

EIA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS
TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO

VOLUME III
ANEXOS



CONTEÚDO

ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA E CERTIFICADO DE
REGULARIDADE NO CADASTRO TÉCNICO FEDERAL

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS SOBRE CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS

PLANO DE FECHAMENTO DAS MINAS DE TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS

PROGNÓSTICO DE RUÍDO AMBIENTAL

**ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA E
CERTIFICADO DE REGULARIDADE NO CADASTRO TÉCNICO
FEDERAL**

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART **CRE**
 Lei nº 5.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO Data: 19/06/2020 2:47:17 PM

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART

Nº:2020/04947

CONTRATADO

Nome:ADRIANA CASTRO RODRIGUES

CPF:12437388710

E-Mail:dricrodrigues@gmail.com

Endereço:R BOA ESPERANCA n.º 66 1102

Cidade:BELO HORIZONTE

CEP:30310-730

Registro CRBio:093520/04-D

Tel:31 96919816

Bairro:CARMO

UF:MG

CONTRATANTE

Nome:AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA

Registro Profissional:

Endereço:R ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37

Cidade:BELO HORIZONTE

CEP:30240-280

Site:

CPF/CGC/CNPJ:04.590.934/0001-81

Bairro:SAO LUCAS

UF:MG

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza: Prestação de Serviços - Cargo/função técnica * - Realização de consultorias/assessorias técnicas

Identificação:Apoio ao PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.

Município do Trabalho: Nova Lima, Itabirito e Rio Acima

Forma de participação: Equipe

Área do conhecimento: Zoologia

Descrição sumária da atividade:Apoio, revisões e elaboração de textos relacionados ao EIA, RIMA, PUP, Book IBAMA, Critérios Locacionais, PCA, relacionados ao PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.

Valor: R\$ 12000,00

Início: 13/06/2020

Total de Horas: 320

Término:

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 19 / 06 / 2020

Assinatura do profissional

Data: 19 / 06 / 2020

Assinatura e carimbo do contratante

Para verificar a autenticidade desta ART acesse o CRBio04 Online Online em nosso site e depois o serviço Conferência de ART

Solicitação de baixa por distrato

Data: / /

Assinatura do Profissional

Data: / /

Assinatura e carimbo do contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /

Assinatura do profissional

Data: / /

Assinatura e Carimbo do contratante

Nº do Protocolo: 64062/NET



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO Data: 27/02/2020 4:29:36 PM

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART Nº:2020/01653

CONTRATADO

Nome: ALINE GOMES JUSTO Registro CRBio: 030489/04-D
CPF: 03348235600 Tel: 31 99955523
E-Mail: alinejusto@gmail.com
Endereço: R JUACEMA 227/202
Cidade: BELO HORIZONTE Bairro: GRACA
CEP: 31140-030 UF: MG

CONTRATANTE

Nome: AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA
Registro Profissional: CPF/CGC/CNPJ: 04.590.934/0001-81
Endereço: R ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37
Cidade: BELO HORIZONTE Bairro: SAO LUCAS
CEP: 30240-280 UF: MG
Site:

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza: Prestação de Serviços - 1.7
Identificação: Estudos botânicos para licenciamento do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato.
Município do Trabalho: Nova Lima, Rio Acima e Itabirito UF: MG Município da sede: BELO HORIZONTE UF: MG
Forma de participação: Equipe Perfil da equipe: Biólogo
Área do conhecimento: Botânica Campo de atuação: Meio ambiente
Descrição sumária da atividade: Realização de estudos florísticos e fitossociológicos para o licenciamento do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato.
Valor: R\$ 11000,00 Total de Horas: 260
Início: 23/01/2020 Término:

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 27 / 02 / 2020
Aline Gomes Justo
Assinatura do profissional

Data: 27 / 02 / 2020
Assinatura e carimbo do contratante
Flavio Dayrell Gontijo
Ampla Engenharia e Gestão de Projetos Ltda

Para verificar a autenticidade desta ART acesse o CRBio04 Online Online em nosso site e depois o serviço Conferência de ART

Solicitação de baixa por distrato

Nº do protocolo:

Data: / /

Assinatura do Profissional

Data: / /

Assinatura e carimbo do contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /

Assinatura do profissional

Data: / /

Assinatura e Carimbo do contratante



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 27/06/2019 11:19:34 PM	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART		Nº: 2019/05301	
CONTRATADO			
Nome: AUGUSTO MENDES DE OLIVEIRA		Registro CRBio: 057561/04-D	
CPF: 0561275665		Tel: 31 34334861	
E-mail: augusto@incorpnet.com.br			
Endereço: AV GASTAO DEMETRIO MAIA n.º 473			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: FLORAMAR	
CEP: 31743-096		UF: MG	
CONTRATANTE			
Nome: AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA			
Registro profissional		CPF/CGC/CNPJ: 04.590.934/0001-81	
Endereço: R. ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SAO LUCAS	
CEP: 30740-280		UF: MG	
Site:			
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Natureza: Prestação de Serviços - Realização de consultorias/assessorias técnicas			
Identificação: Coordenação da Biotá Aquática no Projeto de Desenvolvimento do Complexo Vargem Grande			
Município do trabalho: Nova Lima, Itabirito e Rio Acima		UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte
Forma de prestação: Equipe		Perfil da equipe: Biólogos	
Área do conhecimento: Ecologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: EXECUÇÃO E COORDENAÇÃO DOS ESTUDOS LIGADOS AOS GRUPOS FITOPLANKTON, ZOOPLANKTON, CIANOBACTÉRIAS, ZOOSSENTOS E PERIFITON, NO ÂMBITO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE, LOCALIZADO NOS MUNICÍPIOS DE NOVA LIMA, ITABIRITO E RIO ACIMA. AS ATIVIDADES VINCULADAS AO ESTUDO INCLUEM COORDENAÇÃO TEMÁTICA, PARTICIPAÇÃO DE COLETAS EM CAMPO, IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA, ANÁLISE DE DADOS E ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS TÉCNICOS.			
Valor: R\$: 3923,00		Total de horas: 372	
Início: 01/07/2019		Término:	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 29/06/2019		Data: 19/06/2019	
Assinatura do profissional		Assinatura e carimbo do contratante	
Solicitação de baixa por distrato		Solicitação de baixa por conclusão	
Data: / /		Data: / /	
Assinatura do profissional		Assinatura do profissional	
Data: / /		Data: / /	
Assinatura e carimbo do contratante		Assinatura e carimbo do contratante	

Imprimir ART



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO	Data: 17/02/2020 8:38:07 PM
---------------------------------	-----------------------------

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART	Nº:2020/01242
--	---------------

CONTRATADO

Nome:CRISTIANO VINICIUS VIDAL	Registro CRBio:030748/04-D
CPF:04304181670	Tel:34825871
E-Mail:vidalcv@gmail.com	
Endereço:R. VICENTE DE PAULA ALMEIDA221/51	
Cidade:BELO HORIZONTE	Bairro:N/INFORMADO
CEP:31140-370	UF:MG

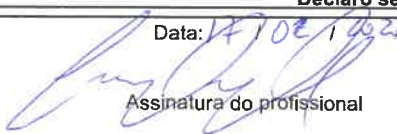

CONTRATANTE

Nome:AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA	
Registro Profissional:	CPF/CGC/CNPJ:04.590.934/0001-81
Endereço:R ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37	
Cidade:BELO HORIZONTE	Bairro:SAO LUCAS
CEP:30240-280	UF:MG
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza: Prestação de Serviços - 1.7			
Identificação:Estudos botânicos para licenciamento do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato			
Município do Trabalho: Nova Lima, Rio Acima e Itabirito	UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte	UF:MG
Forma de participação: Equipe	Perfil da equipe: Biólogos		
Área do conhecimento: Botânica	Campo de atuação: Meio ambiente		
Descrição sumária da atividade:Realização de estudos florísticos e fitossociológicos para o licenciamento do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato			
Valor: R\$ 10000,00	Total de Horas: 200		
Início: 12/01/2020	Término:		

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima	
<p>Data: 17/02/2020</p>  Assinatura do profissional	<p>Data: 17/2/2020</p>  Assinatura e carimbo do contratante Flavio Daltro Gontijo Ampla Engenharia e Gestão de Projetos Ltda

Para verificar a autenticidade desta ART acesse o **CRBio04 Online** em nosso site e depois o serviço **Conferência de ART**

<p>Solicitação de baixa por distrato</p> <p>Nº do protocolo:</p> <p>Data: / /</p> <p>Assinatura do Profissional</p> <p>Data: / /</p> <p>Assinatura e carimbo do contratante</p>	<p>Solicitação de baixa por conclusão</p> <p>Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.</p> <p>Data: / / Assinatura do profissional</p> <p>Data: / / Assinatura e Carimbo do contratante</p>
--	---



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO Data: 17/02/2020 8:41:10 PM

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART

Nº:2020/01241

CONTRATADO

Nome:FERNANDA BERNARDES DE VASCONCELOS

Registro CRBio:057491/04-D

CPF:01386207683

Tel:998671117

E-Mail:fernandalagoa@yahoo.com.br

Endereço:RUA MARANHÃO, 973/101

Cidade:LAGOA DA PRATA

Bairro:SAO FRANCISCO

CEP:35590-000

UF:MG

CONTRATANTE

Nome:AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA

Registro Profissional:

CPF/CGC/CNPJ:04.590.934/0001-81

Endereço:R ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37

Cidade:BELO HORIZONTE

Bairro:SAO LUCAS

CEP:30240-280

UF:MG

Site:

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza: Prestação de Serviços - 1.7

Identificação:Estudos botânicos para licenciamento do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato

Município do Trabalho: Nova Lima, Rio Acima e Itabirito

UF: MG

Município da sede: Belo Horizonte

UF:MG

Forma de participação: Equipe

Perfil da equipe: Biólogos

Área do conhecimento: Botânica

Campo de atuação: Meio ambiente

Descrição sumária da atividade:Realização de estudos florísticos e fitossociológicos para o licenciamento do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato

Valor: R\$ 5000,00

Total de Horas: 150

Início: 12/01/2020

Término:

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 17/02/2020

Assinatura do profissional

Data: 17/2/2020

Assinatura e carimbo do contratante

Para verificar a autenticidade desta ART acesse o **CRBio04 Online** em nosso site e depois o serviço **Conferência de ART**

Solicitação de baixa por distrato

Nº do protocolo:

Data: / /

Assinatura do Profissional

Data: / /

Assinatura e carimbo do contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /

Assinatura do profissional

Data: / /

Assinatura e Carimbo do contratante



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

Via da Obra/Serviço
Página 1/1

ART de Obra ou Serviço
14202000000006059226

1. Responsável Técnico

FERNANDO CESAR STOCHIERO

Título profissional:
ENGENHEIRO CIVIL;

RNP: 1403727953

Registro: 04.0.0000084956

Empresa contratada:
FCS CONSULTORIA LTDA

Registro: 70288

2. Dados do Contrato

Contratante: **AMPLIO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA.**

CNPJ: 04.590.934/0001-81

Logradouro: **RUA ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI**

Nº: 000037

Cidade: **BELO HORIZONTE**

Bairro: **SÃO LUCAS**

CEP: 30240280

Contrato: **CVAG-EIA-24-19-PJ13**

Celebrado em: **29/08/2019**

Valor: **11.000,00**

Tipo de contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO**

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **AVENIDA DOUTOR MARCO PAULO SIMON JARDIM**

Nº: 000000

Complemento: **PIEMONTE**

Bairro: **MINA DE ÁGUAS CLARAS**

Cidade: **NOVA LIMA**

UF: **MG**

CEP: 34006270

Data de início: **27/06/2019** Prazo de término: **30/06/2021**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **VALE S.A.**

CNPJ: 33.592.510/0034-12

4. Atividade Técnica

1 - **ELABORAÇÃO**

ESTUDO, MEIO AMBIENTE, ESTUDO IMPACTO AMBIENTAL E REL. IMPACTO 1.00

AMBIEN.-EIA/RIMA

Quantidade: Unidade:

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

DIAGNOSTICO DE RECURSOS HÍDRICOS - ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMANDUÁ E CAPTÃO DO MATO.

6. Declarações

7. Entidade de Classe

SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

8. Assinaturas

Dados serem verdadeiras as informações acima

Bele Horizonte, 03 de junho de 2020

Fernando Stochiero

FERNANDO CESAR STOCHIERO

RNP: 1403727953

AMPLIO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA

Valor da ART: **155,38**

Registro em: **02/06/2020**

CNPJ: 04.590.934/0001-81

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-mg.org.br ou www.confrea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ **R\$11.000,00.** ÁREA DE ATUAÇÃO: **HIDROLOGIA,**

CREA-MG

www.crea-mg.org.br | 0800.0312732

Valor Pago: **155,38**

Nosso Número: **000000005816552**



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 30/05/2019 4:27:15 PM	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			Nº: 2019/04470
CONTRATADO			
Nome: FLAVIO DAYRELL GONTIJO		Registro CRBio: 070943/04-D	
CPF: 06860038616		Tel: 31 95042664	
E-mail: gontijo10@hotmail.com			
Endereço: RUA NIQUEL, 138/207			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SERRA	
CEP: 30220-280		UF: MG	
CONTRATANTE			
Nome: AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA			
Registro profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 04.590.934/0001-81	
Endereço: R ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SAO LUCAS	
CEP: 30240-280		UF: MG	
Site:			
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Natureza: Prestação de Serviços - Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços			
Identificação: Estudos Ambientais do Projeto de Desenvolvimento do Complexo Vargem Grande			
Município do trabalho: Nova Lima	UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte	UF: MG
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: Biólogos, Engenheiros, Geógrafos	
Área do conhecimento: Botânica		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: COORDENAÇÃO DO TEMA FLORA E VEGETAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE.			
Valor: R\$ 4900,00		Total de horas: 176	
Início: 29/05/2019		Término:	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 29/5/19 Assinatura do profissional		Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	
Solicitação de baixa por distrato Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante		Solicitação de baixa por conclusão Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio. Nº do protocolo: 49323/NET Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	

Para verificar a autenticidade desta ART acesse o **CRBio-04 Online** em nosso site e depois o serviço **Conferência de ART**

Imprimir ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

Via da Obra/Serviço

Página 1/1

CREA-MG

ART de Obra ou Serviço
14202000000006055069

1. Responsável Técnico

JUSTINE MARGARIDA MAGELA MARTINS BUENO

Título profissional:
GEOGRAFO;

RNP: 1409877094

Registro: 04.0.0000141556

2. Dados do Contrato

Contratante: AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA

CNPJ: 04.590.934/0001-81

Logradouro: RUA ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI

Nº: 000037

Cidade: BELO HORIZONTE

Bairro: SÃO LUCAS

CEP: 30240280

Contrato:

UF: MG

Celebrado em:

Valor: 3.000,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: AVENIDA DOUTOR MARCO PAULO SIMON JARDIM

Nº: 000000

Complemento: PIEMONTE

Bairro: MINA DE ÁGUAS CLARAS

Cidade: NOVA LIMA

UF: MG

CEP: 34006270

Data de início: 30/06/2019 Previsão de término: 30/06/2102

Finalidade: AMBIENTAL

Proprietário: VALE S/A

CNPJ: 33.592.510/0034-12

4. Atividade Técnica

1 - CONSULTORIA

Quantidade:

Unidade:

ESTUDO, MEIO AMBIENTE, ESTUDO IMPACTO AMBIENTAL E REL. IMPACTO 0.01
AMBIEN.-EIA/RIMA

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ESTUDOS PEDOLÓGICOS PARA O EIA/RIMA DO PROJETO AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMNADUÁ E CAPITÃO DO MATO.....

6. Declarações

7. Entidade de Classe

ASSOC. DOS PROFISSIONAIS GEÓGRAFOS DO ESTADO DE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

17 de junho de 2020

JUSTINE MARGARIDA MAGELA MARTINS BU RNP: 1409877094

AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PF CNPJ: 04.590.934/0001-81

Valor da ART: 88,78

Registrada em: 02/06/2020

Valor Pago: 88,78

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-mg.org.br ou www.confrea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ R\$3.567.632,81. ÁREA DE ATUAÇÃO: MEIO AMBIENTE,



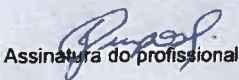
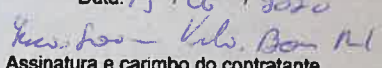
CREA-MG
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

www.crea-mg.org.br | 0800.0312732

Nosso Número: 000000005812800



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 19/06/2020 9:22:22 AM	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART		Nº: 2020/04982	
CONTRATADO			
Nome: JESSICA MOTTA CAMPOS		Registro CRBio: 117049/04-D	
CPF: 10876865635		Tel: 37749608	
E-Mail: jessicamc.bio@hotmail.com			
Endereço: RUA INGLATERRA, 313			
Cidade: SETE LAGOAS		Bairro: JARDIM UNIVERSITARIO	
CEP: 35702-394		UF: MG	
CONTRATANTE			
Nome: AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA			
Registro Profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 04.590.934/0001-81	
Endereço: R ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SAO LUCAS	
CEP: 30240-280		UF: MG	
Site:			
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Natureza: Prestação de Serviços - Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços			
Identificação: Apoio à Coordenação dos Estudos de Fauna e Biota Aquática - Complexo Vargem Grande			
Município do Trabalho: Nova Lima, Itabirito e Rio Acima		UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: Biólogos	
Área do conhecimento: Zoologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: Apoio, revisões e elaboração de textos relacionados ao EIA, RIMA, PUP, Book IBAMA, Critérios Locacionais, PCA, relacionados ao PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMANDUA E CAPITÃO DO MATO			
Valor: R\$ 9000,00		Total de Horas: 320	
Início: 13/06/2020		Término:	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 15/06/2020  Assinatura do profissional		Data: 19/06/2020  Assinatura e carimbo do contratante	
Solicitação de baixa por distrato		Solicitação de baixa por conclusão	
Data: / /		Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.	
Assinatura do Profissional		Data: / / Assinatura do profissional	
Data: / /		Data: / / Assinatura e Carimbo do contratante	
Assinatura e carimbo do contratante			

Nº do Protocolo: 64106/NET



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

Via da Obra/Serviço

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço
1420200000006061015

1. Responsável Técnico

LAILA GONCALVES DO CARMO

Título profissional:
GEOGRAFO;

RNP: 1412474280

Registro: 04.0.0000170419

2. Dados do Contrato

Contratante: **AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA**

CNPJ: 04.590.934/0001-81

Logradouro: **RUA ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI**

Nº: 000028

Cidade: **BELO HORIZONTE**

Bairro: **SÃO LUCAS**

UF: **MG**

CEP: 30240280

Contrato:

Celebrado em:

Valor: **8.000,00**

Tipo de contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO**

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **AVENIDA DOUTOR MARCO PAULO SIMON JARDIM**

Nº: 000000

Complemento: **PIEMONTE**

Bairro: **MINA DE ÁGUAS CLARAS**

Cidade: **NOVA LIMA**

UF: **MG**

CEP: 34006270

Data de início: **30/06/2019** Previsão de término: **30/06/2021**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **VALE S.A.**

CNPJ: 33.592.510/0034-12

4. Atividade Técnica

1 - CONSULTORIA

Quantidade: Unidade:

ESTUDO, MEIO AMBIENTE, ESTUDO IMPACTO AMBIENTAL E REL. IMPACTO	1.00	un
AMBIEN.-EIA/RIMA		
ESTUDO, MEIO AMBIENTE, PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL-PCA	1.00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

MEIO FISICO - DIAGNOSTICO, AVALIAÇÃO DE IMPACTO E PROGRAMAS AMBIENTAIS - PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMANDUÁ DE CAPITÃO DO MATO

6. Declarações

7. Entidade de Classe

ASSOC. DOS PROFISSIONAIS GEÓGRAFOS DO ESTADO DE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Bele Horizonte, 15 de Junho de 2020

