontos de monitoramento empregados neste estudo, permitindo a confrontação de dados e análise da variação temporal destes da maneira mais fiel possível.

O monitoramento pluviométrico local é essencial para a calibração, por modelagem matemática, dos eventos chuva-vazão. Para este monitoramento, deverão ser utilizados os 6 (seis) pontos de monitoramento pluviométrico já utilizados no estudo, cada um deles composto basicamente de um pluviômetro (uma leitura diária manual) e um pluviógrafo eletrônico (um registro a cada 10 minutos) distribuídos espacialmente pela área, de forma a quantificar adequadamente as precipitações. O **Quadro 7-1** apresenta a localização destes pontos em coordenadas.

**Quadro 7-1 – Localização dos postos pluviométricos**

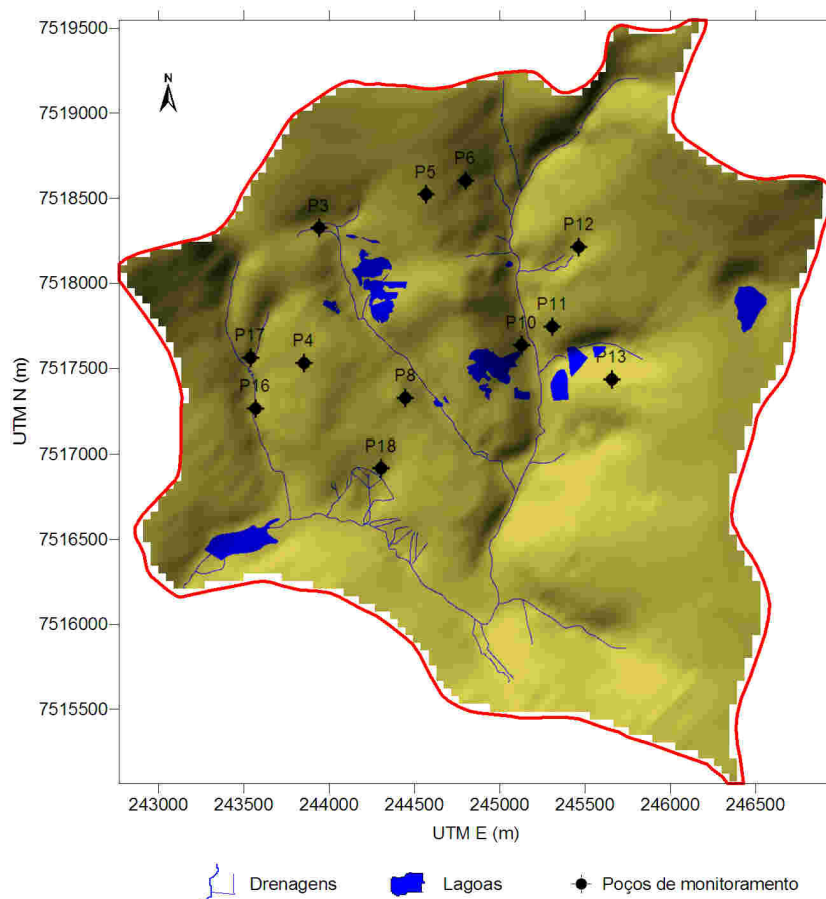
Posto pluviométrico		Coordenadas UTM (m)	
		E	N
PL1	Faz. Boa Vista	245.740	7.517.480
PL2	Gerson Diabásio	244.054	7.517.538
PL3	Gerson Poste	243.944	7.517.898
PL4	Faz. São Bento	243.061	7.516.711
PL5	Cana	243.602	7.517.218
PL6	Sítio	245.729	7.516.753

Para monitoramento fluviométrico, prevê-se a utilização de três estações fluviométricas providas de sensores de pressão conectados a registradores eletrônicos, com registro das informações a cada 10 minutos, permitindo coordenar as informações de precipitação ocorridas nas bacias com aquelas relativas às vazões escoadas. A figura a seguir apresenta a localização destas três estações.



**Figura 7-2 Postos fluviométricos**

Prevê-se ainda o monitoramento de níveis dos poços P3, P4, P5, P6, P8, P10, P11, P12, P13, P16, P17 e P18 (**Figura 7-3**), que foram os utilizados neste estudo, para geração de dados piezométricos.



