



PARECER TÉCNICO

ÁGUA SUBTERRÂNEA

Processo: 5158/2010		Protocolo: 509727/2011	
Dados do Requerente/ Empreendedor			
Nome:	VALE S.A	CPF/CNPJ: 33592510005385	
Endereço:	RUA ANTONIO DE ALBUQUERQUE , 271		
Bairro:	FUNCIONÁRIOS	Município:	BELO HORIZONTE
Dados do Empreendimento			
Nome/Razão Social :	VALE S.A - MINA MAR AZUL	CPF/CNPJ: 33592510008724	
Endereço:	AES 040 - KM 543 - MUTUCA , 0		
Distrito:		Município:	NOVA LIMA
Dados do uso do recurso hídrico			
UPGRH:	SF5: Bacia do rio das Velhas das nascentes até jusante da confluência com o rio Paraúna		
Bacia Estadual:	Rio das Velhas	Bacia Federal:	Rio São Francisco
Latitude:	20°3'34"	Longitude:	43°57'31"
Dados do poço PTP 04/05			
Empresa perfuradora:	Geosol		
Ano da Perfuração:	2004	Profundidade (m):	196.00
Tipo de Aquífero:	Granular	Diâmetro (mm):	444.5
		Litologia:	Hematita
Dados do poço PTP 05/06			
Empresa perfuradora:	Geosol		
Ano da Perfuração:		Profundidade (m):	444.5
Tipo de Aquífero:		Diâmetro (mm):	444.5
		Litologia:	Hematita, Filito e Itabirito
Dados do poço PTP 06/07			
Empresa perfuradora:	Geosol		
Ano da Perfuração:	2007	Profundidade (m):	194.00
Tipo de Aquífero:		Diâmetro (mm):	444.5
		Litologia:	Arenito, Itabirito, Hematita e Quartzito
Teste de bombeamento			
Ano do Teste:	Executor do Teste:		
Duração (h):	NE (m):	ND (m):	Vazão (m³/h):
Análise Físico-química da Água:		Análise Bacteriológica da Água:	
Porte conforme DN CERH nº 07/02		P[]	M[] G[X]
Finalidades			
Rebaixamento de nível d'água para fins de mineração			
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 [X] Gravidade []

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Fabiana Vasconcelos Caldas CREA MG 85132/D		
Analista Ambiental SUPRAM CM Gladson de Oliveira	1.149.306-1 MASP	RÚBRICA	
Isabel Cristina R. R. de Meneses Diretora Técnica SUPRAM CM	1.043.798-6 MASP	RÚBRICA	



PARECER TÉCNICO

ÁGUA SUBTERRÂNEA

Dados da Captação/ Bombeamento												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	dez
Vazão Liberada(m³/h)	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Dia/ Mês	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Horas/Dia	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Volume(m³)	446400	417600	446400	432000	446400	432000	446400	446400	432000	446400	446400	446400
Observações:	O SISTEMA DE REBAIXAMENTO CONTA ATUALMENTE COM TRÊS POÇOS TUBULARES: PTP-04/05, PTP-05/06 E PTP-06/07											
Condicionantes	<p>1) Realizar o monitoramento de Vazões do Córrego dos Fechos, diariamente.</p>											