LAILA GONCALVES DO CARMO

RNP: 1412474280

AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA CNPJ: 04.590.934/0001-81

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
 - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-mg.org.br ou www.confrea.org.br
 - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ R\$3.567.632,81. ÁREA DE ATUAÇÃO: MEIO AMBIENTE, MEIO AMBIENTE,



www.crea-mg.org.br | 0800.0312732

Valor da ART: **88,78** Registrada em: **05/06/2020**

Valor Pago: **88,78**

Nosso Número: **000000005818123**

de Projetos LTDA
CNPJ: 04.590.934/0001-81



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO	Data: 02/06/2020 4:53:06 PM
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART	
Nº:2020/04601	
CONTRATADO	
Nome:LEANDRO ANTONIO DA SILVA	Registro CRBio:104189/04-D
CPF:06874875604	Tel:037999035196
E-Mail:leandrobot@yahoo.com.br	
Endereço:R. FRANCISCA MARTA DE JESUS N° 07 CASA	
Cidade:ENGENHO DO RIBEIRO	Bairro:IPIRANGA
CEP:35602-000	UF:MG
CONTRATANTE	
Nome:AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA	
Registro Profissional:	CPF/CGC/CNPJ:04.590.934/0001-81
Endereço:R ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37	
Cidade:BELO HORIZONTE	Bairro:SAO LUCAS
CEP:30240-280	UF:MG
Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL	
Natureza: Prestação de Serviços - Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços	
Identificação:Cadastro de Nascentes para o Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato	
Município do Trabalho: Nova Lima	UF: MG
Município da sede: Nova Lima	UF:MG
Forma de participação: Equipe	Perfil da equipe: Biólogo e Auxiliar de Campo
Área do conhecimento: Ecologia	Campo de atuação: Meio ambiente
Descrição sumária da atividade:Cadastro de Nascentes para o Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato, no município de Nova Lima - Minas Gerais	
Valor: R\$ 4500,00	Total de Horas: 250
Início: 27/06/2019	Término:
ASSINATURAS	
Declaro serem verdadeiras as informações acima	
Data: 19 / 06 / 2020 Assinatura do profissional	Data: 19 / 06 / 2020 Assinatura e Carimbo do contratante
Para verificar a autenticidade desta ART acesse o CRBio04 Online em nosso site e depois o serviço Conferência de ART	
Solicitação de baixa por distrato Data: / / Assinatura do Profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	Solicitação de baixa por conclusão Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio. Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e Carimbo do contratante

Nº do Protocolo: 63643/NET



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

CREA-ES

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço

0820200044918

ART Individual

1. Responsável Técnico

LUIZ CLAUDIO DONADELLO SANTOLIM

Título profissional: **ENGENHEIRO MECÂNICO**

RNP: 0802314805

Registro: ES-004531/D

Registro: 3959

Empresa contratada: ECOSOFT CONSULTORIA E SOFTWARES
AMBIENTAIS LTDA



2. Dados do Contrato

Contratante: **AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA**

CPF/CNPJ: 04590934000181

Rua: RUA ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI

Nº: 37

Complemento:

CEP: 30240280

Cidade: BELO HORIZONTE

UF: MG

Bairro: SÃO LUCAS

Telefone:

Contrato: CVAG-EIA-24-19-PJ17-19

Nº do Aditivo: 0

Valor do Contrato/Honorários: R\$119.623,58

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RUA ANABYR LOPES FRANÇA

Nº: 211

Complemento: ED ECOSOFT

Bairro: SANTA LÚCIA

Quadra Lote

Cidade: VITÓRIA

UF: ES

CEP: 29056195

Data de início: 30/09/2019

Prev. Término: 18/07/2020

Coord. Geogr.:

Proprietário: AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA

CPF/CNPJ: 04590934000181

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 1

Unidade de medida: UNID

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 38 - 9.1 - ESTUDOS

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 100 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA

NÍVEL: 100 - COORDENAÇÃO TÉCNICA

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 9111 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 2001 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 100 - NENHUM

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

ESTUDOS ATMOSFÉRICOS (INVENTÁRIO, MODELAGEM, PROGNÓSTICO DA QUALIDADE DO AR E REVISÃO DO PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR) PARA COMPOR O EIA ELABORADO PELA AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA PARA O PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO DO COMPLEXO DE VARGEM GRANDE (MG) DA VALE S.A. - PRJ1901924.

6. Declarações

Luiz Claudio Donadello Santolim
Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Luiz Claudio Donadello Santolim de *Maio* de *2020*

Local

Data

LUIZ CLAUDIO DONADELLO SANTOLIM - CPF: 85051799787

AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA - CPF/CNPJ:
04590934000181

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creaes.org.br ou www.confes.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creaes.org.br
tel: (27)3134-0046

creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br



Valor ART: R\$ 233,94

Registrada em: 28/05/2020

Data de pagamento: 01/06/2020

Valor Pago: R\$ 233,94

Nosso Número: 14000000006359707



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 19/06/2020 7:31:58 AM	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART		Nº: 2020/04959	
CONTRATADO			
Nome: MIGUEL ANGELO CANCADO ASSIS		Registro CRBio: 049438/04-D	
CPF: 05128768800		Tel: 997946388	
E-Mail: cancadoassis@gmail.com			
Endereço: R. DEJANIRA DE OLIVEIRA MARQUES, 91, APARTAMENTO 102			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: BRAUNAS	
CEP: 31365-600		UF: MG	
CONTRATANTE			
Nome: AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA			
Registro Profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 04.590.934/0001-81	
Endereço: R. ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SAO LUCAS	
CEP: 30240-280		UF: MG	
Site:			
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Natureza: Prestação de Serviços - Realização de consultorias/assessorias técnicas			
Identificação: Meio Biótico - Auxílio na elaboração EIA, RIMA, PUP, Book IBAMA, Critérios Locacionais e PCA			
Município do Trabalho: Nova Lima, Itabirito e Rio Acima		UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte
			UF: MG
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: Biólogos	
Área do conhecimento: Zoologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: Apoio, revisão e elaboração de textos relacionados ao EIA, RIMA, PUP, Book IBAMA, Critérios Locacionais e PCA referentes ao meio biótico (fauna e biota aquática) do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato			
Valor: R\$ 15000,00		Total de Horas: 160	
Início: 18/05/2020		Término:	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 19/06/2020 Assinatura do profissional		Data: 19/06/2020 Assinatura e carimbo do contratante	
Solicitação de baixa por distrato Data: / / Assinatura do Profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante		Solicitação de baixa por conclusão Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio. Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e Carimbo do contratante	

Para verificar a autenticidade desta ART acesse o **CRBio04 Online** em nosso site e depois o serviço **Conferência de ART**



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 27/02/2020 4:23:37 PM	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART		Nº: 2020/01517	
CONTRATADO			
Nome: SAULO GARCIA RESENDE		Registro CRBio: 030870/04-D	
CPF: 96371331604		Tel: 37 91560107	
E-Mail: garcia.saulo@gmail.com			
Endereço: R JUACEMA n.º 227 202			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: GRACA	
CEP: 31140-030		UF: MG	
CONTRATANTE			
Nome: AMPLO ENGENHARIA E GESTAO DE PROJETOS LTDA			
Registro Profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 04.590.934/0001-81	
Endereço: R ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI, 37			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SAO LUCAS	
CEP: 30240-280		UF: MG	
Site:			
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Natureza: Prestação de Serviços - 1.7			
Identificação: Estudos botânicos para licenciamento do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato			
Município do Trabalho: Nova Lima, Rio Acima e Itabirito		UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: Biólogos	
Área do conhecimento: Botânica		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: Vegetação - Realização de estudos florísticos e fitossociológicos para o licenciamento do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato			
Valor: R\$ 22000,00		Total de Horas: 260	
Início: 20/01/2020		Término:	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 27/02/2020 Assinatura do profissional		Data: 27/02/2020 Assinatura e carimbo do contratante Flavio Dayrell Coutinho Ampla Engenharia e Gestão de Projetos Ltda	
Para verificar a autenticidade desta ART acesse o CRBio04 Online em nosso site e depois o serviço Conferência de ART			
Solicitação de baixa por distrato Nº do protocolo: Data: / / Assinatura do Profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante		Solicitação de baixa por conclusão Declaramos a conclusão do trabalho anulado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio. Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e Carimbo do contratante	



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
1444133	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CNPJ : 04.590.934/0001-81
Razão Social : AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA
Nome fantasia : AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS LTDA
Data de abertura : 11/07/2001

Endereço:

logradouro: RUA ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI
N.º: 37 Complemento:
Bairro: SÃO LUCAS Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30240-280 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código	Atividade
0003-00	Consultoria técnica

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa jurídica, de observância dos padrões técnicos normativos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO e pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa jurídica inscrita.

Chave de autenticação	U537BHMSZJ3MESQH
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5041959	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 124.373.887-10
Nome: ADRIANA CASTRO RODRIGUES

Endereço:

logradouro: RUA BOA ESPERANÇA, 66, 1102
N.º: 66 Complemento: 1102
Bairro: CARMO Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30310-730 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	A1KD6H2ZY3RGHKWA
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
1034566	02/06/2020	02/06/2020	02/09/2020

Dados básicos:

CPF: 041.986.646-92

Nome: ADRIANO LIMA SILVEIRA

Endereço:

logradouro: RUA CORONEL EGÍDIO BENÍCIO DE ABREU

N.º: 56

Complemento:

Bairro: SANTA EFIGÊNIA

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30270-170

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Manejar recursos naturais
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	5XIGP2ZKIXKADE2E
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
3855959	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 063.279.766-54
Nome: ALEX CHAVIER SILVA

Endereço:

logradouro: CASA
N.º: 112 Complemento:
Bairro: DAS ÁGUAS Município: IPATINGA
CEP: 35160-171 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	Y3A3LV6NZBX8JYCF
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
314089	31/03/2020	31/03/2020	30/06/2020

Dados básicos:

CPF: 033.482.356-00
Nome: ALINE GOMES JUSTO

Endereço:

logradouro: RUA JUACEMA-227-APT 202
N.º: 227 Complemento: APT 202
Bairro: DA GRAÇA Município: BELO HORIZONTE
CEP: 31140-030 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	78VRRLS6BRXNXDSP
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5238559	03/04/2020	03/04/2020	03/07/2020

Dados básicos:

CPF: 078.511.556-06
Nome: ALINE DIAS PAZ

Endereço:

logradouro: RUA CARANGOLA
N.º: 613
Bairro: SANTO ANTÔNIO
CEP: 30330-240

Complemento: APTO 201
Município: BELO HORIZONTE
UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	E8QB5B8FYPCWFP7K
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
3606874	23/06/2020	23/06/2020	23/09/2020

Dados básicos:

CPF: 056.272.756-69

Nome: AUGUSTO MENDES DE OLIVEIRA

Endereço:

logradouro: RUA PEDRO LUIZ DE LIMA, 317

N.º: 317

Bairro: FLORAMAR

CEP: 31742-235

Complemento:

Município: BELO HORIZONTE

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	KZR8I84E1LU2R194
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
2223411	11/05/2020	11/05/2020	11/08/2020

Dados básicos:

CPF: 068.857.476-96

Nome: CAMILA RABELO RIEVERS

Endereço:

logradouro: RUA SOUZA BASTOS

N.º: 155

Bairro: FLORESTA

CEP: 31015-410

Complemento:

Município: BELO HORIZONTE

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	5G44GBHKNK77H7D8A
------------------------------	-------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
518474	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 035.832.256-19

Nome: CARLA MARINA GRAÇA MORAIS

Endereço:

logradouro: RUA SERGIPE

N.º: 472

Complemento: 1202

Bairro: FUNCIONÁRIOS

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30130-170

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	S94URVDE7X35ZMCQ
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5543062	25/05/2020	25/05/2020	25/08/2020

Dados básicos:

CPF: 904.990.936-15
Nome: CHARLES PIERRE PARREIRAS

Endereço:

logradouro: RUA VICENTINA DE SOUZA
N.º: 118 Complemento: 601
Bairro: SAGRADA FAMÍLIA Município: BELO HORIZONTE
CEP: 31030-240 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2511-20	Sociólogo	Elaborar documentos técnico-científicos

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	C6T469M857U3JZXG
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5290178	28/05/2020	28/05/2020	28/08/2020

Dados básicos:

CPF: 073.694.816-38
Nome: CLARICE BORGES MATOS

Endereço:

logradouro: RUA MUZAMBINHO
N.º: 306 Complemento: 501
Bairro: CRUZEIRO Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30310-280 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	1BSV2NCNBR4VU9Z6
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
278090	17/06/2020	17/06/2020	17/09/2020

Dados básicos:

CPF: 057.400.178-66
Nome: Claudio Zillig Godtsfriedt

Endereço:

logradouro: RUA C 259
N.º: 40
Bairro: SETOR NOVA SUICA
CEP: 74280-220

Complemento: APTO 1202
Município: GOIANIA
UF: GO

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2132-10	Químico Industrial	Monitorar impacto ambiental de substâncias

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	URAZ974C8DTKQFWR
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
927962	08/06/2020	08/06/2020	08/09/2020

Dados básicos:

CPF: 043.041.816-70
Nome: CRISTIANO VINÍCIUS VIDAL

Endereço:

logradouro: RUA VICENTE DE PAULA ALMEIDA
N.º: 221 Complemento: 51
Bairro: NOVA FLORESTA Município: BELO HORIZONTE
CEP: 31140-470 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	WVJG3NZAB7UIQ6T
------------------------------	-----------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
1491517	08/04/2020	08/04/2020	08/07/2020

Dados básicos:

CPF: 009.468.766-81

Nome: CYNTHIA PIMENTA BRANT MORAES

Endereço:

logradouro: AVENIDA ENGENHEIRO CARLOS GOULART

N.º: 100

Complemento: 401A

Bairro: BURITIS

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30493-030

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	JRKL92RFVVKPCD91
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
6198914	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 067.628.016-17
Nome: DIEGO SENRA LOPES

Endereço:

logradouro: RUA ERNESTINA DA COSTA
N.º: 101 Complemento:
Bairro: VARGEM GRAMA Município: TOCANTINS
CEP: 36512-000 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	66D5SHPJ22X4LBK9
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
2456391	20/05/2020	20/05/2020	20/08/2020

Dados básicos:

CPF: 031.716.596-89

Nome: FÁBIO PEREIRA ARANTES

Endereço:

logradouro: RUA DAS ARAUCÁRIAS

N.º: 105

Bairro: ALPHAVILLE

CEP: 34018-088

Complemento: RESIDENCIAL ÁRVORES

Município: NOVA LIMA

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	P13N83GFNW9A59QQ
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
6085699	09/06/2020	09/06/2020	09/09/2020

Dados básicos:

CPF: 013.862.076-83

Nome: FERNANDA BERNARDES DE VASCONCELOS

Endereço:

logradouro: RUA MARANHÃO

N.º: 973

Complemento: 101

Bairro: SÃO FRANCISCO

Município: LAGOA DA PRATA

CEP: 35590-000

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	EER7C55E3YBT55WE
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5430751	16/06/2020	21/05/2020	21/08/2020

Dados básicos:

CPF: 042.374.836-06
Nome: FERNANDO CÉSAR STOCHIERO

Endereço:

logradouro: RUA JOANÉSIA
N.º: 125 Complemento: APARTAMENTO 501
Bairro: SERRA Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30240-030 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2142-05	Engenheiro Civil	Elaborar projetos de engenharia civil
2142-40	Engenheiro Civil (Hidráulica)	Elaborar projetos de engenharia civil
2142-35	Engenheiro Civil (Hidrologia)	Elaborar projetos de engenharia civil

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	9QMFCXPC3ES71SWX
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
1369113	05/06/2020	05/06/2020	05/09/2020

Dados básicos:

CPF: 068.600.386-16

Nome: FLAVIO DAYRELL GONTIJO

Endereço:

Logradouro: RUA NIQUEL

N.º: 138

Complemento: 207

Bairro: SERRA

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30220-280

UF: MG

**Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras
e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP**

Código	Descrição
20-63	Exploração econômica da madeira ou lenha e subprodutos florestais - Instrução Normativa IBAMA nº 21/2014, T. II (floresta nativa; coleta)

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama, por meio do CTF/APP.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

física inscrita	
Chave de autenticação	BNN0AFVD3E28F7B8



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
6209745	03/06/2020	03/06/2020	03/09/2020

Dados básicos:

CPF: 102.872.526-47

Nome: HENRIQUE CABRAL RENNÓ

Endereço:

logradouro: RUA OURO PRETO

N.º: 1407

Complemento: AP 602

Bairro: SANTO AGOSTINHO

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30170-041

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	R6LA92X3BAU6I4BW
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
6077868	29/05/2020	29/05/2020	29/08/2020

Dados básicos:

CPF: 075.239.238-79
Nome: INÊS CABANILHA DE SOUZA

Endereço:

logradouro: RUA SOLIMÕES
N.º: 33 Complemento:
Bairro: NÚCLEO URBANO DE CARAJÁS Município: PARAUAPEBAS
CEP: 68516-000 UF: PA

**Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras
e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP**

Código	Descrição
17-67	Recuperação de áreas degradadas

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama, por meio do CTF/APP.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

Chave de autenticação	DACA4MB4XFHZ3F1M
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
6772136	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 080.530.536-02
Nome: ISABELA FERNANDA GOMES OLIVEIRA

Endereço:

logradouro: RUA JOAQUIM CAMARGOS
N.º: 485 Complemento:
Bairro: ÁGUA BRANCA Município: CONTAGEM
CEP: 32371-030 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	RP4R4SRX7KFY99AK
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
248955	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 526.152.276-53

Nome: JACKSON CLEITON FERREIRA CAMPOS

Endereço:

logradouro: RUA ENGENHEIRO CARLOS ANTONINI

N.º: 37

Complemento:

Bairro: SÃO LUCAS

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30240-280

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2513-05	Geógrafo	Tratar informações geográficas em base georreferenciada

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	QYYZKXHYVZQRG5KM
------------------------------	-------------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5627582	08/04/2020	08/04/2020	08/07/2020

Dados básicos:

CPF: 108.768.656-35
Nome: JÉSSICA MOTTA CAMPOS

Endereço:

logradouro: RUA INGLATERRA
N.º: 313 Complemento:
Bairro: UNIVERSITÁRIO Município: SETE LAGOAS
CEP: 35702-394 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	4KML3MVTDH9DGCJ5
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
3599545	08/04/2020	08/04/2020	08/07/2020

Dados básicos:

CPF: 064.853.206-28
Nome: JOSÉ EUSTÁQUIO DOS SANTOS JÚNIOR

Endereço:

logradouro: RUA FLOR DE INDIO
N.º: 100 Complemento: BL-P AP-304
Bairro: LIBERDADE Município: BELO HORIZONTE
CEP: 31270-215 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	8DIU9MS3ZDDWGEWM
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
4922184	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 080.115.366-21

Nome: JUSTINE MARGARIDA MAGELA MARTINS BUENO

Endereço:

logradouro: RUA AERONAUTAS

N.º: 368

Complemento: CASA 20

Bairro: LIBERDADE

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 31270-320

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas
2513-05	Geógrafo	Regionalizar território
2513-05	Geógrafo	Fornecer subsídios ao ordenamento territorial
2513-05	Geógrafo	Avaliar os processos de produção do espaço
2513-05	Geógrafo	Tratar informações geográficas em base georreferenciada

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	INGKUSWT949X7WT7
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5551104	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 080.702.946-71

Nome: KATIA SOUZA LIMA DUTRA

Endereço:

logradouro: RUA ITAJUBÁ 1965 APARTAMENTO 302

N.º: 1965

Complemento: APARTAMENTO 302

Bairro: SAGRADA FAMILIA

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 31035-540

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2140-05	Engenheiro Ambiental	Prestar consultoria, assistência e assessoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	WX5XZDDV18D3ADTK
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5687419	18/06/2020	18/06/2020	18/09/2020

Dados básicos:

CPF: 093.816.876-25
Nome: LAILA GONÇALVES DO CARMO

Endereço:

logradouro: RUA CREPÚSCULO
N.º: 59 Complemento: AP. 37
Bairro: CALIFÓRNIA Município: BELO HORIZONTE
CEP: 30855-435 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas
2513-05	Geógrafo	Regionalizar território
2513-05	Geógrafo	Fornecer subsídios ao ordenamento territorial

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	BP9FQZT47857A69B
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5508398	27/05/2020	27/05/2020	27/08/2020