**Figura 7-3 – Localização dos poços de monitoramento de níveis de águas subterrâneas na bacia do ribeirão Santa Gertrudes.**

### Atividades

- Inicialmente as condições das estações e poços de monitoramento deverão ser checadas, adequadas e calibradas para que operem corretamente. O planejamento do monitoramento deverá ser realizado, sendo realizado treinamento do técnico responsável pela coleta e compilação dos dados em campo.
- Execução do monitoramento pluvio, fluvio e piezométrico.
- Semestralmente deverá ser gerado um relatório do monitoramento hidrológico com apresentação e análise dos dados obtidos.



### ***Cronograma / periodicidade***

A frequência de leituras manuais deverá ser diária e a cada 10 minutos através dos registradores digitais.

O monitoramento deverá se estender durante toda a vida útil do empreendimento e até após ser desativado, ficando o seu prazo limite, a ser definido, de acordo com os resultados obtidos, de forma a permitir a análise dos resultados das medidas mitigadoras e compensatórias propostas neste estudo. A quantidade de pontos de monitoramento, assim como a frequência de geração de dados, poderá ser alterada de acordo com os resultados apresentados.

**Quadro 7-2: Cronograma das atividades previstas**

Atividade	Fase			
	Implantação	Operação	Desativação	Periodicidade
Planejamento do monitoramento	X			Não Aplicável
Monitoramento	X	X	X	Diário e de 10 em 10 min
Elaboração de relatório consolidado		X	X	anual

### ***Resultados***

O relatório consolidado anual com o resultado do monitoramento hidrológico deverá apresentar os resultados e análises dos dados obtidos. Deste modo, as interferências da atividade minerária poderão ser mensuradas e confrontadas com a avaliação de impacto ambiental realizada no presente estudo de forma a subsidiar possíveis alterações no projeto do empreendimento, nos procedimentos de lavra e ações de gestão previstas.

### ***Responsabilidades***

A responsabilidade da execução deste programa de monitoramento é dos empreendedores.

### ***Custo***

O custo estimado referente à execução deste Programa é de R\$ 100.000,00.



## 8 - Programa de Regularização Hídrica da Bacia do ribeirão Santa Gertrudes

### **Objetivo e Justificativa**

De acordo com o estudo de impacto ambiental, as perdas hídricas devido às atividades de mineração do Complexo Argileiro Santa Gertrudes deverão ser entre os valores de (min)  $Q_{7,10} = 17 \text{ m}^3/\text{h}$  e (max)  $Q_{7,10} = 29 \text{ m}^3/\text{h}$ . Esta perda deverá gerar uma necessidade de acumulação de um volume equivalente a  $30 \text{ m}^3/\text{h} * 365 \text{ dias} * 24 \text{ h/dia} = 263.000 \text{ m}^3$  por ano para regularização da vazão (envoltória máxima).

Observa-se que todos os cálculos do Diagnóstico Ambiental relativos à demanda hidrológica foram feitos considerando-se a pior situação possível, de modo a obter resultados a favor da segurança. Não se considerou, igualmente, que o material estéril recolocado após o término das minerações atue como reservatório de água, embora isso vá acontecer, mesmo que em proporção diferente daquela dada por um solo estruturado.

Este programa visa, portanto, mitigar e compensar o impacto de perdas hídricas na microbacia do ribeirão Santa Gertrudes através dos seguintes critérios:

a) regularizar, com o uso de reservatórios, uma vazão no mínimo igual ao  $Q_{7,10}$ , de modo a aumentar a oferta de água na bacia. Assim, as tomadas dos reservatórios vão captar uma vazão de alimentação para cada um deles, deixando para jusante o respectivo valor de  $Q_{7,10}$ . Adicionalmente, as saídas dos reservatórios liberarão para jusante outra vazão equivalente ao  $Q_{7,10}$ .

b) além deste critério anterior de aproveitamento de cavas de mineração para uso como reservatórios de regularização, propõe-se a perfuração imediata de um poço de água subterrânea na cidade de Santa Gertrudes, com vazão estimada em cerca de  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ , de modo a ofertar de imediato para a cidade uma vazão equivalente à demanda de reposição deste estudo, dado que os reservatórios de regularização demandam tempos variáveis para entrada em operação. Além disso, a atual captação de água superficial do município, mesmo sem a operação do empreendimento objeto deste estudo, não está isenta do problema de turbidez da água, se considerado o uso atual das terras a montante da captação, pela atividade agrícola.