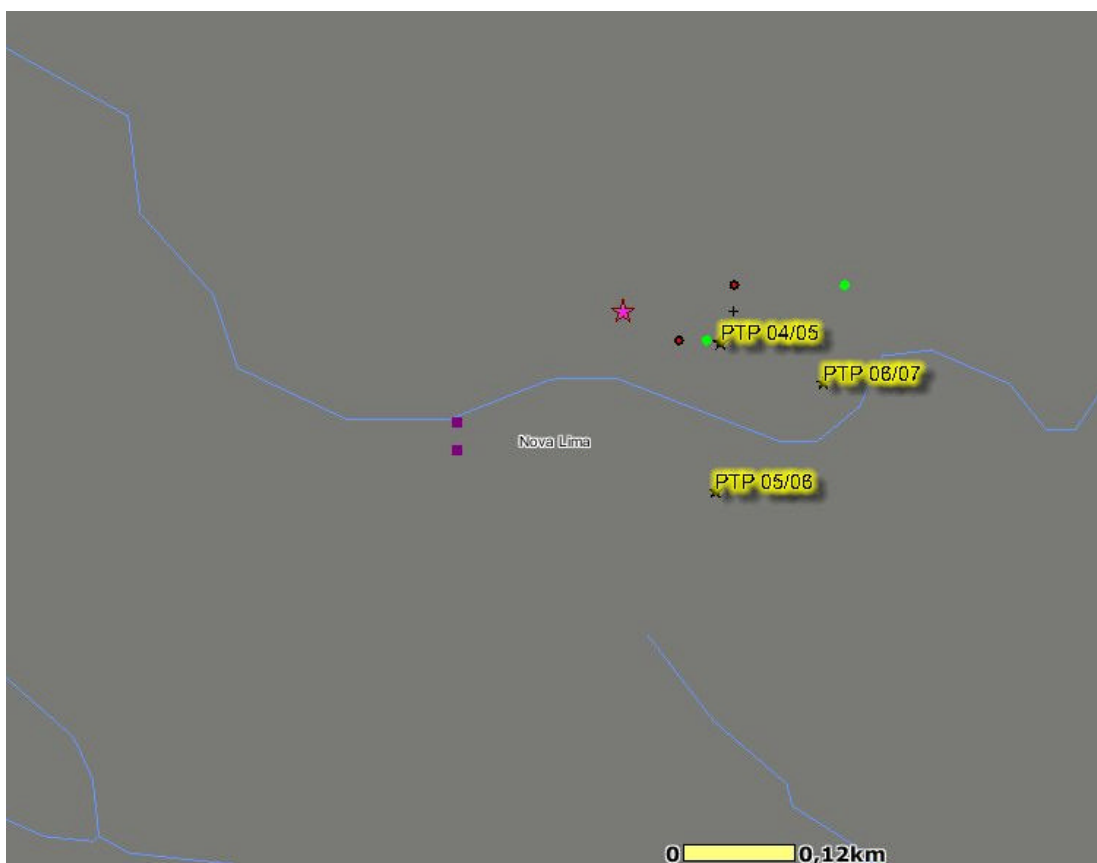


Figura indicando a posição dos poços já existentes, localizados sobre litogias do Supergrupo Minas, do Grupo Itabira: Itabiritos, Dolomitos E Filitos
 Fonte: SIAM, Mapa Geológico de Minas Gerais, COMIG, 1994, escala original 1:1.000.000.

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Fabiana Vasconcelos Caldas CREA MG 85132/D		
Analista Ambiental SUPRAM CM Gladson de Oliveira	1.149.306-1 MASP	RÚBRICA	
Isabel Cristina R. R. de Meneses Diretora Técnica SUPRAM CM	1.043.798-6 MASP	RÚBRICA	



PARECER TÉCNICO

ÁGUA SUBTERRÂNEA

Análise Técnica

1. Introdução

Este parecer apresenta informações sobre o processo de outorga de captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível na Mina de Mar Azul, na Cava Técnica, propriedade da Vale S.A., localizada no município de Nova Lima. A intervenção objetiva atender o desenvolvimento da Cava Técnica até 2016.

2. Caracterização do Empreendimento

A mina Mar Azul é composta de 4 cavas e 5 barragens. Integra o Complexo Paraopeba, no município de Nova Lima. Este complexo se agrega ao Sistema de Ferrosos Sul de jazidas da Vale, no Quadrilátero Ferrífero.

A mina encontra-se em operação desde 1936, quando os trabalhos na lavra eram realizados de forma rudimentar. A partir de 1966 a Rio Verde Minerações começou a atuar na região, adquirindo a Cava Técnica em 1994. Em 2006 a mina começou a ser operada pela MBR e em 2007 pela Companhia Vale do Rio Doce, que passou a se chamar VALE em novembro de 2007.

Existe uma pequena instalação de beneficiamento na Mina Mar Azul, onde ocorre apenas britagem a seco e, em seguida o minério é transportado para a usina da Mina de Mutuca. Há também uma pilha de estéril, a PDE oeste. A exploração de hematitas e itabiritos é feita por extração a céu aberto, com cava em bancadas, operações de perfuração, detonação, carregamento e transporte.