Dados básicos:

CPF: 068.748.756-04

Nome: LEANDRO ANTÔNIO DA SILVA

Endereço:

logradouro: RUA FRANCISCA MARTA DE JESUS

N.º: 07

Complemento: CASA

Bairro: IPIRANGA - ENGENHO DO RIBEIRO

Município: BOM DESPACHO

CEP: 35602-000

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	PA1KFWIPMA8RQNPW
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
2240470	10/06/2020	10/06/2020	10/09/2020

Dados básicos:

CPF: 061.164.996-94

Nome: LUCAS SOARES VILAS BOAS RIBEIRO

Endereço:

logradouro: FRANCISCO RODRIGUES DE MIRANDA, 603

N.º: 603

Complemento:

Bairro: FERNÃO DIAS

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 31920-200

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	LFSXNYAJXQGWADSX
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
2150417	03/06/2020	03/06/2020	03/09/2020

Dados básicos:

CPF: 079.797.426-13

Nome: LUIZ GABRIEL MAZZONI PRATA FERNANDES

Endereço:

logradouro: RUA DOS TIMBIRAS

N.º: 225

Complemento: APT 501

Bairro: FUNCIONÁRIOS

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30140-060

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Manejar recursos naturais
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	UX1NSHMX8KBKB7NW
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
233752	27/04/2020	27/04/2020	27/07/2020

Dados básicos:

CPF: 000.804.276-42

Nome: MARCELO FERREIRA DE VASCONCELOS

Endereço:

logradouro: AVENIDA MARQUÊS DE VALENÇA

N.º: 255

Complemento: APARTAMENTO 302

Bairro: GUTIERREZ

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30441-106

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	JKKDILVX4XE9DHEE
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
4902429	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 061.316.256-03

Nome: MARIANA COSTA MARINHO LAMEGO

Endereço:

logradouro: RUA TEREZA MOTA VALADARES

N.º: 190

Complemento: 901

Bairro: BURITIS

Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30575-160

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas
2513-05	Geógrafo	Regionalizar território
2513-05	Geógrafo	Fornecer subsídios ao ordenamento territorial
2513-05	Geógrafo	Avaliar os processos de produção do espaço
2513-05	Geógrafo	Tratar informações geográficas em base georreferenciada

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	SK6VC7M9AV9BGJSB
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5334629	25/05/2020	25/05/2020	25/08/2020

Dados básicos:

CPF: 101.737.276-46
Nome: MATHEUS HENRIQUE FERNANDES VALLE

Endereço:

logradouro: RUA INACINHO MAGALHÃES
N.º: 28 Complemento:
Bairro: CENTRO Município: NOVA LIMA
CEP: 34000-000 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	UK4KB9HJ1SGMXU9D
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
2222610	06/05/2020	06/05/2020	06/08/2020

Dados básicos:

CPF: 051.287.686-00

Nome: MIGUEL ANGELO CANÇADO ASSIS

Endereço:

logradouro: RUA CORONEL LERI SANTOS

N.º: 119

Bairro: PLANALTO

CEP: 31720-090

Complemento: APARTAMENTO 402

Município: BELO HORIZONTE

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	HV1SEB3PXIE4QKY4
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
3632433	30/04/2020	30/04/2020	31/07/2020

Dados básicos:

CPF: 099.343.307-33

Nome: RAFAELA FERRAZ MARCHI

Endereço:

logradouro: RUA PROFESSOR OTTO CIRNE

N.º: 81

Bairro: CORAÇÃO DE JESUS

CEP: 30380-610

Complemento: APTO 402 TORRE I

Município: BELO HORIZONTE

UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2141-25	Arquiteto Urbanista	Prestar serviços de consultoria e assessoria

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	4T6W6XVJ56SYHK8E
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
564592	19/05/2020	19/05/2020	19/08/2020

Dados básicos:

CPF: 963.713.316-04
Nome: SAULO GARCIA REZENDE

Endereço:

logradouro: RUA JUACEMA
N.º: 227 Complemento: APT 202
Bairro: DA GRAÇA Município: BELO HORIZONTE
CEP: 31140-030 UF: MG

**Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras
e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP**

Código	Descrição
21-62	Manutenção de área passível de Ato Declaratório Ambiental - Lei nº 6.938/1981: art. 17-O
21-27	Porte e uso de motosserra - Lei nº 12.651/2010: art. 69, § 1º

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama, por meio do CTF/APP.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa

física inscrita.

Chave de autenticação	BNN9AFVD3E28F7BS
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5694032	26/05/2020	26/05/2020	26/08/2020

Dados básicos:

CPF: 111.687.006-12
Nome: TANDARA DE SOUZA GOMES

Endereço:

logradouro: RUA DA SOLIDARIEDADE, N°25
N.º: 25 Complemento:
Bairro: ALTEROSA Município: MONTES CLAROS
CEP: 39403-025 UF: MG

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	CUSECZ5A418X4BKA
------------------------------	------------------

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS SOBRE CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS

ENTORNO DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO

COMPLEXO VARGEM GRANDE

VALE S.A.

NOVA LIMA, MG

MAIO - 2020

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
2	Área de Estudo	2
3	Definições e Conceitos.....	5
4	Metodologia	8
5	Avaliação de Impactos	10
5.1	Perda do Patrimônio Espeleológico e Alteração da Paisagem	11
5.2	Perda/Fragmentação de Habitats Naturais	13
5.3	Alteração da Estrutura Física da Caverna e seus Depósitos, com risco de ruptura de espeleotemas, deslocamento e trincas em teto e parede	14
5.4	Alteração da Dinâmica Hídrica	16
5.5	Alteração da Qualidade do Ar (Poeira).....	17
5.6	Afugentamento da Fauna Silvestre	20
5.7	Redução na Diversidade de Espécies.....	21
5.8	RESULTADO INTEGRADO (MATRIZ DE AVALIAÇÃO)	22
6	Medidas de Controle e Mitigação.....	30
6.1	Programa de Gestão Espeleológica	30
6.1.1	Subprograma de Resgate e Compensação Espeleológica	31
6.1.2	Subprograma de Monitoramento Espeleológico	32
6.1.2.1	Procedimentos Metodológicos	33
6.1.2.1.1	SUBPLANO DE MAPEAMENTO GEOESTRUTURAL	33
6.1.2.1.2	SUBPLANO DE REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DETALHE	34
6.1.2.1.3	SUBPLANO DE MONITORAMENTO DA INTEGRIDADE FÍSICA E DINÂMICA EVOLUTIVA 34	
6.1.2.1.4	SUBPLANO DE MONITORAMENTO SISMOGRÁFICO	35
6.1.2.1.5	SUBPLANO DE MONITORAMENTO DA FAUNA CAVERNÍCOLA, CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E RECURSOS TRÓFICOS.....	35
6.1.2.1.6	SUBPLANO DE MONITORAMENTO DA DEPOSIÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO ..	36
6.1.3	Cronograma de Execução	36
7	Referências Bibliográficas	39



8	Anexos.....	41
	Anotação de Responsabilidade Técnica	41
	Cadastro Técnico Federal	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Cavidades localizadas no entorno do empreendimento e suas principais características.....	3
Tabela 2-	Avaliação do impacto “Perda do Patrimônio Espeleológico e Alteração da Paisagem” durante a fase de implantação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.	13
Tabela 3-	Avaliação do impacto “Perda/fragmentação da habitats naturais” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.	14
Tabela 4-	Avaliação do impacto “Alteração da Estrutura Física da Caverna e seus Depósitos, com risco de ruptura de Espeleotemas, deslocamento e trincas em teto e parede” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.	15
Tabela 5-	Avaliação do impacto “Alteração da Dinâmica Hídrica” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.	17
Tabela 6-	Avaliação do impacto “Alteração da Qualidade do Ar (poeira)” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.	18
Tabela 7-	Avaliação do impacto “Afugentamento da Fauna Silvestre” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.	20
Tabela 8-	Avaliação do impacto “Redução na Diversidade de Espécies” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.	22
Tabela 9-	Matriz de Impactos Ambientais sob o Patrimônio Espeleológico – Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.	23
Tabela 10-	Lista de cavidades passíveis de supressão e suas respectivas características.	31
Tabela 11-	Cronograma de Execução do Programa de Gestão Espeleológica.	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Mapa de localização das cavidades naturais subterrâneas em relação ao empreendimento. .	4
Figura 2 -	Hierarquia de mitigação de impactos (Sanches, 2016).	10
Figura 3-	Dispersão da pluma de particulados nas minas de Tamanduá e Capitão do Mato. Fonte: Vale, 2015, adaptado.	19
Figura 4	Hierarquia da gestão espeleológica.	30

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO



Vale S.A.
CNPJ: 33.592.510/0007-40

ENDEREÇO

Mina de Águas Claras
Av. de Ligação 3080, prédio 1, 1º andar – Águas Claras. CEP 34000-000
Nova Lima, MG
Tel: (31)3481-3335

GESTOR DO PROJETO/SOLICITANTE

Carlos Calle Tapia e Matheus Simões

EMPRESA RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO



Ativo Ambiental Ltda.
CNPJ: 12.350.182/0001-00
Website: www.ativoambiental.com.br

ENDEREÇO

Rua Alabastro, 278 – Sagrada Família. CEP: 31030-080
Belo Horizonte, MG.
Tel: (31)3481-3335

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Geógrafo Leandro M. Duarte Maciel – CREA 126866 D
Email: leandro@ativoambiental.com.br

EQUIPE TÉCNICA		
Nome do Profissional	Formação/Registro no conselho de classe	Função/Tema
Leandro Márcio D. Maciel	Geógrafo / CREA - MG 126866D	Coordenação Geral
Juliana Macaron Longo	Bióloga / CRBio 70722/04-D	Coordenação do Projeto Análise e Elaboração de Relatório
Paulo Guerino Garcia Rossi	Geógrafo / CREA - MG 122856D	Análise e Elaboração de Relatório
Sérgio Leandro Sales	Geógrafo / CREA - MG 180312D	Geoprocessamento

1 INTRODUÇÃO

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), de caráter preventivo e objetivo de atestar a viabilidade ambiental ou não de um determinado empreendimento. A identificação e avaliação de impacto ambiental têm a finalidade de assegurar que os impactos do empreendimento sejam sistematicamente previstos e analisados durante diferentes etapas de licenciamento, considerando as etapas de implantação, operação e fechamento.

A Resolução CONAMA 01/1986 (CONAMA, 1986) apresenta a seguinte definição para o termo Impacto Ambiental.

“Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente,

afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.”

Segundo PILÓ (1999), esta definição considera apenas as alterações ocorridas no ambiente, não entrando no mérito da significância da alteração, ou seja, considera toda alteração como impacto.

FERREIRA (2010) ressalta que a análise do impacto ambiental sob o Patrimônio Espeleológico não pode levar em consideração apenas os aspectos superficiais pois existe uma relação intrínseca e dinâmica entre o ambiente epígeo e hipógeo. Esta inter-relação, aliada a grande fragilidade do ecossistema cavernícola, o caracterizam como de extrema susceptibilidade aos impactos ambientais.

Dito isto, o presente documento tem como objetivo apresentar a Avaliação de Impacto Ambiental sob o Patrimônio Espeleológico localizado no entorno do empreendimento denominado Ampliação das Caves de Tamanduá e Capitão do Mato. Este relatório será protocolado no órgão ambiental juntamente com os demais documentos pertinentes ao processo de licenciamento ambiental do empreendimento, em cumprimento ao estabelecido na IS SISEMA 08/2017, revisão 01, item 5.2.1 – Avaliação do potencial impacto sobre o patrimônio espeleológico – que define que:

(...) se constatada a presença de cavidades na ADA e/ou seu entorno de 250 metros, o empreendedor deverá apresentar a avaliação dos impactos da atividade ou do empreendimento sobre o patrimônio espeleológico, que deverá considerar todos os impactos reais e potenciais sobre todas as cavidades identificadas na ADA e no seu entorno de 250 m, bem como sobre suas respectivas áreas de influência, considerando-se, nessa etapa, a área de influência inicial das cavidades.

O estudo ora apresentado foi elaborado com base na Instrução de Serviço (IS) 08/2017 - Revisão 01, assim como o Guia de Boas Práticas Ambientais na Mineração de Calcário em Áreas Cársticas, publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (2016), adaptado às especificidades das atividades e aspectos intrínsecos à mineração de ferro. De acordo com Langer (2001), são várias as formas e causas dos impactos a cavernas em áreas de mineração, seja de calcário ou minério de ferro, ocasionados, principalmente, pelas operações de engenharia na extração e beneficiamento de matéria prima. Além disso, foi utilizado o capítulo de Caracterização do Empreendimento, elaborado por Amplo (2020), Análise de Relevância Espeleológica segundo a IN 02/2007 (Carste, 2020) e estudo de Delimitação de Área de Influência de Cavidades Naturais Subterrâneas (Ativo, 2014).

Importante lembrar que as cavidades em análise apresentam grau de relevância propostos, com as características ambientais de cada cavidade já estudadas (Carste, 2020). Desta forma, neste trabalho não se discute a atual situação de cada cavidade ou área de influência, mas sim a previsão de impactos durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

Em relação aos impactos potenciais previstos para as cavidades de máxima relevância, em virtude de sua localização considerando a Área Diretamente Afetada do projeto, o empreendedor não irá realizar nenhum tipo de intervenção nestas cavidades e seus respectivos entornos de 250 metros até que se estipule pelo órgão ambiental a área de influência de tais cavidades, em cumprimento ao Art. 3º do Decreto nº 6.640/2008. Dito isto, os impactos serão avaliados, considerando este fato e todas as ações propostas e já executadas de mitigação, controle e monitoramento ambientais. Estas medidas mitigadoras visam anular possíveis riscos ambientais às cavidades. Já medidas controladoras e monitoramentos espeleológicos terão sua eficácia testada e, caso necessário, será sugerida nova intervenção ou adaptação de metodologia.

Em casos em que a mitigação não surta o devido efeito, será apresentada proposta de compensação espeleológica para as cavidades de alta, média ou baixa relevância. Como já mencionado, em hipótese alguma, haverá intervenções em cavidades de máxima relevância e entorno de 250 metros mas por se tratar de uma Avaliação de Impactos, independente da não intervenção, existe a possibilidade de impacto potencial em cavidades de máxima relevância. Para que estes impactos não se tornem reais a Vale irá realizar ações de controle, mitigação e monitoramentos, conforme será apresentado no decorrer deste documento.

2 ÁREA DE ESTUDO

Foram analisadas 25 cavidades localizadas no entorno do empreendimento denominado Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato. Estas cavidades estão vinculadas ao processo de licenciamento, com suas respectivas áreas de influência a serem aprovadas pela SEMAD-MG.

A seguir serão apresentadas a lista das cavidades, suas principais características e o mapa de localização destas em relação ao empreendimento (Tabela 1 e Figura 1)

Tabela 1- Cavidades localizadas no entorno do empreendimento e suas principais características.

Nome	Coordenadas E	Coordenadas N	Projeção Horizontal (m)	Desnível (m)	Área (m²)	Volume (m³)	Relevância
CPMT_0006	614201	7773932	21	2	65	67	Alta
CPMT_0007	614499	7773592	6	1	7	9	Média
CPMT_0008	614870	7774498	25	3	124	187	Alta
CPMT_0009	614722	7774729	10	1	7	16	Alta
CPMT_0010	615479	7774279	25	0	20	9	Alta
CPMT_0011	614865	7774849	8	2	13	4	Alta
CPMT_0012	614945	7775219	10	0	10	6	Média
CPMT_0013	615676	7774449	11	1	10	8	Alta
CPMT_0014	615137	7775232	47	3	122	122	Máxima
CPMT_0015	615158	7775224	18	2	45	42	Máxima
CPMT_0016	615113	7775261	53	4	157	216	Máxima
CPMT_0017	615543	7775049	11	2	13	12	Alta
CPMT_0018	615535	7775035	6	0	3	4	Alta
CPMT_0019	615510	7774991	10	1	22	45	Média
CPMT_0020	615533	7775051	10	3	28	30	Alta
TAMD_0002	609345	7777691	20	1	55	47	Alta
TAMD_0003	608943	7778347	6	0	15	19	Média
TAMD_0004	608946	7778335	7	1	7	3	Alta
TAMD_0005	608997	7778296	13	1	17	9	Média
TAMD_0006	609093	7778306	10	1	15	7	Baixa
TAMD_0007	609264	7777721	11	0	21	13	Alta
TAMD_0008	609254	7777721	9	0	15	8	Média
TAMD_0009	609902	7777204	53	3	166	282	Máxima
MOED_0024	615810	7772336	9	2	34	37	Alta
MOED_0025	615773	7772378	5	3	27	42	Baixa



3 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

O método utilizado para esta avaliação contempla critérios específicos qualitativos e quantitativos de Avaliação do Potencial Impacto Ambiental, com base em SANCHES (2006) e Amplo (2020) e adaptados para o cenário espeleológico e tipo de empreendimento, considerando a Resolução CONAMA 01/86, bem como os conceitos de aspecto ambiental e de impacto ambiental constantes na NBR ISO 14001:2004, a saber:

Aspecto Ambiental: componente gerado pelas atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente.

Impacto Ambiental: qualquer modificação do meio ambiente, adversa (negativa) ou benéfica (positiva), que resulte no todo ou em parte dos efeitos ambientais da organização.

Esses conceitos servem para orientar a equipe de avaliação na classificação e para uniformizar os padrões de avaliação a serem considerados nesta classificação pelos diferentes especialistas envolvidos no processo.

A AIA é feita normalmente por etapa do empreendimento (planejamento, implantação, operação e fechamento) e por meio (físico, biótico e socioeconômico). Neste caso, os impactos foram avaliados somente perante o cenário atual (implantação e planejamento). Os critérios de avaliação considerados são definidos a seguir.

a) NATUREZA: refere-se à melhoria (natureza positiva) ou deterioração (natureza negativa) da qualidade ambiental. Alguns impactos podem ter as duas naturezas. Para esta análise, como ainda não há uma gestão ou ações específicas para o patrimônio espeleológico, foram identificados impactos primordialmente de natureza “negativa”.

- **Positiva:** alteração de caráter benéfico;
- **Negativa:** alteração de caráter adverso;
- **Duplo efeito:** alterações resultantes apresentam fatores positivos para um meio e negativos para outro.

b) DURAÇÃO: refere-se à condição de permanência do impacto ou modificação ambiental, ocorrendo em períodos temporários, permanente ou cíclicos.

- **Temporária:** a alteração passível de ocorrer tem caráter transitório em relação à duração da etapa do projeto considerada;
- **Permanente:** a alteração passível de ocorrer permanece durante a etapa do projeto considerada e persiste, mesmo quando cessada a atividade que a desencadeou;
- **Cíclica:** a alteração é passível de ocorrer em intervalos de tempo regulares e/ou previsíveis.

c) OCORRÊNCIA: trata da possibilidade de manifestação, numa condição já ocorrente, determinada ou de risco.

- **Real:** referente a impactos cuja incidência está manifestada no cenário atual;

- **Potencial:** referente a impactos cuja incidência, pelas condições do cenário atual, ainda apresentam possibilidade potencial de manifestação.

d) INCIDÊNCIA: refere-se à condição do impacto resultar diretamente de uma ação do empreendimento ou se originar de um impacto já desencadeado pelo empreendimento. Se houver situações de impacto em que mais de uma condição foi verificada, ambas serão indicadas.

- **Direta:** alteração que decorre de uma atividade do empreendimento;
- **Indireta:** alteração que decorre de um impacto direto;
- **Não se aplica:** quando a alteração não decorre diretamente de atividades atuais do empreendimento, estando relacionadas a atividades anteriores, a superficiários vizinhos ou invasores terceiros nas cavidades.

e) PRAZO PARA MANIFESTAÇÃO: refere-se ao tempo de resposta entre a ação desencadeadora e a manifestação do impacto.

- **Curto Prazo:** alteração que se manifesta imediatamente após a ocorrência da atividade ou do processo ou da tarefa que a desencadeou;
- **Médio a Longo Prazo:** alteração que demanda um intervalo de tempo para que possa se manifestar (ser verificada), o qual deve ser definido em função das características particulares do empreendimento.

f) REVERSIBILIDADE: corresponde à capacidade de resiliência natural do meio analisado, em função do impacto sofrido.