### **Método**

As cavas 9 e 3, com captação de alimentação feita no ribeirão Santa Gertrudes, pelas suas características e dimensões finais, são candidatas naturais a serem transformadas em reservatórios de regularização de vazões, apesar de somente poderem ser aproveitadas após 9 e 14 anos.



As cavas 1 e 6, com captação de alimentação feita no rib. Pau D'Alho, apesar de volumes finais bem menores que as anteriores, podem ser utilizadas ao final de 1,5 e 2,5 anos a partir do início da lavra.

Assim, a implantação de reservatórios de regularização (podem ser vistos na **Figura 8 – 1**) em ambos os braços dos cursos d'água que banham as áreas mineradas, permitirá a manutenção de escoamento perene em todos os trechos afetados, além de aumentar a oferta de água na bacia do ribeirão Santa Gertrudes e áreas a jusante.

As áreas de drenagem a montante destas cavas (painéis) para captação de água apresentam uma vazão média de cerca de quatro vezes a vazão  $Q_{7,10}$  a ser regularizada, sendo, portanto, suficiente 1 ano para captação do volume de regularização inicial. Isto é um fator importante, pois mostra que quase imediatamente após o final do aproveitamento de cada área minerada é possível iniciar a regularização das vazões. Neste caso, seria necessária a implantação de canais de drenagem para direcionamento do volume drenado para os reservatórios, com a garantia da preservação de vazão mínima no curso d'água antes do ponto de devolução da vazão regularizada.

**VAZÃO DE ALIMENTAÇÃO** - Em cada bacia adotou-se o critério de determinar a área de drenagem a montante da cava para efeito de cálculo da vazão de alimentação, descontando-se deste, o valor correspondente ao seu  $Q_{7,10}$  (valor que deve ser mantido no canal a jusante desse ponto). Complementarmente, para a cava imediatamente a jusante situada no mesmo curso d'água, a área de contribuição considerada foi a da área de drenagem entre uma cava e outra.

**EVAPORAÇÃO** – Para efeito de cálculo do balanço hídrico desprezou-se a perda por evaporação dos lagos. Os critérios usuais de cálculo adotam o coeficiente médio de 0,70 para transformação da evaporação medida pelo tanque classe A em evaporação dos lagos dos reservatórios. Dado que nessa região de Santa Gertrudes os valores de precipitação anual são maiores que os valores de evaporação observados no tanque classe A (e que estes ainda devem ser multiplicados por 0,70), verifica-se que o saldo é sempre positivo, agindo portanto a favor da segurança.

A título de exemplo, para uma evaporação anual observada nessa região no tanque classe A de 1000 mm, vê-se que a evaporação de lago será de  $1000 * 0,70 = 700$  mm. Para uma precipitação anual média de 1350 mm, o saldo anual positivo de alimentação de um reservatório seria de 650 mm, ou seja, cerca de 0,65 m de lâmina d'água.

Assim, como critério, as áreas referentes aos painéis (cavas) não foram incluídas nos cálculos de áreas de drenagem para alimentação dos reservatórios.

Ainda observa-se, em um cálculo simples, que esse próprio valor de 0,65 m gera um



volume reservado nas cavas de  $0,65 \text{ m} * 502.000 \text{ m}^2 = 326.00 \text{ m}^3$ , o que é maior que a demanda total de água para regularização.

ALTERNATIVAS – Foram elaboradas duas alternativas, A e B (conforme apresenta a **Figura 8 – 1**), para posicionamento das tomadas d'água de saída dos reservatórios. O posicionamento das tomadas de entrada foi igual para as duas alternativas. As alternativas são:

- a) *alternativa A*: as saídas são posicionadas em cotas próximas às cotas do curso d'água nas proximidades. Isto evitaria escavações de terreno e outras movimentações maiores de terra, mas deverá gerar volumes mortos de água nas cavas que demoram a ser completados, retardando o início de regularização das vazões;
- b) *alternativa B*: as saídas são posicionadas em cotas mais baixas, gerando escavações para implantação de tubos, mas por outro lado gerando menores volumes mortos e, portanto, agilizando o início de regularização das vazões.