O primeiro poço de bombeamento da mina Técnica foi perfurado em 2005 e seu bombeamento foi iniciado em 2006. Em 2005 foi perfurado mais um poço de pequena vazão na mesma cava. O bombeamento desses poços está sendo mantido para execução de pesquisa hidrogeológica, visando o rebaixamento do nível de água.

3. Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A mina insere-se na porção centro-norte do Quadrilátero Ferrífero, região meridional do Cráton São Francisco. Tal região se destaca como uma das mais importantes províncias minerais brasileiras.

A seção pré-cambriana do QF se subdivide em quatro unidades, o Complexo Metamórfico Arqueano (composto por granitos e gnaisses), o Supergrupo Rio das Velhas (seqüência meta-vulcano-sedimentar arqueana, do tipo greenstone belt, onde ocorrem xistos e filitos com intercalações de formação ferrífera bandada), o Supergrupo Minas (metassedimentos siliciclásticos, quartzitos com conglomerados e filitos – Formações Moeda e Batatal – e metassedimentos químicos, itabiritos e dolomitos – Formações Cauê e Gandarela) e Grupo Itacolomi.

As unidades do QF interagem com o sistema hidrológico de acordo com os diferentes tipos de rocha que as compõem.

O Complexo Metamórfico pode constituir aquíferos fraturados encobertos por um espesso manto de alteração, ambos com pequeno potencial de armazenamento de

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Fabiana Vasconcelos Caldas CREA MG 85132/D		
Analista Ambiental SUPRAM CM Gladson de Oliveira	1.149.306-1 MASP	RÚBRICA	
Isabel Cristina R. R. de Meneses Diretora Técnica SUPRAM CM	1.043.798-6 MASP	RÚBRICA	



PARECER TÉCNICO

ÁGUA SUBTERRÂNEA

água. Os xistos e filitos do Supergrupo Rio das Velhas, que são rochas impermeáveis, não permitem infiltração em profundidade de águas de chuva, porém, pequenas lentes de formação ferrífera bandada que ocorrem intercaladas, permitem alguma extração de água.

As rochas do Supergrupo Minas incluem as formações Moeda, Batatal, Cauê, Gandarela e Cercadinho. O Grupo Caraça é composto pelas formações Moeda (quartzitos), que forma um aquífero fraturado de pequena importância, e Batatal (filitos) que constitui uma barreira impermeável. A formação Cauê é a unidade hospedeira do minério de ferro e constitui um aquífero de circulação profunda, no qual a água que se infiltra no solo ocupa espaços vazios existentes na rocha até grandes profundidades. Na formação Gandarela, composta por dolomitos, o desenvolvimento de um sistema cárstico confere às suas rochas características de aquífero pouco desenvolvido.

Também ocorrem na região aquíferos de circulação rasa, formados por materiais permeáveis de origem coluvionar. A recarga destes aquíferos se dá por infiltração direta da água das chuvas e a descarga ocorre através de fluxos sub-superficiais convergentes para os cursos d'água, sem que haja circulação profunda.

4. Caracterização Hidrográfica

A área se insere na porção oeste da bacia hidrográfica do Rio das Velhas, que drena para norte e tem como limite oeste a Serra da Moeda, divisor de águas entre as bacias dos rios Paraopeba e Velhas.

A Cava Técnica insere-se na micro-bacia de Fechos. O córrego dos Fechos nasce no limite sudeste do platô da Moeda, no bairro Jardim Canadá, a 1340m de altitude. No trecho em que este córrego cruza a faixa de formação ferrífera da Mina de Mar Azul, a vazão do córrego sofre um incremento substancial, relacionado à descarga do Aquífero Cauê.

5. Balanço Hídrico

A unidade operacional da Mina Mar Azul tem seu minério beneficiado na UTM Mutuca. Os poços existentes na lavra, responsáveis pelo rebaixamento do nível freático, bombeiam aproximadamente 150m³/h de água, destinada à aspersão de pistas e ao abastecimento de escritórios. As águas provenientes da drenagem superficial (perdas e água pluvial) seguem para o córrego Caetezinho, afluente do córrego Caeté. Em agosto de 2010, a água bombeada pelos poços PTP 05/06 e PTP 06/07, cerca de 20 m³/h, foi encaminhada diretamente para o córrego Seco, afluente do Córrego dos Fechos.