- **Reversível:** é aquela situação na qual cessada a causa responsável pelo impacto, o meio alterado pode retornar a uma dada situação de equilíbrio, semelhante àquela que estaria estabelecida, caso o impacto não tivesse ocorrido;
- **Irreversível:** o meio se mantém alterado, mesmo quando cessada a causa responsável pelo impacto.

g) ABRANGÊNCIA: refere-se à escala de incidência do impacto no espaço geográfico. Ou seja, representa o espaço geográfico de ocorrência do impacto, considerando-se toda a sua manifestação.

- **Pontual:** nesta análise serão considerados os impactos que afetam somente a cavidade internamente;
- **Local:** esta escala levantará em conta as manifestações de impactos que atingem ou não as feições internamente, mas também seu entorno imediato;
- **Regional:** a alteração tem potencial para ocorrer para além do entorno imediato, para se manifestar por irradiação em grupos de cavidades (aglomerações) ou numa escala de dimensão regional.

h) IMPORTÂNCIA: considera o peso e a influência do impacto ambiental no contexto em que este ocorrerá. Trata-se de uma avaliação que deverá ser estabelecida tecnicamente e deve sintetizar o significado do impacto em relação ao atributo diagnosticado.

- **Sem importância:** a alteração não é percebida ou verificável.
- **Baixa importância:** a alteração é passível de ser percebida ou verificada sem, entretanto, caracterizar ganhos e/ou perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado.
- **Importante:** a alteração é passível de ser percebida ou verificada, caracterizando ganho e/ou perda na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado;
- **Alta importância:** a alteração é passível de ser percebida ou verificada, caracterizando ganhos e/ou perdas expressivas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado.

i) MAGNITUDE: reflete a escala/dimensão de alteração da qualidade ambiental do meio que está sendo objeto da avaliação. Quando possível, pode ser usada com referência à quantidade de hectares, m³, km², hab/m², quantidade de sítios, quantidade de espécies. Nesta análise considerou a quantidade de cavidades afetadas pelo impacto por intervalos de classe, sendo a magnitude expressa por meio dos seguintes parâmetros:

- **Baixa:** a dimensão da alteração é baixa em relação à dimensão total possível para a incidência dos impactos. O limite considerado foi o número de ocorrências de impacto inferior à metade da média do total. O limite máximo corresponde a 6 cavidades.
- **Média:** a dimensão da alteração é média em relação à dimensão total possível para incidência do impacto. Os limites considerados foram o número de ocorrências de impacto entre a metade da média do total até à média. O intervalo limite corresponde entre 6 e 12 cavidades.
- **Alta:** a dimensão da alteração é alta em relação à dimensão total possível de incidência dos impactos. O limite considerado foi o número de ocorrências de impacto superior à média do total. O limite mínimo corresponde a 13 cavidades.

j) INTENSIDADE: reflete a escala/dimensão de alteração da qualidade ambiental em relação à porcentagem da área total, podendo ser 1 ou 25%, 2 ou 50%, 3 ou 75% e 4 ou 100%.

k) SINERGIA: reflete o efeito ou força ou ação resultante da conjunção simultânea de dois ou mais fatores, de forma que o resultado é superior à ação dos fatores individualmente, sob as mesmas condições. São cumulativos os impactos ou efeitos capazes de ensejarem alteração significativa na dinâmica ambiental a partir da acumulação de impactos locais, provocados pelo empreendimento.

- **Sinérgico:** Possibilidade de ocorrência de interação sinérgica com outros impactos.
- **Não Sinérgico:** Sem possibilidade de ocorrência de interação sinérgica com outros impactos.

Foram utilizados ainda os conceitos inseridos na IS SISEMA nº 08/2017 Revisão 1, com destaque:

4.17. Intervenção sobre operação de atividade ou empreendimento, que cause ou possa acarretar impacto positivo ou negativo, reversível ou irreversível, sobre a cavidade natural subterrânea ou sobre sua área de influência.

4.18. Impacto negativo irreversível: Intervenção antrópica em cavidade natural subterrânea ou em sua área de influência, que implique na sua supressão total ou em alteração parcial não mitigável do ecossistema cavernícola, com o comprometimento da sua integridade e preservação (conf. Inc. II do art. 3º da IN ICMBio nº 1/2017).

4.19. Impacto negativo reversível: Intervenção antrópica em cavidade natural subterrânea ou em sua área de influência, que cause alteração reversível do ecossistema cavernícola e não implique na supressão da cavidade ou no comprometimento de sua integridade e preservação, sendo passível de controle, mitigação, restauração ou recuperação. (*grifo nosso*)

4.25. Recuperação Ambiental: Ações a serem adotadas pelo empreendedor em razão de impactos negativos reversíveis, reais ou potenciais, em cavidades naturais subterrâneas e/ou em sua área de influência, com o objetivo de promover a melhoria das condições ambientais nas cavidades, possibilitando o resgate de sua dinâmica evolutiva, do equilíbrio ecológico e de sua integridade física.

Outro conceito importante observado se dá em relação à reversibilidade, onde considerou-se como conceito, o artigo 2º da Lei 9.985 de 18 de julho de 2000 (SNUC) que define:

XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original;

4 METODOLOGIA

O Estudo de Avaliação do Potencial Impacto Ambiental ao patrimônio espeleológico, visa o cumprimento ao estabelecido na IS SISEMA nº 08/2017 – revisão 01, item 5.2.1 – Avaliação do potencial impacto sobre o patrimônio espeleológico – que define que:

(...) se constatada a presença de cavidades na ADA e/ou seu entorno de 250 metros, o empreendedor deverá apresentar a avaliação dos impactos da atividade ou do empreendimento sobre o patrimônio espeleológico, que deverá considerar todos os impactos reais e potenciais sobre todas as cavidades identificadas na ADA e no seu entorno de 250 m, bem como sobre suas respectivas áreas de influência, considerando-se, nessa etapa, a área de influência inicial das cavidades.

Segundo o Art. 6º, inciso II da Resolução CONAMA nº 01/1986, a Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, deve conter a identificação dos impactos e:

“(...) previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados”.

Sendo assim, este documento irá identificar e classificar os impactos ambientais sob o Patrimônio Espeológico, reais ou potenciais, considerando a situação atual da área. Serão propostas ações de controle, mitigação e monitoramento para que os impactos classificados como potenciais, não se tornem reais. A adoção destas medidas é de responsabilidade da Vale. Ainda de acordo com a legislação relacionada à Espeologia, as cavidades de máxima relevância devem ser monitoradas considerando seus aspectos físicos e bióticos.

Foram analisadas as 25 cavidades localizadas na região do empreendimento. Estas cavidades estão inseridas nos estudos relativos ao processo de licenciamento das minas de Tamanduá e Capitão do Mato, com suas respectivas áreas de influência, quando aplicável, propostas e passíveis da aprovação da SUPRAM CM.

Importante lembrar que as cavidades em análise apresentam grau de relevância propostos (CARSTE, 2020), com as características ambientais de cada cavidade já estudadas. O estudo de Relevância será protocolado juntamente a este relatório. Como dito anteriormente, neste trabalho não se discute a atual situação de cada cavidade ou área de influência, mas sim a previsão de impactos durante as fases de instalação e operação do empreendimento.

As análises de potenciais impactos abrangem tanto as cavidades, quanto as áreas de influência propostas e o entorno de 250 metros destas.

Os impactos ambientais foram analisados quanto à sua natureza, duração, ocorrência, incidência, prazo de manifestação, reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, podendo ser este último entendido como intensidade. Considerou-se ainda as propriedades cumulativas, sinérgicas e indutoras.

A classificação dos impactos foi realizada em gabinete, onde os dados foram inseridos na matriz de avaliação de impacto e ações que visam o controle, prevenção e mitigação dos impactos foram sugeridas. Neste estudo, a mitigação de impactos é entendida segundo a noção internacionalmente consolidada de “hierarquia de mitigação”, segundo a qual ao planejar, implantar, operar e desativar um empreendimento, a empresa deve buscar soluções para evitar, reduzir, corrigir ou compensar os impactos adversos nessa ordem de preferência (Sanches, 2016) (Figura 2).



Figura 2 - Hierarquia de mitigação de impactos (Sanches, 2016).

Desta forma, a mitigação apresentada envolve:

- 1- Evitar impactos, como por exemplo, modificar o plano de lavra para proteger uma caverna, um sítio arqueológico, uma nascente ou qualquer outro elemento relevante ao ambiente;
- 2- Reduzir impactos, como por exemplo, desviar um acesso para que este não gere particulados para a cavidade;
- 3- Corrigir impactos adversos após sua ocorrência, como recuperar uma área de influência de cavidade ou mesmo realizar alguma obra para desvio de sedimentos que possam estar carreando para dentro da cavidade ou área de influência;
- 4- Compensar impactos que não possam ser evitados e cuja mitigação é insuficiente ou mesmo impossível.

5 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

As minas de Tamanduá e Capitão do Mato, localizadas no município de Nova Lima, operam desde 1996. O projeto em questão contempla a ampliação das cavas em operação do Tamanduá e Capitão do Mato, ampliação da pilha de estéril Extrativa, atualmente em operação, melhorias e realocação de trechos da estrada que liga a BR-040 a MG-030 no Distrito de Honório Bicalho (Nova Lima/MG) (Ampla, 2020).

Inclui a interferência com um trecho da Linha Verde (estrada de acesso interna Vale/MBR) e também do trecho de ligação até a Vila A da empresa AngloGold Ashanti, relocação da subestação 930-SE-01 de Tamanduá para Capitão do Mato e instalação de novas linhas de transmissão em 138kV e redes de distribuição em 34,5kV e a relocação de estruturas administrativas e apoio operacional em Capitão do Mato como posto de abastecimento, oficinas, ambas impactadas pela expansão da respectiva cava (Ampla, 2020).

A Avaliação de Impactos sob o Patrimônio Espeleológico foi elaborada com base na Caracterização do Empreendimento, elaborado por Amplo (2020), nos estudos de Relevância Espeleológica realizados por Ativo (2014) e Carste (2020), bem como nos relatórios para definição das Áreas de Influência, elaborados por Ativo (2012 e 2020).

Foram diagnosticados sete impactos sob o Patrimônio Espeleológico advindos do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato, a saber:

- Perda do Patrimônio Espeleológico e Alteração da Paisagem
- Perda/Fragmentação de Habitats Naturais
- Alteração da Estrutura Física da Caverna e seus Depósitos, com risco de ruptura de Espeleotemas, deslocamento e trincas em teto e parede
- Alteração da Dinâmica Hídrica
- Alteração da Qualidade do Ar (Poeira)
- Afugentamento da Fauna Silvestre
- Redução na Diversidade de Espécies

Ressalta-se que a ADA atual do Projeto de Ampliação das cavas se sobrepõe a 04 cavernas de máxima relevância espeleológica (TAMD_0009, CPMT_0014, CPMT_0015 e CPMT_0016). Seguindo o preconizado pelo art. 3º do Decreto nº 6.640, de 2008 fica vedada a interferência em cavernas classificadas como de máxima relevância e sua respectiva área de influência.

(...) “A caverna natural subterrânea com grau de relevância máximo e sua área de influência não podem ser objeto de impactos negativos irreversíveis, sendo que sua utilização deve fazer-se somente dentro de condições que assegurem sua integridade física e a manutenção do seu equilíbrio ecológico.”

Assim sendo, para esta avaliação de impactos considerou-se que estas cavernas, bem como as áreas de influência propostas serão preservadas e, até que estas áreas de influência sejam aprovadas, o entorno de 250 metros não sofrerá intervenções ambientais de quaisquer tipos.

A seguir, serão apresentadas as avaliações destes impactos, bem como a Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais ao final pelo Item 5.8.

5.1 PERDA DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO E ALTERAÇÃO DA PAISAGEM

O impacto “Perda de Patrimônio Espeleológico e Alteração da Paisagem” é em decorrência das atividades movimentações de solo e rocha das atividades associadas ao decapeamento, terraplanagem, abertura das frentes de lavras das cavas Tamanduá e Capitão do Mato, instalação de estruturas operacionais (linhas de transmissão, Pilha de Estéril, oficina), adequação/relocação de acessos e transporte de material, durante a fase de implantação do empreendimento.

As cavernas impactadas serão: CPMT_0006, CPMT_0007, CPMT_0008, CPMT_0009, CPMT_0010, CPMT_0011, CPMT_0012, CPMT_0013, CPMT_0017, CPMT_0018, CPMT_0019, CPMT_0020, TAMD_0003, TAMD_0004, TAMD_0005, TAMD_0006, por estarem inseridas dentro ou muito próximas da Área Diretamente Afetada pelo empreendimento.

Para estas cavidades, de relevância alta e média, a compensação espeleológica ocorrerá nos termos do Decreto nº 6.640/2008, art. 4º:

“Art. 4o A cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto, médio ou baixo poderá ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental.

§ 1o No caso de empreendimento que ocasione impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto, o empreendedor deverá adotar, como condição para o licenciamento ambiental, medidas e ações para assegurar a preservação, em caráter permanente, de duas cavidades naturais subterrâneas, com o mesmo grau de relevância, de mesma litologia e com atributos similares à que sofreu o impacto, que serão consideradas cavidades testemunho.

§ 2o A preservação das cavidades naturais subterrâneas, de que trata o § 1o, deverá, sempre que possível, ser efetivada em área contínua e no mesmo grupo geológico da cavidade que sofreu o impacto.

§ 3o Não havendo, na área do empreendimento, outras cavidades representativas que possam ser preservadas sob a forma de cavidades testemunho, o Instituto Chico Mendes poderá definir, de comum acordo com o empreendedor, outras formas de compensação.

§ 4o No caso de empreendimento que ocasione impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância médio, o empreendedor deverá adotar medidas e financiar ações, nos termos definidos pelo órgão ambiental competente, que contribuam para a conservação e o uso adequado do patrimônio espeleológico brasileiro, especialmente das cavidades naturais subterrâneas com grau de relevância máximo e alto.

§ 5o No caso de empreendimento que ocasione impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância baixo, o empreendedor não estará obrigado a adotar medidas e ações para assegurar a preservação de outras cavidades naturais subterrâneas.”(NR).

As áreas de influência propostas para as cavidades TAMD_0004 e TAMD_0005 serão parcialmente suprimidas e por este motivo foram consideradas passíveis de impacto negativo irreversível.

Este impacto é classificado como Negativo e Irreversível e Permanente visto que haverá a perda de elementos bióticos e abióticos, socioeconômicos e histórico-culturais e subterrâneos, representados ou associados às 20 cavidades naturais subterrâneas, alvo de supressão. Além das medidas compensatórias é necessária a adoção de Programa de Resgate Espeleológico em todas as cavidades alvo de supressão.

Segundo a IS SISEMA nº 08/2017 Revisão 1, o Resgate Espeleológico deve conter: “registro e armazenamento cartográfico e fotográfico, bem como de inventário e coleta de espeleotemas e elementos geológicos e biológicos representativos do ecossistema cavernícola, compreendendo o resgate, o transporte adequado, destinação a coleções científicas institucionais e o registro de todas as informações no CANIE.”

Tabela 2- Avaliação do impacto “Perda do Patrimônio Espeleológico e Alteração da Paisagem” durante a fase de implantação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

CPMT_0006, CPMT_0007, CPMT_0008, CPMT_0009, CPMT_0010, CPMT_0011, CPMT_0012, CPMT_0013, CPMT_0017, CPMT_0018, CPMT_0019, CPMT_0020, TAMD_0003, TAMD_0004, TAMD_0005 e TAMD_0006			
Critérios	Cavidade	Área de Influência Proposta	Entorno de 250 metros
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Ocorrência	Real	Real	Real
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de manifestação	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Pontual	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Alta
Magnitude	Alta	Alta	Alta
Sinergia	Não Sinérgico	Não Sinérgico	Não Sinérgico

5.2 PERDA/FRAGMENTAÇÃO DE HABITATS NATURAIS

O processo de fragmentação do ambiente existe naturalmente, mas tem sido intensificado pela ação humana (Ministério do Meio Ambiente, 2003). O processo de supressão vegetal pode ocasionar a formação de fragmentos isolados que funcionam como “ilhas” de vegetação cercadas por habitats não florestados.

Além da redução do tamanho de habitat, a fragmentação leva à modificação do habitat remanescente devido à influência das áreas alteradas criadas ao seu redor – o chamado efeito de borda. Estas alterações na borda do fragmento podem ser de natureza abiótica (microclimáticas), biótica direta (distribuição e abundância de espécies) ou indireta (alterações nas interações entre organismos), causadas pelo contato da matriz com os fragmentos, propiciadas pelas condições diferenciadas do meio circundante desta vegetação (Murcia, 1995).

O impacto “Perda/Fragmentação de Habitats Naturais” é decorrente das atividades de supressão vegetal, decapeamento do solo para abertura de acessos, instalação da linha de transmissão, abertura de frentes de lavra e operação das estruturas. A remoção da cobertura vegetal pode ser responsável por desequilíbrio ecológico, pela alteração na disponibilidade de recursos tróficos, alterações nas condições climáticas (temperatura e umidade), efeito de borda e alteração na contribuição hídrica.

Por se tratar de ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato e instalação de estruturas operacionais haverá necessidades de novas interferências na área, através de supressão vegetal. No caso das cavidades de máxima relevância (CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016 e TAMD_0009, o empreendedor irá respeitar as áreas de influência propostas, portanto o impacto será real apenas no entorno de 250 metros destas feições. Ao analisarmos as cavidades TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, MOED_0024 e MOED_0025 é possível perceber que não haverá supressão de vegetação em suas áreas de influência propostas, apenas nos entornos de 250 metros. Sendo assim, este impacto só foi avaliado nos respectivos entornos de 250 metros das feições.

Devido à localização de CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016, TAMD_0009, destaca-se a obrigação legal e ambiental do empreendedor em não intervir em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e seu entorno de 250 metros até que esta seja aprovada. Além disso, estas cavidades devem ser monitoradas quanto à Fauna Subterrânea, Parâmetros Climáticos e Recursos Tróficos.

Este impacto é classificado como negativo, porém, passível de reversibilidade através da manutenção dos fragmentos vegetacionais das áreas de influência propostas para as cavidades impactadas, criação de corredores ecológicos para redução do efeito de borda e Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

Tabela 3- Avaliação do impacto “Perda/fragmentação da habitats naturais” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

MOED_0024, MOED_0025, TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009, CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016			
Critérios	Cavidade	Área de Influência Proposta	Entorno de 250 metros
Natureza	-	-	Negativo
Duração	-	-	Permanente
Ocorrência	-	-	Real
Incidência	-	-	Direto
Prazo de manifestação	-	-	Curto Prazo
Reversibilidade	-	-	Reversível
Abrangência	-	-	Local
Importância	-	-	Importante
Magnitude	-	-	Média
Sinergia	-	-	Não Sinérgico

5.3 ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA CAVIDADE E SEUS DEPÓSITOS, COM RISCO DE RUPTURA DE ESPELEOTEMAS, DESPLACAMENTO E TRINCAS EM TETO E PAREDE

Conceitualmente, este impacto considera dois aspectos em termos de integridade. O primeiro trata daqueles que interferem na condição estrutural (geotécnica) de estabilidade, ou seja, rupturas, abatimentos, colapsos, incluindo os depósitos químicos e clásticos de uma cavidade. O segundo se refere àqueles que afetam a superfície de sua morfologia. Nesse último, consideram-se o material particulado e gases que possam interferir na química e processos evolutivos das paredes, pisos, teto e depósitos químicos, além do ritmo de sedimentação no interior de uma cavidade.

As emissões causais estão associadas a quatro atividades/processos principais: frentes de lavra, obras incluindo terraplenagem, operação de estruturas ou maquinário com emissões atmosféricas e/ou vibrações, desencadeamento indireto (ou posterior) de processos erosivos dos supracitados.