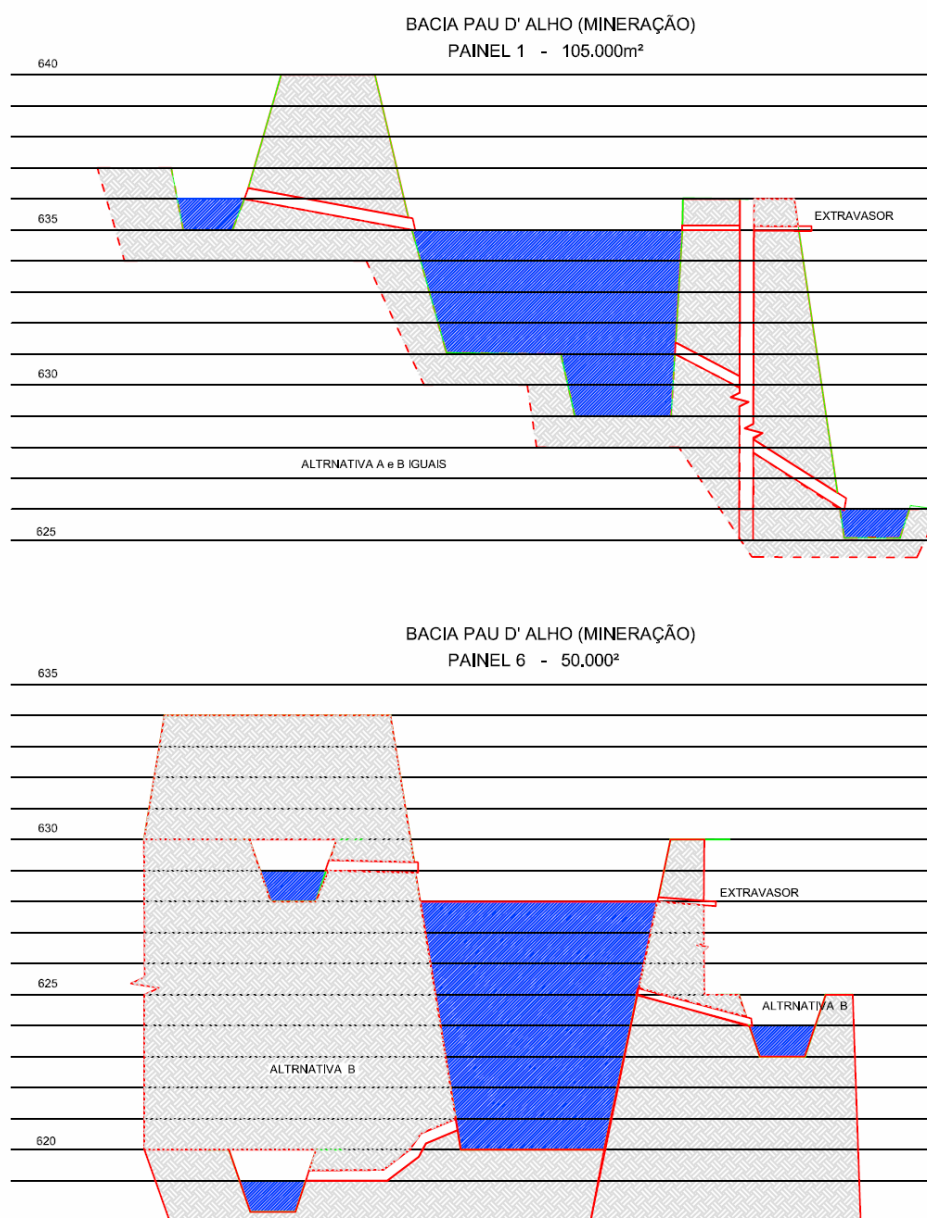


## **Figura 8-1 – Alternativas de captação e restituição dos reservatórios**



**Figura 8-2 – Perfis topográficos da área de mineração**

A **Figura 8-2** ilustra em corte as proposições (a localização dos perfis está apresentada na **Figura 8-1**. As **Figuras 8-3** e **8-4** apresentam croquis das alternativas A e B por painel e os **Quadros 8-1** e **8-2** mostram as dimensões principais de cada alternativa relativa por painel.