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Fabiana Vasconcelos Caldas CREA MG 85132/D		
Analista Ambiental SUPRAM CM Gladson de Oliveira	1.149.306-1 MASP	RÚBRICA	
Isabel Cristina R. R. de Meneses Diretora Técnica SUPRAM CM	1.043.798-6 MASP	RÚBRICA	



PARECER TÉCNICO

ÁGUA SUBTERRÂNEA

7. Monitoramento

6.1. Poços Tubulares

A área da cava possui três poços tubulares instalados, conforme a tabela seguinte.

Poços	Coordenadas (UTM SAD 69)		Cota
PTP 04/05	609001.49	7781558.69	1131.42
PTP 05/06	608995.68	7781393.47	1149.69
PTP 06/07	609109.72	7781513.35	1129.99

No histórico de vazões produzidas pelos poços, durante o período de fevereiro de 2006 até julho de 2009, observa-se que o poço PTP 04/05 possui as maiores vazões bombeadas e é o principal poço da cava. Os outros dois poços iniciaram suas atividades em janeiro e novembro de 2007.

6.2. Piezômetros e INA's

Desde o início das operações de bombeamento, o acompanhamento do nível d'água foi feito através do monitoramento dos INA's e piezômetros instalados na Cava Técnica. A tabela seguinte apresenta a localização destes instrumentos.

Instrumento	Coordenadas		
	E	N	Cota
PZ 03/01	608963.60	7782273.50	1203.50
INA 04/01	608944.24	7782267.50	1203.53
INA 05/01	609023.31	7781966.20	1201.35
INA 06/01	609110.01	7781379.37	1140.58
INA 07/05	609001.56	7781434.71	1132.49

A rede de monitoramento mediu níveis de água que foram utilizados para calibração e avaliação do modelo numérico de fluxo de água subterrânea. Três INA's apresentaram rebaixamento constante a partir do início do bombeamento da água subterrânea, o quarto teve seu funcionamento interrompido e o piezômetro não apresentou diminuição do nível da água com o rebaixamento. O nível de água monitorado por este piezômetro está relacionado ao compartimento hidrogeológico relacionado aos blocos Mar Azul Norte e Fechos, que estão separados do compartimento da Cava Técnica por corpos de rocha intrusiva que atuam como barreira hidráulica.

Este monitoramento é necessário para avaliar a evolução dos níveis de água subterrânea e verificar a extensão do rebaixamento.

6.3. Vazão Superficial

O monitoramento das vazões superficiais foi feito a partir da leitura do nível d'água nos vertedouros instalados no Córrego dos Fechos. Foram utilizados os vertedouros V1 e V2, respectivamente a montante e a jusante da cava, para quantificar as descargas do Aquífero Cauê. A subtração da vazão de jusante pela vazão de montante é igual à vazão da água proveniente do aquífero neste compartimento. O monitoramento dos

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Fabiana Vasconcelos Caldas CREA MG 85132/D		
Analista Ambiental SUPRAM CM Gladson de Oliveira	1.149.306-1 MASP	RÚBRICA	
Isabel Cristina R. R. de Meneses Diretora Técnica SUPRAM CM	1.043.798-6 MASP	RÚBRICA	



PARECER TÉCNICO

ÁGUA SUBTERRÂNEA

vertedouros foi realizado até 2008 quando os mesmos foram destruídos por fortes chuvas.

O monitoramento da vazão neste córrego é fundamental para identificar alterações em função do rebaixamento do nível freático, já que ele é efluente em relação ao aquífero Cauê.

7. Modelo Hidrogeológico Conceitual

Este modelo representa as condições de circulação e armazenamento das águas subterrâneas desde sua infiltração até a descarga. Objetivando reproduzir o comportamento do sistema hídrico em questão.

A Cava Técnica situa-se no segmento leste do compartimento hidrogeológico Capão Xavier-Mutuca-Tamanduá, que engloba duas faixas de formação ferrífera, separadas pelas falhas Mutuca e Gorduras. A Faixa de formação ferrífera Tamanduá-Feixos está limitada a leste e oeste pelos litotipos impermeáveis da formação Batatal.