Conforme a proximidade, execução, manejo e gestão das emissões, em interação com condições fisiográficas (geológicas, do relevo e solo), condições de cobertura vegetal e comportamento atmosférico podem desencadear cenários de impactos. Desta maneira, tanto na fase de implantação,

como na operação podem ser desencadeadas alterações que atinjam a integridade física de uma cavidade.

Em decorrência, tanto a legislação através do entorno preliminar de 250 m, como sua adequação em áreas de influência específicas tornam-se de extrema importância na prevenção destes cenários potenciais. Consequentemente, fatores que garantem a estabilidade geotécnica dos terrenos de inserção de uma cavidade, assim como formações vegetais que exercem efeito de filtro protetivo a emissões atmosféricas, principalmente em suas zonas de entrada, já são determinantes para a conservação de um patrimônio espeleológico.

Além destas áreas de gestão da proteção do patrimônio espeleológico, os controles durante a execução das atividades são importantes. Dentre elas, a principal se refere ao planejamento de lavra e detonação. A Vale já possui procedimentos nesse sentido que além do mapeamento geoestrutural a partir da cava, segue na condução de controle da quantidade cabível de explosivos e utilização de técnicas capazes de atenuar as vibrações: redução do diâmetro dos furos, escalonamento de cargas explosivas em decks, uso de bolsas infláveis e a iniciação dos fogos com detonadores eletrônicos. Simultaneamente, são executadas ações de monitoramento sismográfico nas cavidades mais sensíveis, avaliando as projeções realizadas e controlando a emissão de vibrações a partir da operação de lavra, abarcando possíveis emissões invasoras, por exemplo, funcionamento de algum maquinário próximo à cavidade.

Outras ações de monitoramento são relevantes, como o mapeamento geoestrutural da cavidade, com definição de estruturas a serem acompanhadas por medições e registros fotográficos em campanhas intervalares ao longo do ano. Inclui-se no monitoramento, a verificação do surgimento de possíveis fontes não naturais de processos erosivos, assim como de sedimentos.

Este impacto pode ocorrer nas cavidades TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008. Para que as cavidades de máxima relevância inseridas na ADA não sejam impactadas (CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016, TAMD_0009), o empreendedor não irá realizar quaisquer intervenções nestas feições, área de influência proposta e seu entorno de 250 metros até que esta seja aprovada.

Tabela 4- Avaliação do impacto "Alteração da Estrutura Física da Cavidade e seus Depósitos, com risco de ruptura de Espeleotemas, deslocamento e trincas em teto e parede" durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009, CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016			
Critérios	Cavidade	Área de Influência Proposta	Entorno de 250 metros
Natureza	Negativo	-	-
Duração	Permanente	-	-
Ocorrência	Potencial	-	-
Incidência	Indireta	-	-
Prazo de manifestação	Curto Prazo	-	-
Reversibilidade	Irreversível	-	-
Abrangência	Pontual	-	-
Importância	Alta	-	-
Magnitude	Média	-	-
Sinergia	Não Sinérgico	-	-

5.4 ALTERAÇÃO DA DINÂMICA HÍDRICA

Como a ampla maioria das obras, estruturas, e operação de mineração incluem atividades inerentes de modificação do relevo original, ela sempre está relacionada à alteração da dinâmica hídrica. Sendo a água o principal fator genético e evolutivo de cavidades naturais subterrâneas, o cenário apresenta forte sinergia no sentido de sua gestão. Concomitantemente, sabe-se que em cavidades ferríferas e em quartzito, ou em tálus dessas rochas, o trânsito hídrico contribuinte é próximo à superfície ou ligado diretamente a ela.

A partir disso, leva-se em conta como unidade de análise e gestão da cavidade a sua denominada bacia de contribuição hídrica superficial (BCHS). Concluindo, qualquer alteração superficial ou modificação do nível de base que interfira na BCHS potencialmente altera na principal fonte energética da dinâmica de uma cavidade. Inclui-se ainda, atribuições de manutenção sedimentológica, de espeleotemas, de microclima e ecológicos que aportes hídricos exercem na cavidade.

As emissões causais estão associadas a três atividades/processos principais, tanto em fases de implantação como operação, conforme a proximidade de cavidades naturais subterrâneas, a saber: frentes de lavra, terraplenagem, desencadeamento indireto (ou posterior) de processos erosivos dos supracitados.

Dentro da gestão legal aplicável ao patrimônio espeleológico, ressalta-se que o entorno preliminar de 250 m estabelecido como área de influência não garante que a respectiva BCHS de uma cavidade seja totalmente englobada para possível conservação. Daí a adequação de áreas de influência específica torna-se de extrema importância na prevenção destes cenários potenciais de impacto.

Apesar de estudos em cavidades ferríferas com traçadores indicarem possíveis situações específicas em que o aporte hídrico é bem mais próximo ao seu perímetro, a bacia de contribuição hídrica superficial ainda é em consenso, a forma considerada mais embasada e precavida de gestão. De forma complementar, a manutenção de sua cobertura vegetal é relevante no sentido de conservar esse ritmo circulante no sistema superficial da bacia, e pelos sistemas radiculares também favorecerem sua percolação ao meio subsuperficial.

Consequentemente, nas proposições já realizadas de área de influência de cavidades naturais subterrâneas relacionadas ao empreendimento em análise, a BCHS é sempre a delimitação base, primeira considerada. De modo adicional, o empreendedor entende a importância de não interferência em seus limites, garantindo sua conservação.

Indica-se que para as cavidades que ainda não apresentam bacias de contribuição hídrica superficial, estas sejam delimitadas para melhor gestão futura frente ao empreendimento. Ao mesmo tempo, campanhas de monitoramento que avaliem o surgimento de intervenções, possíveis fontes não naturais de processos erosivos, assim como de sedimentos deverão ser realizadas.

As cavidades MOED_0024 e MOED_0025 e sua área de influência proposta não serão impactadas pois não haverá intervenção nestes locais, uma vez que não serão instaladas torres nos vértices 16 e 17.

Tabela 5- Avaliação do impacto “Alteração da Dinâmica Hídrica” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

TAMD_0009, CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016			
Critérios	Cavidade	Área de Influência Proposta	Entorno de 250 metros
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Ocorrência	Potencial	Potencial	Potencial
Incidência	Indireto	Indireto	Indireto
Prazo de manifestação	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Pontual	Local	Local
Importância	Alta	Importante	Importante
Magnitude	Média	Baixa	Média
Sinergia	Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

5.5 ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DO AR (POEIRA)

O Impacto “Alteração da Qualidade do Ar” se dá pela deposição de material particulado no interior das cavidades e/ou em sua área de influência e entorno de 250 metros. Este impacto poderá ocasionar a diminuição da umidade do ambiente e da qualidade dos substratos, sejam eles orgânicos ou não. Dessa forma, teremos uma ação direta de interferência na disponibilidade destes recursos necessários para a fauna de invertebrados.

Durante a fase de implantação do empreendimento, as atividades de supressão de vegetação e abertura de platôs e acessos irão gerar emissões atmosféricas (material particulado) nas frentes de trabalho e exposição do solo as ações dos ventos. Além disso, as atividades relacionadas à terraplanagem também serão responsáveis pela alteração da qualidade do ar, em função do trânsito de máquinas e veículos e devido a exposição do solo a ação dos ventos. Durante a etapa de operação, espera-se a emissão de particulados resultante das atividades de desmonte de rochas através do uso de explosivos (ANFO) e da circulação de maquinário de transporte do minério estéril (Amplio, 2020).

Para a avaliação deste impacto há de se considerar o estudo de dispersão da pluma de particulados realizado pela Vale, no ano de 2015. Observa-se na Figura 3 que a dispersão das plumas de concentração de material particulado (PTS) indicou pouca interferência decorrente da direção preferencial dos ventos na região (origem Nordeste). Ainda de acordo com o estudo, o impacto da alteração da qualidade do ar pode ser classificado como Potencial nas cavidades e respectivas áreas de influência de TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009, MOED_0024, MOED_0025, CPMT_0014, CPMT_0015 e CPMT_0016, devido à sua localização.

Como medidas mitigatórias para as cavidades CPMT_0014, CPMT_0015 e CPMT_0016, as quais estão muito próximas às áreas de cavas, o empreendedor deve obedecer a restrição legal de qualquer intervenção ambiental na área de influência proposta e entorno de 250 metros. Propõem-se o monitoramento rigoroso da deposição de material particulado em todas as cavidades potencialmente afetadas, a aspersão de vias e áreas para controle da qualidade do ar e a instalação de placas de sinalização e redutores de velocidade nas áreas operacionais próximas às cavidades também serão

importantes medidas de controle e mitigação deste impacto, para que ele não se torne real e irreversível em cavidades, principalmente em CPMT_0014, CPMT_0015 e CPMT_0016.

Tabela 6- Avaliação do impacto “Alteração da Qualidade do Ar (poeira)” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

MOED_0024, MOED_0025, TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*			
Critérios	Cavidade	Área de Proposta	Influência Entorno de 250 metros
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Ocorrência	Potencial	Real	Real
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de manifestação	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Irreversível
Abrangência	Pontual	Local	Local
Importância	Alta	Importante	Importante
Magnitude	Média	Média	Média
Sinergia	Não Sinérgico	Não Sinérgico	Não Sinérgico

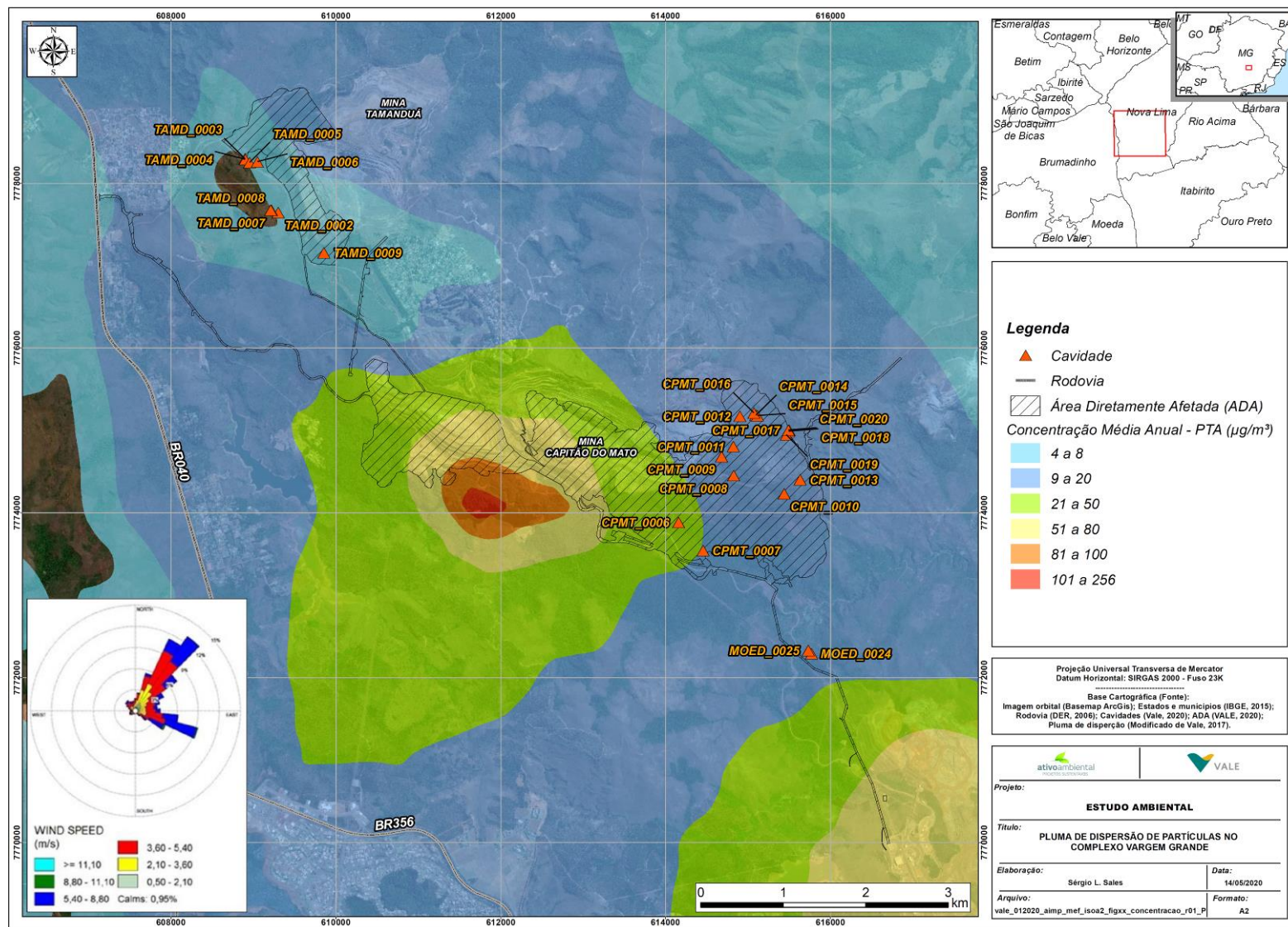


Figura 3- Dispersão da pluma de particulados nas minas de Tamandua e Capitão do Mato. Fonte: Vale, 2015, adaptado.

5.6 AFUGENTAMENTO DA FAUNA SILVESTRE

O impacto “Afugentamento da Fauna Silvestre” poderá ocorrer durante as atividades de supressão vegetal e atividades que provocam poluição sonora, tais como a abertura de acessos, decapeamento do solo, terraplanagem, ampliação das frentes de lavra, desmonte de rocha, transporte de minério/estéril por maquinário pesado. A emissão de ruídos excessivos, advindos das atividades já relacionadas, durante as etapas de implantação e operação do empreendimento podem ser responsáveis pela perturbação e eventual deslocamento da fauna.

Sob o ponto de vista espeleológico, espécies de mamíferos terrestres, aves e morcegos que utilizam as cavidades como abrigo e sítios de reprodução podem ser afetadas, alterando o aporte de nutrientes para a fauna cavernícola. Segundo Simon (2000) e Souza-Silva (2003), nos ecossistemas cavernícolas a maior produção é de origem secundária e o alimento aportado é alóctone. Fezes ou carcaças de animais que transitam nas cavernas com certa regularidade ou casuais, assim como raízes vegetais, podem ser também importantes fontes de recursos alimentares, tanto para as comunidades terrestres quanto para as aquáticas. O tipo e a qualidade de recurso e a forma de disseminação no sistema são determinantes da composição e da abundância da fauna (Ferreira, 2004).

De acordo com o diagnóstico bioespeleológico, não foram registradas bolotas de regurgitação de coruja e carcaças nas cavidades possivelmente impactadas (TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, MOED_0024, MOED_0025) (Carste, 2020 e Ativo, 2014) mas, de qualquer forma, foram registrados 06 táxons novos nas cavidades e 11 táxons troglomórficos, fato que eleva a importância deste impacto. As áreas de influência propostas e os entornos de 250 metros também poderão ser impactados, devido à proximidade destas áreas com as estruturas operacionais das minas.

Em geral, impactos à fauna cavernícola relacionados à pressão acústica são de difícil mensuração, mas nem sempre de difícil controle. A manutenção de áreas vegetadas no entorno das cavernas e a adoção de distâncias de segurança tendem a reduzir os efeitos destes ruídos (CECAV, 2011). Além disso, sugere-se a instalação de placas de sinalização de cavidades e redutores de velocidade em áreas próximas às feições. Lembra-se que o empreendedor, em cumprimento da legislação vigente não está autorizado a realizar intervenções ambientais em cavidades de máxima relevância (CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016 e TAMD_0009), suas áreas de influência propostas e entorno de 250 metros até que estas áreas sejam aprovadas. Dito isto, este impacto não foi considerado para estas feições.

Tabela 7- Avaliação do impacto “Afugentamento da Fauna Silvestre” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

MOED_0024, MOED_0025, TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008			
Critérios	Cavidade	Área de Influência Proposta	Entorno de 250 metros
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Ocorrência	Potencial	Real	Real
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de manifestação	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Pontual	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Alta
Magnitude	Baixa	Baixa	Média
Sinergia	Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

5.7 REDUÇÃO NA DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

As comunidades cavernícolas são, em muitos aspectos, bastante peculiares. Por este motivo, quaisquer impactos neste ambiente podem ser bem mais prejudiciais a estes organismos do que os ocorridos em sistemas externos. Atividades antrópicas, de efeitos indiretos ou diretos às cavernas podem ocasionar sérios danos à fauna, em especial reduzindo o número de espécies (CECAV, 2011).

Múltiplos critérios têm sido utilizados para a classificação dos organismos cavernícolas em função de suas características. Uma das classificações mais utilizadas é a do sistema Schinner- Racovitza (modificado em Holsinger & Culver, 1988), no qual as espécies cavernícolas podem ser enquadradas em três grupos:

- **Trogló xenos:** são os regularmente encontrados no ambiente subterrâneo, mas que, obrigatoriamente, devem sair das cavernas para completar seu ciclo de vida. Muitos desses organismos são responsáveis pela importação de recursos alimentares provenientes do meio epígeo em cavernas, especialmente nas que são permanentemente secas. (e.g. *Desmodus rotundus* registrado em TAMD_0009).
- **Trogló filis:** são os organismos capazes de completar todo o seu ciclo de vida no meio hipógeo e ou epígeo. No meio epígeo, tanto os trogló xenos quanto os trogló filis, geralmente, ocorrem em ambientes úmidos e sombreados. Certas espécies podem, ainda, ser trogló filas sob certas circunstâncias e trogló xenas em outras.
- **Trogló bios:** são os organismos restritos ao ambiente cavernícola e que podem apresentar diversos tipos de especializações morfológicas, fisiológicas e no comportamento que, provavelmente, evoluíram em resposta às pressões seletivas presentes em cavernas e ou à ausência de pressões seletivas típicas do meio epígeo. Estes animais possuem distribuição mais restrita e baixa abundância populacional, fazendo com que estes sejam mais afetadas à alterações ambientais.

Outro conceito utilizado é o de espécies acidentais, que diferentemente dos trogló xenos, compreendem indivíduos epígeos que penetram (acidentalmente ou não) no ambiente cavernícola, mas não apresentam nenhuma adaptação que proporcione a sua sobrevivência dentro das cavernas (CECAV, 2011). Durante as amostragens da fauna cavernícola do projeto em questão, foram registrados 11 táxons troglomórficos com indicativos de especialização ao ambiente subterrâneo nas cavidades TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0009, CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016 e MOED_0024 (Ativo, 2014; Carste, 2020). Dos 11 táxons, apenas um, *Metagonia* sp.1, foi considerada como trogló bio raro e endêmico, apesar de não ser possível afirmar a exclusividade do táxon aos ambientes cavernícolas (Carste, 2020).

Este impacto é classificado como potencial nas cavidades e áreas de influência proposta, devido à proximidades destas às áreas operacionais da mina e real no entorno de 250 metros de TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008 e MOED_0024, visto que alguns trechos estão previstos na supressão vegetal para a ampliação das cavas e instalação da linha de transmissão. O impacto foi classificado como reversível, já que as áreas podem ser recuperadas.

Tabela 8- Avaliação do impacto “Redução na Diversidade de Espécies” durante as fases de implantação e operação do Projeto de Ampliação das cavas Tamanduí e Capitão do Mato.

TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*, MOED_0024, MOED_0025			
Critérios	Cavidade	Área de Influência Proposta	Entorno de 250 metros
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Ocorrência	Potencial	Potencial	Real
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de manifestação	Médio a longo Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Pontual	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Alta
Magnitude	Baixa	Baixa	Média
Sinergia	Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico

5.8 RESULTADO INTEGRADO (MATRIZ DE AVALIAÇÃO)

Na sequência, pela Tabela 9, apresenta-se a Matriz de Avaliação dos Impactos supra-abordados de maneira integrada e sintética.

Tabela 9- Matriz de Impactos Ambientais sob o Patrimônio Espeleológico – Projeto de Ampliação das cavas Tamandua e Capitão do Mato.