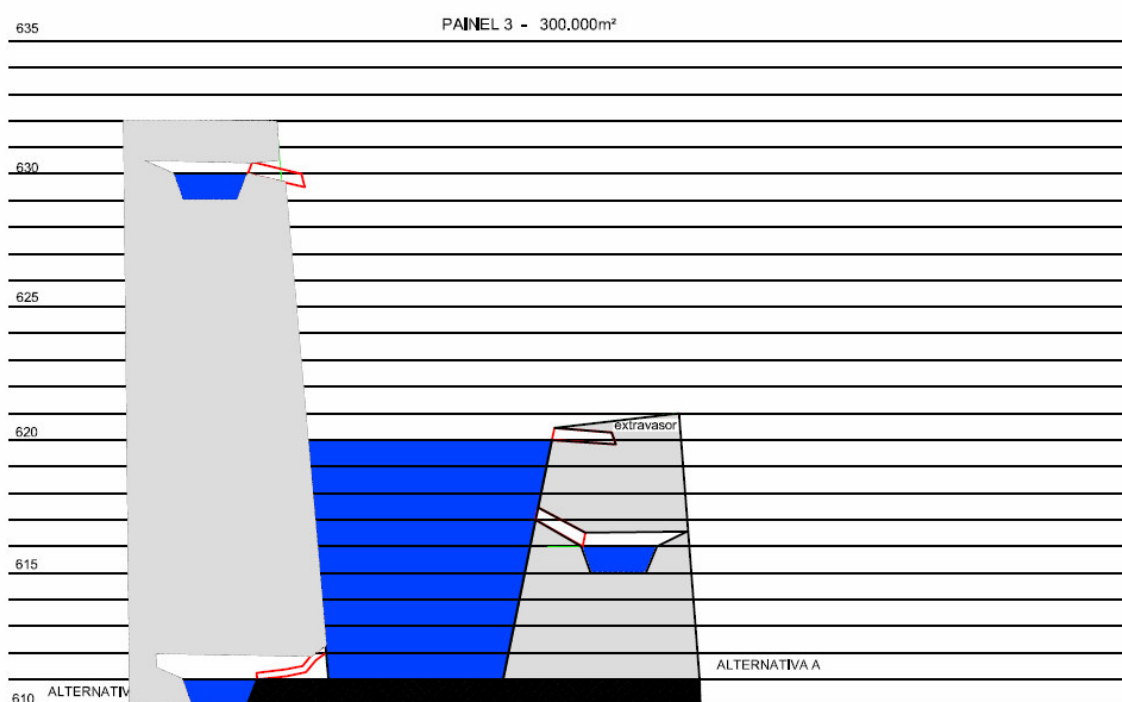
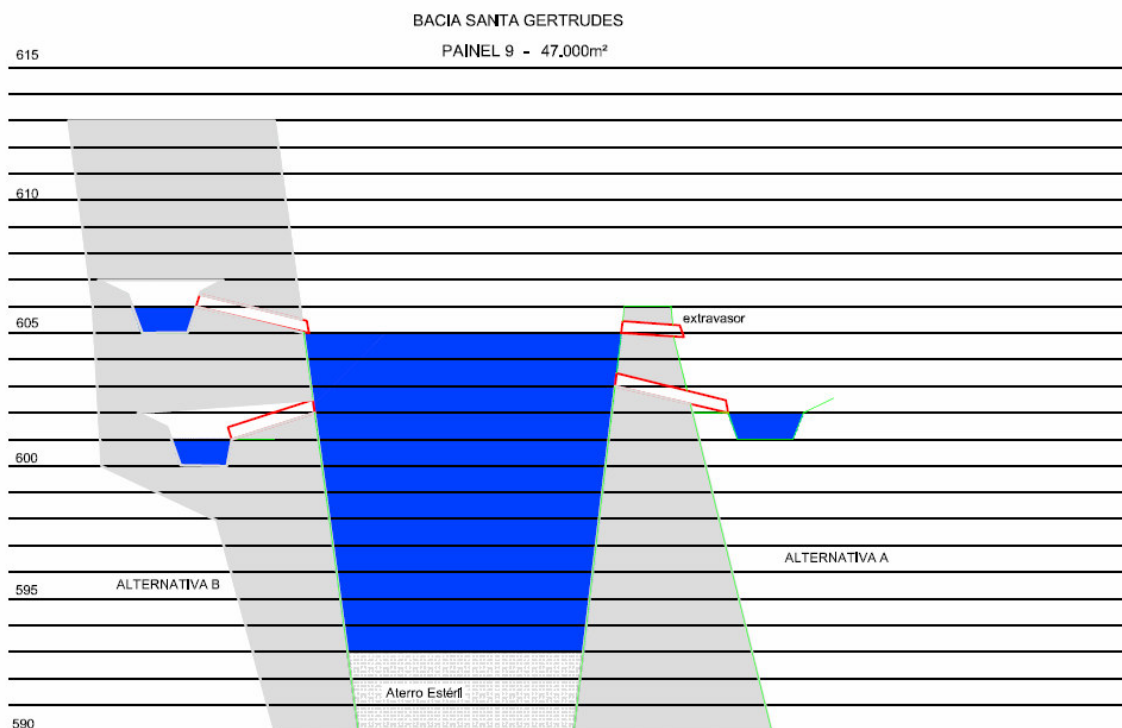