O aquífero Cauê possui várias porosidades e comportamentos, nele ocorre a maior parte do fluxo subterrâneo. É, geralmente, livre, com sua recarga principal ocorrendo por infiltração de águas pluviais. Está limitado em profundidade e lateralmente por filitos da formação Batatal e pode estar compartimentado internamente por camadas impermeáveis. A água flui para as descargas, localizadas nos pontos baixos da rede de drenagem, onde se produz a saída de água.

Na área da cava, existem dois domínios, nos quais a água flui em sentidos contrários (norte e sul), ambos com descarga na zona do Córrego dos Fechos.

8. Modelo Numérico

Para o modelamento numérico foi utilizado o software “Visual Modflow 2.8.2” desenvolvido pela Waterloo Hydrogeologic Inc. O modelo foi calibrado em regime permanente e transitório e, a partir daí, foram feitas simulações de rebaixamento em regime transitório. Foi considerado apenas o fluxo d’água no Aquífero Cauê. Na direção norte, o modelo se estende até a curva da Samambaia (confinamento hidráulico por rocha básica), e na direção sul até a coordenada norte 7779200, onde a condição de contorno representa a continuidade do aquífero.

A recarga foi aplicada nas áreas de afloramento da formação ferrífera, e a descarga no córrego dos Fechos e nos poços tubulares da Cava Técnica.

8.1. Malha (grid)

O modelo compreende uma malha retangular de 4,48km², centrada no córrego dos Fechos. As coordenadas limítrofes são: direção leste-oeste, entre 608400E e 609800E (total 1400m) e direção norte-sul, entre 7779200N e 7782400N (total 3200m). Na direção vertical, o modelo encontra-se entre as cotas 900m e 1250m.

O modelo possui 7 camadas horizontais com 50m de espessura, o espaçamento entre as linhas e colunas varia de 25m (região central) a 50m (extremidades). Ao todo, o grid possui 37 colunas e 107 linhas, totalizando 27713 blocos.

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Fabiana Vasconcelos Caldas CREA MG 85132/D		
Analista Ambiental SUPRAM CM Gladson de Oliveira	1.149.306-1 MASP	RÚBRICA	
Isabel Cristina R. R. de Meneses Diretora Técnica SUPRAM CM	1.043.798-6 MASP	RÚBRICA	



PARECER TÉCNICO

ÁGUA SUBTERRÂNEA

8.2. Condições de Contorno

Foram utilizadas células inativas, para representar a superfície topográfica e as rochas que atuam como barreira hidráulica. A recarga foi aplicada à célula ativa mais alta de cada coluna, e seu valor foi definido em função dos dados de precipitação. A propriedade dreno foi inserida no trecho do Córrego dos Fechos localizado na faixa de formação ferrífera modelada.

A condição de contorno generalizada (GHB) foi inserida no limite norte do modelo, em profundidade, representando uma conexão hidráulica entre a área modelada e a faixa de formação ferrífera, situada a norte do dique de rocha básica. Onde o nível d'água é superior ao da Cava Técnica, de acordo com os dados de monitoramento. Outra GHB foi inserida no limite sul do modelo, representando a continuidade do aquífero nesta direção.

8.3. Propriedades Hidrodinâmicas

A discretização destas propriedades foi feita a partir de seções geológicas horizontais da mina e de informação geológica de superfície. As litologias mapeadas foram agrupadas de acordo com suas propriedades hidrodinâmicas, resultando em seis grupos. Foram inseridas três propriedades, devido à ausência de informação detalhada na região de Fechos.

9. Simulações do Rebaixamento

O planejamento da lavra prevê uma cava final com bottom-pit na cota 1019 metros, o que demanda o rebaixamento de 130m até o ano de 2016. A divisão dos períodos de tempo utilizados na simulação do rebaixamento do nível d'água encontram-se na tabela seguinte.

Além dos três poços existentes, foram simulados outros 5 poços, que começaram a operar a partir de 2011. Para os poços já existentes, foi adotada uma vazão decrescente a taxa de 15% ao ano, decorrente do processo de desaguamento. A recarga utilizada foi de 627,8mm/ano, aplicada em todo período simulado.