Recorte Espacial	MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – Fases de Implantação e Operação			Áreas Impactadas	Critérios de Qualificação dos Impactos											AÇÕES AMBIENTAIS (CONTROLE/MITIGAÇÃO/ MONITORAMENTO/ COMPENSAÇÃO)
	Impacto Ambiental	Atividades associadas	Aspecto (s) Ambiental(is) Associado(s)		Natureza 1	Duração 2	Ocorrência 3	Incidência 4	Prazo de Manifestação 5	Reversibilidade 6	Abrangência 7	Importância 8	Magnitude 9	Intensidade	Sinergia	
Cavidades	Perda do Patrimônio Espeleológico e Alteração da Paisagem	Decapeamento do solo, supressão vegetal, abertura de acessos, abertura das frentes de lavra, instalação da linha de transmissão e operação das estruturas,	Supressão de cavidades naturais subterrâneas e suas respectivas áreas de influência, movimentações de solo e rocha.	CPMT_0006, CPMT_0007, CPMT_0008, CPMT_0009, CPMT_0010, CPMT_0011, CPMT_0012, CPMT_0013, CPMT_0017, CPMT_0018, CPMT_0019, CPMT_0020, TAMD_0003, TAMD_0004, TAMD_0005, TAMD_0006,	NEGATIVO	PERMANENTE	REAL	DIRETO	CURTO PRAZO	IRREVERSÍVEL	PONTUAL	ALTA	ALTA	ω	Não Sinérgico	- Compensação espeleológica nos termos do Decreto nº 6.640/2008. - Programa de Resgate Espeleológico com o registro fotográfico, escaneamento das cavidades, coleta de depósitos e fauna e afugentamento.
Área de Influência Proposta					NEGATIVO	PERMANENTE	REAL	DIRETO	CURTO PRAZO	IRREVERSÍVEL	LOCAL	ALTA	ALTA	ω	Não Sinérgico	-
Entorno de 250 metros					NEGATIVO	PERMANENTE	REAL	DIRETO	CURTO PRAZO	IRREVERSÍVEL	LOCAL	ALTA	ALTA	ω	Não Sinérgico	-

Recorte Espacial	MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – Fases de Implantação e Operação			Áreas Impactadas	Critérios de Qualificação dos Impactos											AÇÕES AMBIENTAIS (CONTROLE/MITIGAÇÃO/ MONITORAMENTO/ COMPENSAÇÃO)
	Impacto Ambiental	Atividades associadas	Aspecto (s) Ambiental(is) Associado(s)		Natureza 1	Duração 2	Ocorrência 3	Incidência 4	Prazo de Manifestação 5	Reversibilidade 6	Abrangência 7	Importância 8	Magnitude 9	Intensidade	Sinergia	
Cavidades	Perda/ Fragmentação de habitats naturais	Decapeamento do solo, supressão vegetal para abertura de acessos, instalação da linha de transmissão, abertura das frentes de lavra e operação das estruturas	Remoção da cobertura vegetal		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Área de Influência Proposta					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Entorno de 250 metros					NEGATIVO	PERMANENTE	REAL	DIRETO	CURTO PRAZO	REVERSÍVEL	LOCAL	IMPORTANTE	MÉDIA	1	Não Sinérgico	<div>- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas.</div> <div>- Criação de corredores ecológicos para redução do efeito de borda, manter a conectividade e não ilhar estas feições.</div> <div>-Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.</div>

Recorte Espacial	MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – Fases de Implantação e Operação			Áreas Impactadas	Critérios de Qualificação dos Impactos											AÇÕES AMBIENTAIS (CONTROLE/MITIGAÇÃO/ MONITORAMENTO/ COMPENSAÇÃO)
	Impacto Ambiental	Atividades associadas	Aspecto (s) Ambiental(is) Associado(s)		Natureza 1	Duração 2	Ocorrência 3	Incidência 4	Prazo de Manifestação 5	Reversibilidade 6	Abrangência 7	Importância 8	Magnitude 9	Intensidade	Sinergia	
Cavidades	Alteração da estrutura física da cavidade e seus depósitos, com risco de ruptura de espeleotemas, deslocamento e trincas em teto e paredes.	Decapeamento do solo, terraplanagem, supressão vegetal para abertura de vias internas, terraplanagem, perfuração e desmonte de rocha, carregamento e transporte de minério.	Emissão de material particulado, emissão de vibração, emissão de ruídos, aumento da circulação de máquinas e veículos.	TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*	NEGATIVO	PERMANENTE	POTENCIAL	INDIRETA	CURTO PRAZO	IRREVERSÍVEL	PONTUAL	ALTA	MÉDIA	1	NÃO SINÉRGICO	- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas. - Monitoramento Sismográfico na região da cavidade TAMD_0009 e das cavidades CPMT_0014, CPMT_0015 e CPMT_0016. -Definição da carga máxima de explosivos e métodos de lavra que assegurem a integridade física das cavidades; -Mapeamento e monitoramento geoestrutural destas feições. - Monitoramento de deposição de material particulado nas cavidades CPMT_0014, CPMT_0016, TAMD_0009.
Área de Influência Proposta					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Entorno de 250 metros					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Cavidades de máxima relevância espeleológica.

Recorte Espacial	MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – Fases de Implantação e Operação			Áreas Impactadas	Critérios de Qualificação dos Impactos										AÇÕES AMBIENTAIS (CONTROLE/MITIGAÇÃO/ MONITORAMENTO/ COMPENSAÇÃO)	
	Impacto Ambiental	Atividades associadas	Aspecto (s) Ambiental(is) Associado(s)		Natureza 1	Duração 2	Ocorrência 3	Incidência 4	Prazo de Manifestação 5	Reversibilidade 6	Abrangência 7	Importância 8	Magnitude 9	Intensidade		Sinergia
Cavidades	Alteração da dinâmica hídrica	Decapeamento do solo, supressão vegetal e terraplanagem para ampliação das frentes de lavra	Remoção da cobertura vegetal	TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*.	NEGATIVO	PERMANENTE	POTENCIAL	INDIRETO	CURTO PRAZO	IRREVERSÍVEL	PONTUAL	ALTA	MÉDIA	1	SINÉRGICO	- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas. -Manutenção dos fragmentos vegetacionais das áreas de influência das cavidades impactadas, promovendo a conectividade entre estas feições.
Área de Influência Proposta				TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*,	NEGATIVO	PERMANENTE	POTENCIAL	INDIRETO	CURTO PRAZO	IRREVERSÍVEL	LOCAL	IMPORTANTE	BAIXA	1	SINÉRGICO	- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas. -Manutenção dos fragmentos vegetacionais das áreas de influência das cavidades impactadas. - Manutenção dos limites das bacias hídricas superficiais.
Entorno de 250 metros				TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*,	NEGATIVO	PERMANENTE	POTENCIAL	INDIRETO	CURTO PRAZO	IRREVERSÍVEL	LOCAL	IMPORTANTE	MÉDIA	1	SINÉRGICO	- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas. -Manutenção dos fragmentos vegetacionais das áreas de influência das cavidades impactadas.

* Cavidades de máxima relevância espeleológica.

Recorte Espacial	MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – Fases de Implantação e Operação			Áreas Impactadas	Critérios de Qualificação dos Impactos										AÇÕES AMBIENTAIS (CONTROLE/MITIGAÇÃO/ MONITORAMENTO/ COMPENSAÇÃO)	
	Impacto Ambiental	Atividades associadas	Aspecto (s) Ambiental(is) Associado(s)		Natureza 1	Duração 2	Ocorrência 3	Incidência 4	Prazo de Manifestação 5	Reversibilidade 6	Abrangência 7	Importância 8	Magnitude 9	Intensidade		Sinergia
Cavidades	Alteração da Qualidade do Ar (poeira)	Decapeamento do solo, terraplanagem, supressão vegetal, aberturas de frentes de lavra, desmontes de rocha e transporte de minério/estéril.	Emissão de material particulado, aumento da circulação de máquinas e veículos.	TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*, MOED_0024, MOED_0025	NEGATIVO	TEMPORÁRIA	POTENCIAL	DIRETA	CURTO PRAZO	REVERSÍVEL	PONTUAL	ALTA	MÉDIA	1	NÃO SINÉRGICO	- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas. -Monitoramento da deposição de material particulado nas cavidades de máxima relevância. -Aspersão de vias e áreas para controle da qualidade do ar; -Instalação de placas de sinalização e redutores de velocidade nas áreas operacionais próximas às cavidades citadas.
Área de Influência Proposta					NEGATIVO	TEMPORÁRIO	REAL	DIRETA	CURTO PRAZO	REVERSÍVEL	LOCAL	IMPORTANTE	MÉDIA	1		- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas. -Monitoramento da deposição de material particulado na área de influência das cavidades impactadas. -Aspersão de vias e áreas para controle da qualidade do ar; -Programa de monitoramento das emissões veiculares; -Instalação de placas de sinalização e redutores de velocidade nas áreas operacionais próximas às áreas de influência das cavidades impactadas como fator filtrante de emissões atmosféricas.
Entorno de 250 metros					NEGATIVO	TEMPORÁRIO	REAL	DIRETA	CURTO PRAZO	IRREVERSÍVEL	LOCAL	IMPORTANTE	MÉDIA	1		-Aspersão de vias e áreas para controle da qualidade do ar; -Instalação de placas de sinalização de cavidades e redutores de velocidade nas áreas operacionais próximas às cavidades citadas.

* Cavidades de máxima relevância espeleológica.

Recorte Espacial	MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – Fases de Implantação e Operação			Áreas Impactadas	Critérios de Qualificação dos Impactos										AÇÕES AMBIENTAIS (CONTROLE/MITIGAÇÃO/ MONITORAMENTO/ COMPENSAÇÃO)	
	Impacto Ambiental	Atividades associadas	Aspecto (s) Ambiental(is) Associado(s)		Natureza 1	Duração 2	Ocorrência 3	Incidência 4	Prazo de Manifestação 5	Reversibilidade 6	Abrangência 7	Importância 8	Magnitude 9	Intensidade		Sinergia
Cavidades	Afugentamento da fauna silvestre	Decapeamento do solo, terraplanagem, supressão vegetal, aberturas de frentes de lavra, desmontes de rocha e transporte de minério/estéril.	Remoção da cobertura vegetal, emissão de material particulado, emissão de ruídos, emissão de vibrações, aumento da circulação de máquinas e veículos	TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*, MOED_0024, MOED_0025	NEGATIVO	TEMPORÁRIA	POTENCIAL	DIRETA	CURTO PRAZO	REVERSÍVEL	PONTUAL	ALTA	BAIXA	1	SINÉRGICO	- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas. - Monitoramento da Fauna Subterrânea, Parâmetros Climáticos e Recursos Tróficos nas cavidades CPMT_0014, CPMT_0016, TAMD_0009.
Área de Influência Proposta				TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*, MOED_0024	NEGATIVO	TEMPORÁRIA	REAL	DIRETA	CURTO PRAZO	REVERSÍVEL	LOCAL	ALTA	BAIXA	1	SINÉRGICO	-
Entorno de 250 metros				TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*, MOED_0024	NEGATIVO	TEMPORÁRIA	REAL	DIRETA	CURTO PRAZO	REVERSÍVEL	LOCAL	ALTA	MÉDIA	1	SINÉRGICO	-

* Cavidades de máxima relevância espeleológica.

Recorte Espacial	MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – Fases de Implantação e Operação			Áreas Impactadas	Critérios de Qualificação dos Impactos										AÇÕES AMBIENTAIS (CONTROLE/MITIGAÇÃO/ MONITORAMENTO/ COMPENSAÇÃO)	
	Impacto Ambiental	Atividades associadas	Aspecto (s) Ambiental(is) Associado(s)		Natureza 1	Duração 2	Ocorrência 3	Incidência 4	Prazo de Manifestação 5	Reversibilidade 6	Abrangência 7	Importância 8	Magnitude 9	Intensidade		Sinergia
Cavidades	Redução na diversidade de espécies	Decapeamento do solo, terraplanagem, supressão vegetal, aberturas de frentes de lavra, desmontes de rocha e transporte de minério/estéril.	Remoção da cobertura vegetal, emissão de material particulado, emissão de ruídos, emissão de vibrações, aumento da circulação de máquinas e veículos	TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*	NEGATIVO	TEMPORÁRIA	POTENCIAL	DIRETA	MÉDIO A LONGO PRAZO	REVERSÍVEL	PONTUAL	ALTA	BAIXA	1	SINÉRGICO	- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas. -Monitoramento da Fauna Subterrânea, Parâmetros Climáticos e Recursos Tróficos nas cavidades CPMT_0014, CPMT_0016, TAMD_0009.
Área de Influência Proposta				TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*	NEGATIVO	TEMPORÁRIA	POTENCIAL	DIRETA	CURTO PRAZO	REVERSÍVEL	LOCAL	ALTA	BAIXA	1	SINÉRGICO	- Cumprimento à legislação vigente através da não intervenção em cavidades de máxima relevância, área de influência proposta e 250 metros até a aprovação destas áreas.
Entorno de 250 metros				TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009*, CPMT_0014*, CPMT_0015*, CPMT_0016*, MOED_0024	NEGATIVO	TEMPORÁRIA	REAL	DIRETA	CURTO PRAZO	REVERSÍVEL	LOCAL	ALTA	MÉDIA	1	SINÉRGICO	

* Cavidades de máxima relevância espeleológica.



6 MEDIDAS DE CONTROLE E MITIGAÇÃO

Toda atividade com potencial para impactar negativamente o meio ambiente deve ser acompanhada de medidas de controle ou mitigação prévia de impactos, especialmente em ambientes cársticos (CECAV, 2011). Na maioria dos casos, medidas usuais de controle e boas práticas já aplicadas em atividades de mineração, são bastante eficazes. Estas medidas podem ser aliadas à realização de monitoramentos periódicos para aferição da integridade dos ambientes cavernícolas.

A seguir serão apresentadas as medidas de controle e mitigação dos impactos avaliados sob a perspectiva do Patrimônio Espeleológico. Ressalta-se que algumas medidas já são adotadas pela Vale e outras terão de ser executadas rigorosamente para a preservação espeleológica e para garantir que cavidades de máxima relevância, suas áreas de influência propostas e entorno de 250 metros, até que estas sejam aprovadas, não sofram impactos negativos.

Ainda em relação às medidas de controle, de forma a minimizar os impactos das cavidades do projeto, foram selecionadas aquelas capazes de representar um agrupamento próximo e por suas características físicas e biológicas. Esta ação se faz necessária à medida que discussões recentes estão sendo feitas em relação à possíveis impactos gerados pela densidade de monitoramentos às cavidades. Esta ação possibilita, inclusive, a investigação posterior de um possível impacto gerado pelo monitoramento, uma vez que cavidades próximas serão preservadas de tais monitoramentos e, portanto, poderão ser consideradas cavidades controle.

6.1 PROGRAMA DE GESTÃO ESPELEOLÓGICA

Conforme descrito nos Estudos Espeleológicos, foram identificadas 25 cavidades nas áreas de influência do projeto. Estas cavidades foram analisadas segundo os critérios do Decreto Federal nº 6.640/2008, Instrução Normativa nº 2/2009 do Ministério de Meio Ambiente e Instrução Normativa nº 2/2017 do Ministério de Meio Ambiente.

Desse total, uma foi definida como relevância Baixa, duas definidas como de Média e 18 de Alta relevância, restando quatro de Máxima relevância. Nas cavidades de máxima relevância não são permitidos impactos irreversíveis, nem mesmo em suas áreas de influência conforme o artigo 3º do Decreto Federal nº 6.640/2008. No artigo 4º do Decreto Federal nº 6.640/2008, a cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto, médio ou baixo poderá ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental e ações de compensação. Diante dos resultados da classificação espeleológica das cavidades, o presente Programa de Gestão Espeleológica e subprogramas previstos, conforme apresenta a Figura 4Tabela 4, a seguir.

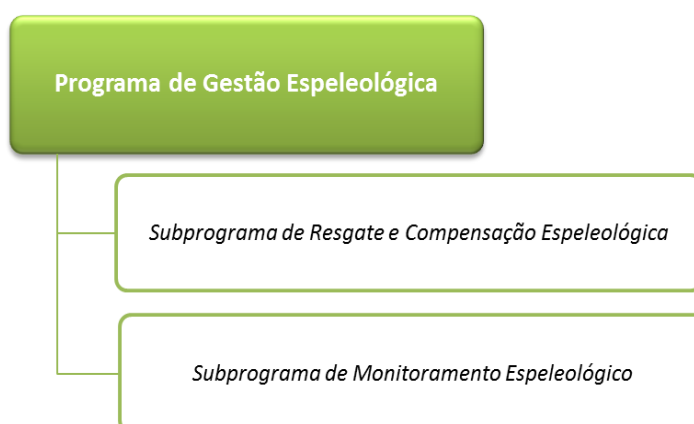


Figura 4 Hierarquia da gestão espeleológica.

6.1.1 SUBPROGRAMA DE RESGATE E COMPENSAÇÃO ESPELEOLÓGICA

No artigo 18 da Instrução Normativa nº 2/2017 do MMA, é mencionado que qualquer impacto negativo irreversível deverá ser precedido de registro e armazenamento cartográfico e fotográfico, bem como de inventário e coleta de espeleotemas e elementos geológicos, paleontológicos e biológicos representativos do ecossistema cavernícola, compreendendo o resgate, transporte adequado e a destinação a coleções científicas institucionais.

Ao mesmo tempo, o artigo 20º determina a preservação de 2 (duas) cavidades testemunho, ou outras formas de compensação previstas no § 3º, art. 4º, do Decreto nº 99.556, de 1990, definidas em procedimento de licenciamento ambiental, será condicionante para o licenciamento de empreendimentos que causem impactos a outras cavidades naturais subterrâneas de alta relevância.

Em síntese, a elaboração do Subprograma de Resgate Espeleológico justifica-se tendo em vista as cavidades localizadas na Área Diretamente Afetada e Área de Influência Direta pelo projeto com real ou potencial impacto irreversível.

Este subprograma se aplica às 16 cavidades previstas de supressão, considerando a ADA atual do empreendimento e que as cavidades de máxima relevância serão preservadas, incluindo suas áreas de influência. Dentre as 16 cavidades, 10 foram classificadas como de “Alta” e quatro como de “Média” relevância e uma de baixa relevância (Tabela 10).

Tabela 10- Lista de cavidades passíveis de supressão e suas respectivas características.

Nome	Coordenada E	Coordenada N	PH (m)	Desnível (m)	Área (m²)	Volume (m³)	Relevância
CPMT_0006	614201	7773932	21	2	65	67	Alta
CPMT_0007	614499	7773592	6	1	7	9	Média
CPMT_0008	614870	7774498	25	3	124	187	Alta
CPMT_0009	614722	7774729	10	1	7	16	Alta
CPMT_0010	615479	7774279	25	0	20	9	Alta
CPMT_0011	614865	7774849	8	2	13	4	Alta
CPMT_0012	614945	7775219	10	0	10	6	Média
CPMT_0013	615676	7774449	11	1	10	8	Alta
CPMT_0017	615543	7775049	11	2	13	12	Alta
CPMT_0018	615535	7775035	6	0	3	4	Alta
CPMT_0019	615510	7774991	10	1	22	45	Média
CPMT_0020	615533	7775051	10	3	28	30	Alta
TAMD_0003	608943	7778347	6	0	15	19	Média
TAMD_0004	608946	7778335	7	1	7	3	Alta
TAMD_0005	608997	7778296	13	1	17	9	Alta
TAMD_0006	609093	7778306	10	1	15	7	Baixa

Especificamente o subprograma tem os seguintes objetivos:

- Elaborar mapeamento a laser associado a registro fotográfico em 3D (realidade virtual) na cavidade que será suprimida, visando manter a memória da cavidade em bancos de dados;
- Elaborar o resgate de informações sedimentares, quando possível, através da abertura de trincheiras, visando à ampliação do conhecimento sobre os processos sedimentares nas cavernas carbonáticas;
- Elaborar o resgate de dados químicos e mineralógicos em rochas e espeleotemas, visando ampliação do conhecimento; caso seja identificado material representativo, esse poderá ser destinado a coleções de instituições regionais;
- Elaborar coleta de elementos representativos de invertebrados cavernícolas em cavidades que serão suprimidas, aumentando o acervo de espécimes em diferentes instituições científicas do país, incluindo instituições regionais e instituições com laboratórios voltados a estudos subterrâneos.
- Propor a compensação conforme as determinações das IN's 01 e 02/2017 MMA e aprovadas junto ao órgão ambiental.