**Figura 8-3 - Croquis dos reservatórios estudados (corte) - Bacia do ribeirão Pau D'Alho**



**Quadro 8-1 – Dimensões e cotas (em metros) dos painéis 1 e 6**

<b>Painel</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	
Item	Alternativa		Alternativa	
	A	B	A	B
Cota terreno na entrada	640		634	
Cota da tomada	636		629	
Cota terreno na saída	631		624	
Cota fundo do painel	629		620	
Cota no rio	626		624	619
NA Max e extravasor	635		628	
NA min	631	631	625	621
Altura morta	$631-629 = 2$	$631-629 = 2$	$625-620 = 5$	$621-620 = 1$
Altura útil	$635-631 = 4$	$635-631 = 4$	$628-625 = 3$	$628-621 = 7$



**Figura 8-4: Croquis dos reservatórios estudados (corte) - Bacia do ribeirão Santa Gertrudes**



**Quadro 8-2 – Dimensões e cotas (em m) dos painéis 9 e 3**

<b>Painel</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	
Item	Alternativa		Alternativa	
	A	B	A	B
Cota terreno na entrada	613		632	
Cota da tomada	606		630	
Cota terreno na saída	606		620	
Cota fundo do painel	593		611	
Cota no rio	602	601	616	611
NA Max e extravasor	605		620	
NA min	603	602	617	612
Altura morta	603-593 = <b>10</b>	602-593 = <b>9</b>	617-611 = <b>6</b>	612-611 = <b>1</b>
Altura útil	605-603 = <b>2</b>	605-602 = <b>3</b>	620-617 = <b>3</b>	620-612 = <b>8</b>

Observa-se que nos painéis 1 (Pau D'Alho) e 9 (Santa Gertrudes) não há diferença entre as alternativas A e B (painel 1) ou essa diferença não é significativa (painel 9) devido às características topográficas locais.

Os painéis 6 (Pau D'Alho) e 3 (Santa Gertrudes) apresentam diferenças significativas de funcionamento com cotas de saída diferentes, como ilustrado nas figuras apresentadas, com o volume morto de cada um ficando praticamente inexistente.

Considerou-se uma cota mínima cerca de 1m acima do fundo dos reservatórios como cota de tomada d'água para a tubulação de saída, de modo a prover um volume para assoreamento por algum material sedimentar.

O **Quadro 8-3** mostra os dados básicos dos painéis propostos.



**Quadro 8-3 – Dados básicos das cavas de regularização propostas**

Painel	Curso d'água	Fim da cava	Área	Área	AD	Qesp	Qmed	Q <sub>7,10</sub>	Qalim entrada	Qreg saída
			ha	m <sup>2</sup> *10 <sup>3</sup>	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
1	Pau D'Alho	1,5	10,5	105	0,88	37,8	33,2	7,7	25,5	7,7
6	Pau D'Alho	2,5	5,0	50	0,15	37,8	8,3	1,3	7,0	1,3
9	Sta Gertrudes	9	4,7	47	1,76	37,8	66,5	14,6	51,9	14,6
3	Sta Gertrudes	14	30,0	300	1,80	37,8	68,0	15,0	53,0	15,0
total			50,2	502	4,59		173,5	38,6	137,4	38,6

Observações:

- Fim da cava refere-se ao final das atividades de mineração;
- AD é a área de drenagem na bacia para captação do escoamento superficial para alimentação da cava;
- As duas últimas colunas mostram os valores de Qalim ( vazões de alimentação de cada cava, obtidas pela diferença entre a vazão média Qmed e a vazão Q<sub>7,10</sub> que deve ser deixada para jusante ) e Qreg ( vazões regularizadas por cada reservatório, adotadas como sendo igual ao valor de Q<sub>7,10</sub> ).

Observa-se através do **quadro 8-4** que é possível regularizar vazões maiores que a Q<sub>7,10</sub>. Estes cálculos estão sendo feitos para permitir o aproveitamento das cavas como reservatórios reguladores.