Período de Stress	Dias		Dias Modelo	
	De	Até	De	Até
1	01/08/2009	31/12/2009	0	152
2	31/12/2009	31/12/2010	152	517
3	31/12/2010	31/12/2011	517	882
4	31/12/2011	31/12/2012	882	1248
5	31/12/2012	31/12/2013	1248	1613
6	31/12/2013	31/12/2014	1613	1978
7	31/12/2014	31/12/2015	1978	2343
8	31/12/2015	31/12/2016	2343	2709

De acordo com os resultados obtidos, a perfuração de mais cinco poços mostra-se necessária. O resultado final da simulação apresenta as equipotenciais do nível de água na camada 5, em cotas próximas ao bottom pit da cava, no ano de 2016 (cota

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Fabiana Vasconcelos Caldas CREA MG 85132/D		
Analista Ambiental SUPRAM CM Gladson de Oliveira	1.149.306-1 MASP	RÚBRICA	
Isabel Cristina R. R. de Meneses Diretora Técnica SUPRAM CM	1.043.798-6 MASP	RÚBRICA	



PARECER TÉCNICO

ÁGUA SUBTERRÂNEA

mínima por volta de 1015m). Nos taludes superiores da cava, o nível d'água também ficou abaixo das cotas das bancadas, atendendo às condições operacionais.

O processo de rebaixamento inicia-se com vazões da ordem de 100m³/h, oriunda dos poços existentes, e culmina com vazões da ordem de 500m³/h, com o início da bateria simulada.

10. Impactos e Medidas Mitigadoras

Para analisar os impactos provocados pelo processo de rebaixamento do nível da água sobre a disponibilidade dos recursos hídricos, foram utilizadas vazões obtidas nos drenos aplicados sobre o córrego Fechos e seu afluente norte no modelo. A evolução das vazões do trecho do córrego modelado demonstra que há um decréscimo da contribuição da água da Formação Ferrífera na vazão do Córrego dos Fechos, associada ao rebaixamento do nível d'água na Cava Técnica. A vazão inicial do córrego, de 153,7m³/h, apresentada no ano de 2009, sofre uma redução progressiva ao longo dos anos, chegando a 62,4 m³/h em 2016.

Ao final do processo de rebaixamento, o Córrego dos Fechos sofre uma redução da ordem de 60% no aporte de água proveniente da Formação Ferrífera em relação vazão total obtida no final da calibração em regime transitório.

Para evitar a redução de vazão, deve ser proposto um gerenciamento dos recursos hídricos, de forma a repor este déficit com a adução da água produzida pelos poços de rebaixamento, já que as vazões produzidas pelo bombeamento (entre 100 e 500m³/h) são superiores ao maior déficit de vazão apresentado pelo córrego dos Fechos (91,3m³/h). No relatório técnico, foi apresentada uma simulação em que 20% da água bombeada é aduzida ao Córrego dos Fechos. Com isso o impacto da redução de vazão é eliminado e, além disso, há disponibilidade do restante de água ser usado para outros fins.

11. Conclusão

A equipe técnica da SUPRAM CM, considera como satisfatórios os estudos apresentados e é favorável ao deferimento desse processo de outorga **(5158/2010)**, para **Captação De Água Subterrânea Para Fins Rebaixamento de nível freático em mineração**, desde que cumpridas as condicionantes relatadas neste parecer.

Conforme PORTARIA IGAM 49/2010 Art. 3º. Inciso II, **o prazo de validade será o mesmo da licença ambiental LO, via processo 082/1982/025/2010.**

“Art. 3º. A outorga de direito de uso de recursos hídricos respeitará os seguintes prazos máximos:

II - o mesmo prazo da licença ambiental ou da AAF, quando estiver vinculada a empreendimento licenciado ou detentor de AAF ou a empreendimento em processo de licenciamento ambiental ou de AAF.”

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Fabiana Vasconcelos Caldas CREA MG 85132/D		
Analista Ambiental SUPRAM CM Gladson de Oliveira	1.149.306-1 MASP	RÚBRICA	
Isabel Cristina R. R. de Meneses Diretora Técnica SUPRAM CM	1.043.798-6 MASP	RÚBRICA	