6.1.2 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO ESPELEOLÓGICO

É importante salientar que as condições ambientais de uma caverna, assim como sua integridade física, muitas vezes vulneráveis e frágeis, podem ser facilmente alteradas por fatores externos (desmatamento, erosão, assoreamento, sobrepressão acústica etc.), que podem chegar a impactar potencialmente condições essenciais para a existência de organismos do ecossistema subterrâneo (TRAJANO & BICHUETTE, 2006).

Ainda devem ser considerados os impactos indiretos como a supressão de recursos tróficos provenientes da superfície ou a alteração de fatores climáticos. Alterações no entorno das cavernas, particularmente nos limites de suas bacias de contribuição hídrica, podem alterar processos de deposição química e clástica, além da própria dinâmica evolutiva da caverna. Essas alterações podem chegar a comprometer a própria integridade física das cavernas.

Dessa forma, é de grande importância o monitoramento dos componentes físicos e biológicos das cavidades de relevância máxima, assim como das que terão seus entornos de 250 m ou áreas de influência interferidos pelo empreendimento, visando à obtenção de dados que indiquem possíveis alterações decorrentes da implantação/operação do empreendimento. As cavidades serão selecionadas conforme sua relevância e representatividade de agrupamentos locais de modo a possibilitar o acompanhamento da estabilidade ambiental do respectivo grupo de cavidades.

É importante salientar que a VALE irá negociar, caso a caso ou em conjunto, novas compensações espeleológicas, caso as atividades minerárias realizadas na área de influência de uma cavidade de relevância alta ou média ocasionem impactos irreversíveis.

Este subprograma se aplica a cavidades excedentes do entorno do empreendimento, as quais deverão ser selecionadas conforme as especificidades do empreendimento e sua relevância. Isto necessita que esses fatores sejam considerados com o avanço de detalhamento do projeto.

6.1.2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Subprograma de Monitoramento Espeleológico tem como objetivo geral o acompanhamento das atividades do projeto frente a possíveis alterações nas cavidades próximas. O monitoramento consiste em um instrumento fundamental para análises ambientais em cavernas. No contexto do empreendimento em questão, seu objetivo é assegurar a não identificação de impactos oriundos das atividades minerárias e industriais no local, e, caso os mesmos sejam observados, o monitoramento permitirá aferir sob quais condições de vibração ou alteração ambiental ocorreram.

Especificamente o subprograma tem os seguintes objetivos:

- Monitorar as estruturas geológicas das cavidades;
- Orientar as operações dos planos de lavra através dos resultados dos monitoramentos sismográficos;
- Manter registros fotográficos das cavidades ao longo do tempo;
- Gerar conhecimento científico acerca do Patrimônio Espeleológico.

O subprograma tem os seguintes sub-planos:

6.1.2.1.1 SUBPLANO DE MAPEAMENTO GEOESTRUTURAL

As cavernas apresentam estruturas geológicas que funcionam como zonas de fraqueza da rocha, tais como fraturas, juntas e planos de foliação. Estas estruturas, bem como as zonas de maior alteração da rocha, representam os locais mais propícios para a ocorrência de abatimentos.

O mapeamento geoestrutural permitirá registrar, em escala de detalhe, a ocorrência destas feições, possibilitando um zoneamento das áreas mais susceptíveis a abatimentos nas cavernas. O mapa geoestrutural das zonas de risco deverá ser o documento base para as análises posteriores.

Esse subprograma deverá ser realizado, portanto, em um evento único, previamente às demais atividades de monitoramento espeleológico e ocorrerá nas seguintes cavidades: TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009, CPMT_0014, CPMT_0015 e CPMT_0016.

6.1.2.1.2 SUBPLANO DE REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DETALHE

Para o desenvolvimento do programa de monitoramento espeleológico, é essencial que se tenha um documento que registre a condição “original” da caverna, ou seja, a configuração de seu espaço interno com todas as suas formas e feições, incluindo feições de abatimento já existentes antes do início do monitoramento. Com um registro fotográfico sistemático conceitualmente baseado em um banco de imagens, tomadas em estações fixas, que podem ser repetidas ao longo do tempo, de forma acurada (HILDRETH-WERKER, 2006) comprova-se o estado de conservação da caverna “original”, utilizado para evidenciar quaisquer possíveis alterações posteriores.

O registro fotográfico será realizado por um fotógrafo profissional com experiência em técnicas de fotografia em ambiente subterrâneo. As fotografias deverão abranger todas as galerias (sob diversos ângulos), tanto em nível de detalhe quanto do ambiente em si. Especial atenção deverá ser conferida às zonas consideradas mais frágeis quando do mapeamento geoestrutural. Os trabalhos irão gerar um dossiê fotográfico para a caverna, a ser utilizado em campo quando das visitas de monitoramento da integridade física e dinâmica evolutiva. O registro espeleofotográfico consiste em um evento complementar, devendo ser realizado em conjunto durante os trabalhos de monitoramento da integridade física, com o objetivo de se registrar algum possível impacto, duas vezes ao ano. Este registro deverá ser realizado nas seguintes cavidades: TAMD_0002, TAMD_0007, TAMD_0008, TAMD_0009, CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016, MOED_0024 e MOED_0025. Para estas últimas, sugere-se apenas o registro fotográfico detalhado caso não sejam realizadas intervenções em seu entorno de 250 metros.

6.1.2.1.3 SUBPLANO DE MONITORAMENTO DA INTEGRIDADE FÍSICA E DINÂMICA EVOLUTIVA

Esta análise será realizada por geoespeleólogos, através de visitas anuais (uma visita ao ano) a todas as cavernas, com o objetivo de checar as condições de integridade física das feições espeleológicas, bem como dos aspectos associados a dinâmica evolutiva da caverna, especialmente no tocante a fluxos hídricos e sedimentação clástica. Nestas visitas, será utilizada a documentação fotográfica de detalhe para a conferência das características das cavidades.

Em caso de detecção de impacto, será tomada nova fotografia a partir do mesmo local e posição da anterior, comprovando a existência da alteração, e registrada a época de ocorrência da mesma. Essa identificação possibilitará minimizar os riscos da ocorrência de algum dano irreversível, mediante estudo do caso e adoção das medidas cabíveis.

A periodicidade semestral proposta visa checar as condições de integridade física e evolução natural das cavidades TAMD_0002, TAMD_0009, CPMT_0016 e assegurar que os impactos oriundos da própria atividade de monitoramento, como o pisoteamento e compactação dos sedimentos dispostos no piso, sejam mitigados.

As cavidades TAMD_0002 e CPMT_0016 foram escolhidas como representativas em seus respectivos grupos de cavidades devido às suas dimensões, com especial atenção ao volume destas que pode representar maior fragilidade em relação à integridade física.

6.1.2.1.4 SUBPLANO DE MONITORAMENTO SISMOGRÁFICO

Como ação para gestão da geração de vibrações deverão ser seguidas as orientações conforme o Programa de Monitoramento Sismográfico a ser definido junto ao empreendedor. Serão selecionadas cavidades, conforme sua relevância que representem grupos de cavidades ao redor das principais atividades do empreendimento que gerem vibrações.

Salienta-se que as projeções para os planos de fogo com a CME (Carga Máxima por Espera) definida pela simulação ao longo da extensão das minas constituem em elemento de significativa importância ao controle das emissões de vibração dos desmontes de rocha executados na cava. Entretanto para que os resultados de projeção sismográfica sejam funcionais os mesmos devem, necessariamente, ser periodicamente atualizados com dados reais provenientes de monitoramento sismográfico.

Os resultados de monitoramento sismográfico devem ser empregados não somente como registros de verificação dos níveis de vibração sentidos nos locais das feições cársticas, mas notadamente como elementos de controle que propiciem inclusive o ajuste da projeção sismográfica. Diante do exposto a VALE vem introduzindo formas de medição contínua por aparelhos no monitoramento sismográfico dos desmontes de rocha, com vistas a propiciar a continuidade do controle operacional das emissões de vibração pela atividade.

Este plano apresenta interface com Programa de Monitoramento da Integridade Física e deverá ser realizado na região da cavidade TAMD_0009 e na região de CPMT_0014, CPMT_0015, CPMT_0016, através da instalação de sismógrafos em pontos estabelecidos *in loco*. Os resultados obtidos irão permitir inclusive avaliar a eficácia do limite de segurança estrutural utilizado.

6.1.2.1.5 SUBPLANO DE MONITORAMENTO DA FAUNA CAVERNÍCOLA, CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E RECURSOS TRÓFICOS

Os recursos tróficos, incluindo os resíduos sólidos, no interior das cavidades devem ser avaliados tanto qualitativamente, quanto quantitativamente. É importante determinar quais substratos orgânicos estão disponíveis na cavidade ao longo do tempo, facilitando a observação de variações sazonais na presença de algum substrato ou da presença/ausência devido a possíveis alterações. Quantificar os substratos mais abundantes no interior da cavidade é importante para observar aumento ou diminuição devido às alterações no perímetro de proteção. Deste modo, propõe-se o monitoramento dos recursos tróficos no interior das cavidades, garantindo a integridade dos recursos base para dinâmica local. O monitoramento deverá priorizar os depósitos de guano observados, bem como a camada de serapilheira registradas nas entradas das cavidades.

No início do monitoramento as cavidades são avaliadas e de acordo com a fauna registrada, são escolhidas espécies para ser alvo do monitoramento biológico. Vale ressaltar que, estudos de monitoramento de fauna em cavidades naturais são raros, sendo a maioria realizada em outros países. Assim, não existem listas de espécies consideradas como bons alvos em monitoramentos de cavidades naturais no Brasil.

A maioria das espécies cavernícolas apresenta tamanho corporal reduzido (milímetros), populações pequenas e, em boa parte, com inúmeros problemas taxonômicos em virtude da carência de especialistas. Assim, a escolha de espécies alvo para o monitoramento não é fácil, pois podem sobrar poucas opções. Além disso, monitorar a comunidade como um todo e em curtos períodos de tempo, pode não ser uma boa estratégia, uma vez que uma vistoria na cavidade, buscando por espécies de tamanho corporal reduzido, causa inúmeros impactos ao ecossistema cavernícola, como por exemplo, o pisoteamento e revolvimento de blocos e substratos orgânicos.

Portanto, o monitoramento será feito a partir da escolha de espécies representantes da fauna cavernícola, obtendo dados de abundância e distribuição espacial da população na cavidade avaliada através da metodologia proposta por Ferreira (2004).

Para a escolha das espécies devem ser levados em conta, sempre que possível, as seguintes características:

- I. As espécies escolhidas devem ser passíveis de identificação/morfo-especialização em campo;
- II. Devem fazer parte de grupos taxonômicos bem resolvidos e/ou com especialistas no Brasil;
- III. O ambiente cavernícola deve ser parte de sua área de vida, não sendo um habitat acidental;
- IV. Não possuir flutuações sazonais, principalmente em relação a estações climáticas (seca e chuvosa);
- V. Não possuir hábito migratório;
- VI. Espécies cujos indivíduos não percorram longas distâncias em curtos intervalos de tempo;
- VII. Ciclo de vida relativamente curto, podendo refletir as modificações no ambiente e estruturas das comunidades.

Outro fator relevante para manutenção das condições tróficas e biológicas no interior das cavidades é o microclima. Alterações na temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e umidade do solo, podem interferir diretamente na biologia local. Deste modo, propõe-se o monitoramento dessas variáveis, tanto no interior, quanto no entorno das cavidades.

A influência do microclima na fauna pode ser testada a partir de análises de regressões e/ou testes de média cabíveis a distribuição dos dados obtidos. O importante aqui é garantir que o microclima no interior da cavidade seja mantido após a adequação do entorno. Deverão ser realizadas duas campanhas ao ano respeitando a sazonalidade e compondo um relatório anual, nas cavidades TAMD_0002, TAMD_0009, CPMT_0014 e CPMT_0016.

6.1.2.1.6 SUBPLANO DE MONITORAMENTO DA DEPOSIÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO

Para avaliar a deposição de particulados (poeira) nas cavidades localizadas no entorno do empreendimento, serão instaladas Placas de Petri em seu interior, sempre que possível, a 5 e 10 metros distantes da entrada. A quantidade de placas poderá variar de acordo com a projeção horizontal da cavidade.

A cada 03 meses, essas placas serão retiradas e levadas para laboratório, a fim de passarem por secagem em estufa e pesadas (período de 10 horas a 50°C), novas placas serão deixadas nas cavidades após a retirada das anteriores.

Este monitoramento deve ocorrer nas cavidades CPMT_0014, CPMT_0016, TAMD_0009 devido à localização destas em relação à ADA do empreendimento.

6.1.3 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

A realização deste programa deverá ser conduzida antes a fase de implantação do empreendimento, para definição da compensação e atividades de resgate espeleológico, se necessário. O processo para implementação das ações de compensação poderá ocorrer em paralelo com as fases de implantação e operação do empreendimento. Os monitoramentos deverão ter campanhas semestrais com relatórios consolidados anuais.

Tabela 11- Cronograma de Execução do Programa de Gestão Espeleológica.

	Resgate e Compensação Espeleológica		Mapeamento Geoestrutural e Registro fotográfico detalhado		Monitoramento da Integridade Física e Dinâmica Evolutiva		Monitoramento Sismográfico		Monitoramento da Fauna Cavernícola, Condições Climáticas e Recursos Tróficos		Monitoramento da Deposição de Material Particulado	
Cavidade	Periodicidade	Período Previsto	Periodicidade	Período Previsto	Periodicidade	Período Previsto	Periodicidade	Período Previsto	Periodicidade	Período Previsto	Periodicidade	Período Previsto
CPMT_0006	Única	Anterior à implantação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPMT_0007			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPMT_0008			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPMT_0009			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPMT_0010			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPMT_0011			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPMT_0012			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPMT_0013			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPMT_0014	-	-	Única	Anterior à implantação	-	-	Contínuo – na região destas cavidades	Validade da licença	Semestral – Fauna Trimestral – Condições climáticas	Validade da licença	Trimestral	Validade da licença
CPMT_0015	-	-	Única	Anterior à implantação	-	-			-	-	-	-
CPMT_0016	-	-	Única	Anterior à implantação	Semestral	Validade da licença			Fauna Trimestral – Condições climáticas	Validade da licença	Trimestral	Validade da licença
CPMT_0017	Única	Anterior à implantação										
CPMT_0018												
CPMT_0019												
CPMT_0020												
TAMD_0002	-	-	Única	Anterior à implantação	Semestral	Validade da licença			Semestral – Fauna Trimestral – Condições climáticas	Validade da licença	-	-
TAMD_0003	Única	Anterior à implantação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TAMD_0004			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TAMD_0005			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TAMD_0006			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TAMD_0007	-	-	Única	Anterior à implantação			-	-	-	-	-	-
TAMD_0008	-	-	Única	Anterior à implantação			-	-	-	-	-	-
TAMD_0009	-	-	Única	Anterior à implantação	Semestral	Validade da licença	Contínuo	Validade da licença	Semestral – Fauna Trimestral – Condições climáticas	Validade da licença	Trimestral	Validade da licença
MOED_0024	-	-	Única (apenas registro fotográfico)	Anterior à implantação	-	-	-	-			-	-
MOED_0025	-	-	Única (apenas registro fotográfico)	Anterior à implantação	-	-	-	-	-	-	-	

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATIVO AMBIENTAL, 2014. Estudos de Adequação do Entorno de Proteção de quatro Cavidades da Mina de Capitão do Mato e sete Cavidades da Mina de Tamanduá. Relatório Técnico não publicado. 119 p.
- ATIVO AMBIENTAL, 2014. Diagnóstico Bioespeleológico – Complexo Vargem Grande. Relatório Técnico não publicado. 101 p.
- ATIVO AMBIENTAL, 2020. Proposta de Área de Influência de Cavidades Naturais Subterrâneas (TAMD_0009 e MOED_0024). Relatório Técnico não publicado. 69 p.
- AMPLO ENGENHARIA, 2020. Minuta Caracterização do Empreendimento. Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato. Relatório Técnico não publicado.
- BRASIL, 2008. Decreto Presidencial nº 6.640, de 07 de novembro de 2008, que dispõe sobre a proteção de cavidades naturais subterrâneas existentes no território Nacional.
- CARSTE CIÊNCIA E MEIO AMBIENTE, 2020. Diagnóstico Bioespeleológico – Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato. Relatório Técnico não publicado. 48 p.
- CARSTE CIÊNCIA E MEIO AMBIENTE, 2020. Proposta de Relevância de Cavidades – Projeto de Ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato. Relatório Técnico não publicado. 53 p.
- CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS – CECAV, 2011. III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental. 197 p.
- HOLSINGER, R.; CULVER, D. C. 1988. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of eastern Tennessee: zoogeography and ecology. *Brimleyana*, v. 14, p. 1-162.
- FERREIRA, R. L. 2004. A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos, 2004. 158 p. Tese (Doutorado em Ecologia. Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MINAS GERAIS, 2017. Instrução de Serviço (IS) SISEMA Nº08/2017 – Revisão 01. Procedimentos para análise dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos e de atividades efetiva ou potencialmente causadoras de impactos sobre cavidades naturais subterrâneas. Belo Horizonte, 05/10/2018. pág 37.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2003. Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de Políticas Públicas. Brasília, MMA/SBF, 2003. 100p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 2, DE 30 DE AGOSTO DE 2017. Define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no art. 5o do Decreto no 99.556, de 1o de outubro de 1990. Diário Oficial da União – Seção 1, Nº 169, sexta-feira, 1 de setembro de 2017. 3 páginas. ISSN 1677-7042.
- MURCIA, C., 1995, Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends Ecol. Evol.*, 10:58-62.
- SIMON K. S. 2000. Organic matter and trophic structure in karst groundwater. 91 p. (Ph.D.) Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia.

SOUZA-SILVA, M. S. 2003. Dinâmica de disponibilidade de recursos alimentares em uma caverna calcária. 2003. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia. Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

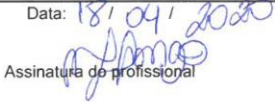
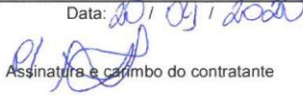
VALE, 2015. Atualização do projeto de desenvolvimento do complexo vargem grande Apresentação de informações complementares à SUPRAM Central. Relatório Técnico não publicado, 874 p.