A utilização dos reservatórios de regularização também como reservatórios de amortecimento de cheias e/ou como áreas de lazer pode ser objeto de definição posterior, da mesma forma que a definição do valor das vazões de regularização (que pode estar entre 38,6 e 137,4 m<sup>3</sup>/h). Várias alternativas são possíveis.

Os volumes mortos e volumes úteis dos reservatórios para cada alternativa são mostrados no **Quadro 8-4** a seguir.

**Quadro 8-4 – Volumes dos reservatórios de regularização**

Painel	Área	Alternativa	altura morta	altura útil	volume morto	volume útil
	M <sup>2</sup> *10 <sup>3</sup>		m	m	m <sup>3</sup> *10 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> *10 <sup>3</sup>
1	105	A	1 (*)	4	105	425
		B	1 (*)	4	105	425
6	50	A	5	3	250	150
		B	1	7	50	350
9	47	A	10	2	470	94
		B	9	3	423	141
3	300	A	6	3	1.800	900
		B	1	8	300	2.400
total	502	A			2.625	1.569
		B			878	3.316

Notas:

- (\*) o painel 1 é separado em dois sub-painéis com áreas aproximadamente iguais, um com cota de fundo 629m e o outro com cota 631 m. Por este motivo, adotaram-se 631m e 630 m como cotas de NA min e de tomada de saída (somente para efeito de cálculo do volume morto);
- os volumes úteis calculados referem-se a volumes máximos, considerando o enchimento total dos reservatórios. Deve-se observar que o início de regularização pode ser feito quase de imediato, não havendo necessidade de se aguardar o tempo de enchimento máximo.

Nota-se no **Quadro 8-4** que a alternativa B apresenta, no total, cerca de 1/3 do volume morto e o dobro de reservação de água (volume útil) comparado à alternativa A.

### Atividades

A escolha de qualquer alternativa de aproveitamento das cavas (painéis) deverá ser realizada com critérios de segurança e custo, evitando, quando possível, a





necessidade de barramento artificialmente construído. Deverá ser realizado primeiramente um detalhamento dos projetos de formação dos reservatórios. Este projeto deverá determinar possíveis usos alternativos do reservatório. Caso ele sirva apenas para a regularização hídrica da bacia, os reservatórios deverão ser cercados e sinalizados com advertências, a fim de evitar acidentes por afogamento. De qualquer forma, devido a topografia do painel 1, é previsto a construção de um barramento para enchimento do reservatório, no entanto o detalhamento do mesmo só será feito em etapa futura.

Haverá a necessidade de construção de estruturas de controle de saída, com tomada d'água em cota o mais próximo possível do fundo e desemboque em um ponto a jusante do curso d'água em cota mais baixa, para funcionamento somente por gravidade.

O enchimento dos reservatórios deverá ser acompanhado com vistas a verificar se os procedimentos estão sendo adotados corretamente, para detectar e corrigir possíveis problemas na formação destes.

Os tempos de enchimento total dos reservatórios relativos às alternativas A e B são mostrados no **Quadro 8-5** a seguir.



**Quadro 8-5 – Tempos de enchimento dos reservatórios de regularização**

Painel	Área	Altern.	Qalim entrada	Volume morto	Volume útil	Tempo enchimento vol. morto		Tempo total enchimento vol. útil	
	$m^2 \times 10^3$					dias	anos	dias	anos
1	105	A	25,5	105	425	170	0,5	700	2,0
		B	25,5	105	425	170	0,5	700	2,0
6	50	A	7,0	250	150	1.500	4,1	900	2,5
		B	7,0	50	350	300	0,8	2.100	5,7
9	47	A	51,9	470	94	380	1,0	80	0,2
		B	51,9	423	141	340	1,0	100	0,3
3	300	A	53,0	1.800	900	1.400	3,9	700	2,0
		B	53,0	300	2.400	240	0,7	1.900	5,2

O **Quadro 8-6** mostra os tempos de duração de cada atividade prevista nos painéis (cavas) e o tempo total das atividades por painel.

**Quadro 8-6 – Tempo total de duração de atividades previstas nas cavas**

Painel	Área	Altern.	Fim da mineração	enchimento do volume morto	enchimento do volume útil	total
	$m^2 \times 10^3$		anos	anos	anos	
1	105	A	1,5	0,5	2,0	4,0
		B	1,5	0,5	2,0	4,0
6	50	A	2,5	4,1	2,5	9,1
		B	2,5	0,8	5,7	9,0
9	47	A	9	1,0	0,2	10,2
		B	9	1,0	0,3	10,3
3	300	A	14	3,9	2,0	19,9
		B	14	0,7	5,2	19,9



Para construção do poço, deverá ser realizado estudo prévio à perfuração do poço, para determinação do melhor local e projeto construtivo.

Sua construção deverá ser imediata, de início ao mesmo tempo quando da implantação do empreendimento.

### ***Cronograma / periodicidade***

O **Quadro 8-7** mostra graficamente o cronograma de cada painel em termos das atividades previstas de fim mineração e uso como reservatório.

**Quadro 8-7 – Cronograma de atividades previstas nas cavas**

Painel	Altern.	tempo ( anos )																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	A																					
	B																					
6	A																					
	B																					
9	A																					
	B																					
3	A																					
	B																					

Legenda

	.... mineração
	.... enchimento do volume morto
	.... enchimento do volume útil

Resumidamente, pode-se ver pelo **Quadro 8-7** que as alternativas B são as mais adequadas considerando-se o critério de início de regularização de vazões para as bacias do Pau D'Alho e Santa Gertrudes. O valor das vazões regularizadas pode ser definido no intervalo entre os valores de Q<sub>7,10</sub> e Q<sub>médio</sub>.

O estudo e construção do poço artesiano para abastecimento da área urbana do município de Santa Gertrudes deverá durar cerca de 4 meses. Deverá ser iniciado juntamente com as atividades de implantação do empreendimento.

### ***Resultados***

Com a adoção do Programa de Regularização Hídrica da Bacia do ribeirão Santa Gertrudes, pretende-se regularizar as perdas hídricas para a microbacia do ribeirão Santa Gertrudes através da formação dos reservatórios e compensar estas perdas



de imediato com a construção de um poço artesiano na área urbana de Santa Gertrudes.

### ***Responsabilidades***

A responsabilidade pela implantação e execução deste programa é dos empreendedores, incluindo a construção do poço artesiano, bem como o custo para licenciamento das obras junto aos órgãos ambientais são do empreendedor. A responsabilidade pela manutenção e operação do poço é da concessionária de abastecimento do município de Santa Gertrudes.

### ***Custo***

Os custos relativos deste programa só serão possíveis de quantificar com precisão quando da elaboração do projeto executivo. Entretanto, estima-se que o custo para implantação seja de R\$90.000,00 por reservatório e R\$80.000,00 para o poço artesiano, totalizando R\$440.000,00.

Cabe ressaltar que as intervenções previstas para implantação dos reservatórios foi objeto de solicitação de outorga ao DAEE. A cópia do protocolo é apresentada a seguir.



Requerimento de Outorga de Autorização de Implantação de Empreendimento,  
com Utilização de Recursos Hídricos

Ao Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE

**1 - DADOS CADASTRAIS DOS USUÁRIOS / REQUERENTES**

ANEXO I

Nome/Razão Social conforme dados abaixo  
Nome Fantasia  
CGC: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_  
RG: \_\_\_\_\_  
CGC (unidade local): \_\_\_\_\_ Atividade: mineração de argila  
Endereço p/ correspondência:  
Bairro: \_\_\_\_\_ Município: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_  
Caixa Postal: \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

ESTE DOCUMENTO NÃO VALE  
COMO OUTORGA

**1- ANDRÉ L. RAMOS ARGILEIRA FI**

Endereço: Fazenda São José do Goiapá s/nº - Zona Rural

Santa Gertrudes – SP - CEP: 13.510-000

Fone: (19) 3556-9100 (Graziela)

CNPJ: 03.463.113/0001-11 I.E: 615.009.608-118

Requerimento de Outorga  
Protocolo DAEE/BMT nº 27  
Data: 19/02/08 Hora: 16h 55min  
Recebido por: *[Assinatura]*  
André Renato de Almeida  
Secretário  
Pront. 9672

**2- BOA VISTA EXTRAÇÃO BENEFICIAMENTO E COMÉRCIO DE ARGILA  
LTDA.**

Endereço: Sítio Boa Vista – Zona Rural –

Santa Gertrudes – SP – CEP: 13.510-000

Endereço para correspondência: Praça Comendador Jamil Abraão Saad nº 144 –  
apto. 101

Cordeirópolis – SP - CEP: 13.490-000 Cel: (19) 9729-9141 32198852

CNPJ: 01.225.874/0001-00 I.E: 615.007.970-114 615007970114

*Gp*