8 ANEXOS

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 20/05/2020 3:31:02 PM	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART		Nº:2020/03656	
CONTRATADO			
Nome: JULIANA MACARON LONGO		Registro CRBio: 070722/04-D	
CPF: 08268918616		Tel: 31 87449426	
E-Mail: julianamacaron@gmail.com			
Endereço: R CASTELO MOURA n.º 144 APT 203			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: CASTELO	
CEP: 31330-210		UF: MG	
CONTRATANTE			
Nome: ATIVO AMBIENTAL LTDA - ME			
Registro Profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 12.350.182/0001-00	
Endereço: R ALABASTRO, 278			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SAGRADA FAMÍLIA	
CEP: 31030-080		UF: MG	
Site:			
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Natureza: Prestação de Serviços - Realização de consultorias/assessorias técnicas			
Identificação: Elaboração de Avaliação de Impacto sob o Patrimônio Espeleológico - Complexo Vargem Grande			
Município do Trabalho: Nova Lima	UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte	UF: MG
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: Biólogos e Geógrafos	
Área do conhecimento: Ecologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: Elaboração de Avaliação de Impactos sob o Patrimônio Espeleológico localizado no entorno do empreendimento denominado Complexo Vargem Grande, de propriedade da Vale S.A.			
Valor: R\$ 1500,00		Total de Horas: 30	
Início: 17/04/2020		Término:	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 18/04/2020  Assinatura do profissional		Data: 20/05/2020  Assinatura e carimbo do contratante	
Solicitação de baixa por distrato Data: / / Assinatura do Profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante		Solicitação de baixa por conclusão Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio. Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e Carimbo do contratante	

Nº do Protocolo: 62577/NET

CADASTRO TÉCNICO FEDERAL

 <p>Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis CADASTRO TÉCNICO FEDERAL CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR</p> 			
Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5194627	06/05/2020	06/05/2020	06/08/2020
Dados básicos:			
CNPJ : 12.350.182/0001-00			
Razão Social : ATIVO AMBIENTAL LTDA			
Nome fantasia : ATIVO AMBIENTAL LTDA			
Data de abertura : 09/08/2010			
Endereço:			
logradouro: RUA ALABASTRO			
N.º: 278		Complemento: CASA	
Bairro: SAGRADA FAMILIA		Município: BELO HORIZONTE	
CEP: 31030-080		UF: MG	
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA			
Código	Atividade		
0003-00	Consultoria técnica		
Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.			
A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa jurídica, de observância dos padrões técnicos normativos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO e pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.			
O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.			
O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa jurídica inscrita.			
Chave de autenticação		FP66K3H3U4VWVZ71	

 <div style="text-align: center;"> Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis CADASTRO TÉCNICO FEDERAL CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR </div> 			
Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
4871520	20/05/2020	20/05/2020	20/08/2020
Dados básicos:			
CPF: 082.689.186-16			
Nome: JULIANA MACARON LONGO RODRIGUES			
Endereço:			
logradouro: RUA CASTELO MOURA			
N.º:	144	Complemento:	203
Bairro:	CASTELO	Município:	BELO HORIZONTE
CEP:	31330-210	UF:	MG
Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP			
Código	Descrição		
21-58	Manejo de espécie exótica invasora - Resolução CONABIO nº 7/2018		
21-59	Manejo de fauna sinantrópica nociva - Instrução Normativa IBAMA nº 141/2006		
21-53	Manutenção de fauna silvestre ou exótica - Resolução CONAMA nº 489/2018; art. 4º, IX		
Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama, por meio do CTF/APP.			
O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades			
O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.			
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA			
Código CBO	Ocupação	Área de Atividade	
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade	
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental	
Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.			
A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.			
O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.			
O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.			

PLANO DE FECHAMENTO DAS MINAS DE TAMANDUÁ

Plano de Fechamento das Minas de Tamanduá e Capitão do Mato

Abril / 2020

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	4
2.0	PROGRAMAS DE FECHAMENTO	5
3.0	LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA	6
4.0	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA	7
5.0	CARACTERIZAÇÃO DOS ATIVOS	7
5.1	MINA DE TAMANDUÁ.	9
5.2	MINA DE CAPITÃO DO MATO	12
6.0	DIRETRIZES PARA DESCOMISSIONAMENTO E MONITORAMENTO	16
7.0	ATIVIDADES DE FECHAMENTO DOS ATIVOS	18
8.0	PROPOSTA DE USO FUTURO	20
8.1	APTIDÕES DE USO FUTURO	21
9.0	PROVISÃO FINANCEIRA PARA DESCOMISSIONAMENTO DE ATIVOS	23
10.0	CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO	23
11.0	REFERÊNCIAS	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização das minas de Tamanduá e Capitão do Mato.....	4
Figura 2: Arranjo geral das estruturas nas minas de Tamanduá e Capitão do Mato.....	8
Figura 3: Cava da mina de Tamanduá	10
Figura 4: Vista da PDE Capão da Serra	10
Figura 5: Vista geral da PDE Grota Fria	11
Figura 6: Vista geral da barragem Capão da Serra	11
Figura 7: Instalações Industriais da mina de Tamanduá	12
Figura 8: Vista geral da mina de Capitão do Mato.....	13
Figura 9: Vista geral da PDE Barreira Acústica.	14
Figura 10: PDE Extrativa.	14
Figura 11: Barragem Capitão do Mato.	15
Figura 12: Barragem Peneirinha.....	15
Figura 13: Vista geral das instalações industriais de Capitão do Mato.....	16
Figura 14: Sequência das ações de fechamento.....	24

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Atividades de Fechamento para os ativos das Minas de Capitão do Mato e Tamanduá.	18
Tabela 2: Monitoramento e manutenção no pós-fechamento.....	20
Tabela 3: Atributos do Meio Físico, Biótico e Socioeconômico.	21

1.0 INTRODUÇÃO

O objetivo deste documento é apresentar o Plano de Fechamento das minas de Capitão do Mato e Tamandua, ambas localizadas no município de Nova Lima, no estado de Minas Gerais (ver figura 1 abaixo)

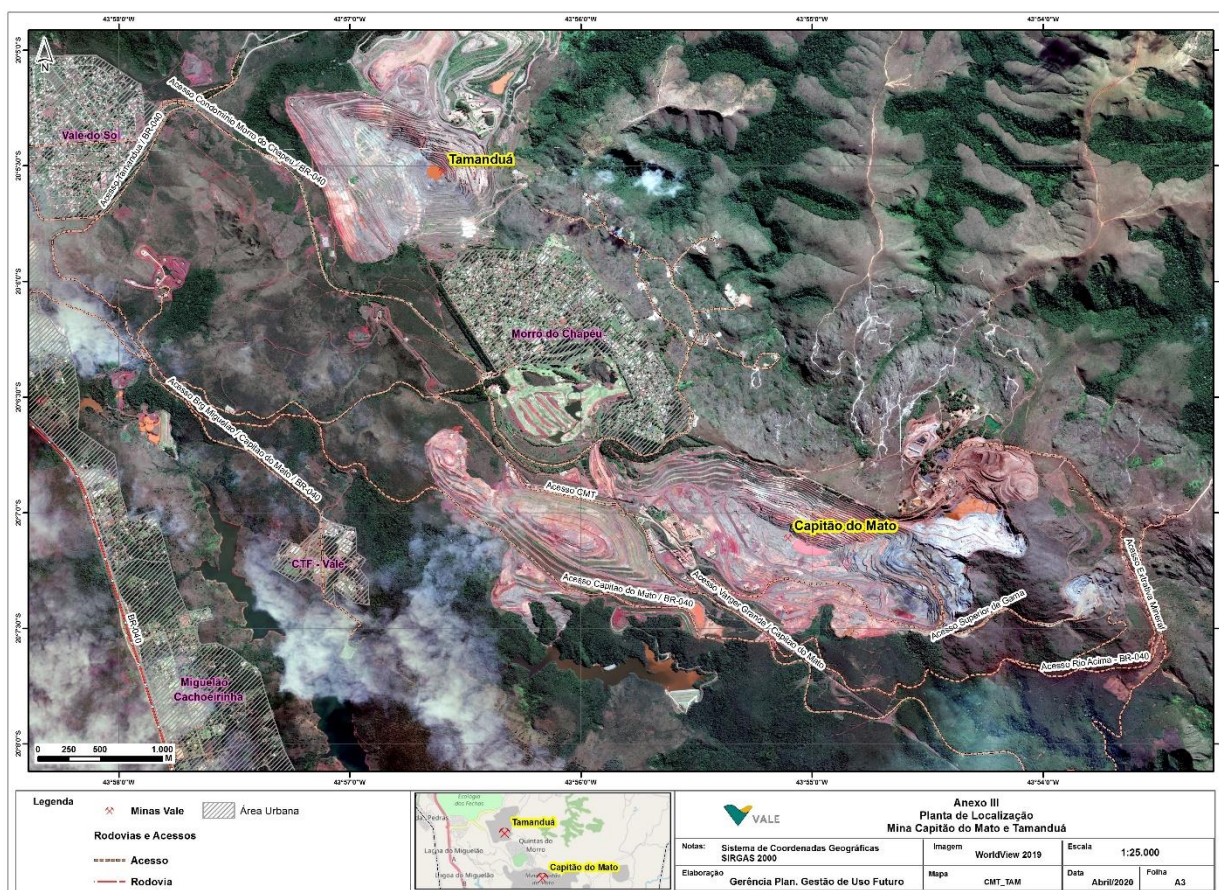


Figura 1: Localização das minas de Tamandua e Capitão do Mato.

O Fechamento de Mina busca presumir o último cenário da mina, ou seja, os anos finais da operação. O planejamento do fechamento é realizado em função da configuração final planejada para os ativos conforme o plano diretor da mina. O cenário aqui considera o planejamento do fechamento das minas de Tamandua e Capitão do Mato, para final de vida útil.

O fechamento de uma mina, em decorrência da impossibilidade de continuação das atividades de lavra, envolve diversos aspectos ambientais e socioeconômicos que exigem planejamento, gestão e provisão de recursos. É importante que desde o início das atividades de implantação do projeto sejam feitas projeções técnicas e previsões orçamentárias para o fechamento das estruturas que compõem o projeto da mina. O objetivo é estabelecer procedimentos e identificar as atividades necessárias para que a

área tenha condições desejáveis à implantação do uso pré-determinado para o pós-fechamento. Esse planejamento para o fechamento envolve a busca de soluções para minimizar os impactos negativos em longo prazo e, inclui a formulação de estratégias de transição para as questões socioeconômicas com elevado foco em sustentabilidade.

Considerando-se a Política de Desenvolvimento Sustentável da Vale, as finalidades antevistas visam orientar a companhia para que sejam estabelecidos processos sustentáveis nas dimensões econômica, social, ambiental e institucional, na curva de tempo do fechamento das minas, garantindo assim os valores corporativos e o legado positivo ao seu término.

Todas as premissas adotadas estão em conformidade com os requisitos legais, boas práticas estabelecidas pela legislação, órgãos reguladores governamentais, organismos nacionais e internacionais não governamentais, bem como na experiência da própria Vale.

2.0 PROGRAMAS DE FECHAMENTO

O Fechamento de uma mina requer um nível de planejamento tanto quanto a implantação de um projeto minerário. A etapa do fechamento trabalha com processos que buscam avaliar e estudar as estruturas, para planejar a execução das obras de descomissionamento.

O processo de execução das obras de fechamento inicia-se com o levantamento do histórico das estruturas e o desenvolvimento de campanhas de investigações para subsidiar os projetos de descomissionamento. A próxima fase é a execução da obra e, em seguida, o monitoramento para avaliação da efetividade das ações realizadas. Na elaboração dos projetos de descomissionamento, as alternativas para o uso futuro da área são consideradas e definem as premissas de projeto.

Os Programas de Fechamento fornecem uma abordagem integrada e consistente sobre os projetos de descomissionamento e ações para o fechamento de uma mina. O histórico da mina apropriado nos Plano de Fechamento e a provisão de recursos financeiros, realizada desde a implantação do projeto, favorece a integração do planejamento para o fechamento com os demais processos de planejamento da mina. Identificando os atores envolvidos, avaliando as oportunidades de sinergia e estabelecendo papéis e responsabilidades, garantindo assim, o êxito no processo progressivo de fechamento.

Os projetos para o fechamento envolvem áreas diversas da companhia. Nesse sentido, é necessário alinhar os envolvidos e definir os líderes em cada área, bem como os papéis e responsabilidades, dentro do processo de fechamento. A gestão dos Programas de Fechamento é feita pela equipe da Gerência de Planejamento e Gestão de Uso Futuro, que conduz o andamento das atividades, junto aos líderes das demais áreas envolvidas no processo de Mineração e que devem ser consideradas no processo de fechamento.

A etapa de implantação do Programa de Fechamento consiste na reavaliação das atividades anteriormente propostas para a mina, mediante um diagnóstico da situação atual e do levantamento e entendimento do histórico. Em seguida, é estabelecido um cronograma de execução das ações e obras para o fechamento, que podem ter início antes do encerramento das operações.

3.0 LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA

Um dos principais dispositivos legais sobre fechamento de mina, designado desativação de empreendimento mineral, foi formalizado pela Portaria DNPM nº 237, de 18/10/2001 e alterado pela Portaria DNPM nº 12, de 22/01/2002, instituindo as Normas Reguladoras de Mineração - NRM's.

A NRM-20 disciplina a Suspensão, o Fechamento de Mina e a Retomada das Operações Mineiras e a NRM-21 tem por objetivo definir procedimentos administrativos e operacionais em caso de reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas. De acordo com a NRM-20, o Plano de Fechamento de Mina deverá ser considerado no Plano de Aproveitamento Econômico – PAE de uma jazida e deverá ser atualizado periodicamente ou sempre que necessário.

No âmbito do Estado de Minas Gerais, destaca-se a Deliberação Normativa (DN) COPAM (Conselho Estadual de Política Ambiental) nº 220/2018, que revogou a DN COPAM nº 127 de 27/11/2008, que estabelece diretrizes e procedimentos para a paralisação temporária da atividade mineira e o fechamento de mina no âmbito estadual.

O Decreto 9.406/2017, do novo Código Minerário, define em seu Artigo 5º que a mineração abrange: pesquisa, lavra, beneficiamento, comercialização... e o fechamento da mina.

O IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração) publicou em 2013, junto com mineradoras, órgãos governamentais e entidades da sociedade civil, o Guia de Planejamento do Fechamento de Mina, onde foram reunidos importantes conceitos sobre o tema.

No âmbito internacional, o ICMM – International Council on Mining and Metals, do qual a Vale é membro, relacionou o fechamento de mina entre os grandes desafios da indústria.

Para reforço normativo sobre estruturas de rejeitos, dois novos dispositivos legais foram estabelecidos em 2019, sendo: a Resolução ANM 13/2019 e a resolução conjunta SEMAD/FEAM N.2784/2019, ambas com tratativas sobre as barragens de mineração, em particular voltadas para aquelas construídas pelo método de alteamento a montante.

4.0 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA

A análise desenvolvida para este item: Caracterização Ambiental (Meios físico e biótico) e socioeconômico foi considerado o descritivo apresentado no capítulo presente no EIA. Ao longo do ciclo de vida da mina, tais diagnósticos deverão ser revistos e atualizados, inclusive no processo de fechamento, buscando captar as mudanças que ocorrem na área, bem como incorporar os resultados das ações de mitigação de impactos e dos programas de monitoramento. Dessa forma, será possível ajustar os objetivos de fechamento estabelecidos ao início da vida útil da mina, conforme as mudanças ocorridas no domínio de influência do projeto.

5.0 CARACTERIZAÇÃO DOS ATIVOS

A seguir são descritos os principais ativos de cada uma das minas objeto desse Plano de Fechamento. Para efeito deste documento, foram consideradas as estruturas que serão implantadas, ampliação de estruturas existentes ou readequações de outras, visando à continuidade das operações. Na figura 2 abaixo é apresentado o arranjo geral e a ADA (Área Diretamente Afetada) na região das duas minas.

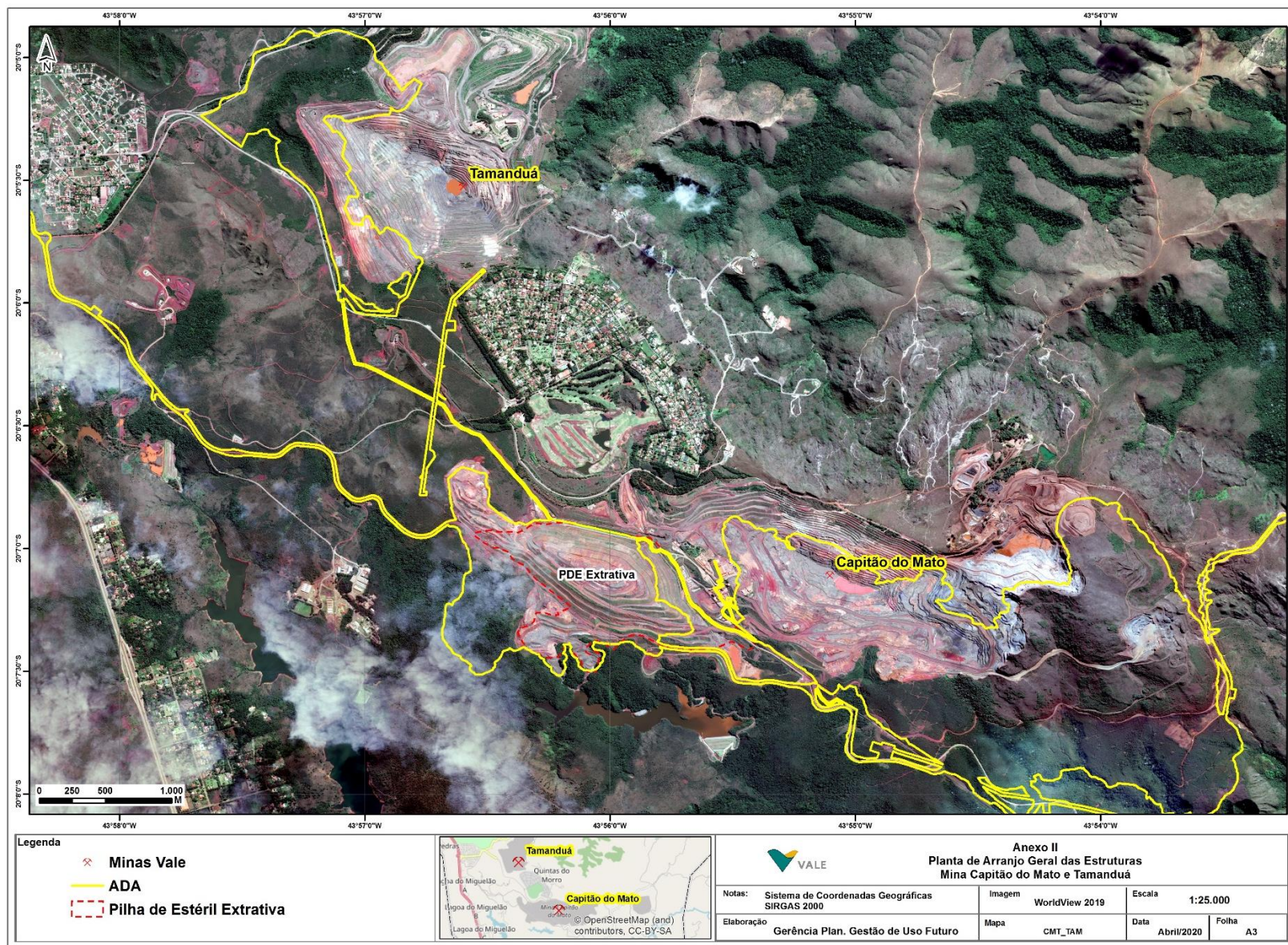


Figura 2: Arranjo geral e ADA nas minas de Tamanduá e Capitão do Mato.

As Minas de Capitão do Mato e Tamandua estão situadas acerca de 18 km da capital mineira. Ambas as minas se encontram atualmente em operação.

A lavra nas minas é desenvolvida a partir do avanço em bancadas, com cava a céu aberto confinada, e desmonte prioritariamente mecânico, com auxílio de explosivos. Nessas cavas predomina o minério hematítico friável favorecendo o desmonte mecânico.

Não obstante, durante as operações de lavra ocorrem corpos rochosos mais duros, geralmente estéreis, ou minério silicoso que ocorre sob as formas de capeamento de cangas, corpos de itabiritos compactos, eventuais lentes de hematitas duras e quartzitos que necessitam de perfuração e desmonte. O mesmo ocorre com corpos de itabiritos e hematita de dureza média a macia que precisam ser desagregados para facilitar as operações de escavação e carregamento, através da aplicação de fogacho. Considerando-se que há um rebaixamento significativo do nível freático através de poços de bombeamento, as frentes de lavra estão normalmente secas na ocasião de seu desmonte. Nesta condição usa-se explosivo ANFO e nas áreas próximas ao nível freático utiliza-se emulsão. Em função da proximidade das unidades residenciais com as minas, são empregados os acessórios conhecidos como “linha silenciosa” ou “não elétricos”, não sendo utilizado cordel detonante.

5.1 MINA DE TAMANDUÁ.

A Mina Tamandua iniciou suas operações em meados da década de 1990, através de Licença de Operação concedida pelo COPAM em 06/11/1995. Esta mina tem a atividade principal de exploração mineral, destinada à produção de minério de ferro e compõe-se das etapas relacionadas à extração do minério (desmonte, carregamento e transporte), remoção do material estéril (desmonte, carregamento, transporte e disposição), britagem primária e transporte do minério, via TCLD, para uma pilha pulmão, localizada na Mina Capitão do Mato, onde o minério passa por um processo de blendagem, quando necessário, seguindo então para a separação granulométrica e beneficiamento na ITM Vargem Grande.

A Mina é constituída das seguintes estruturas e instalações:

- Cava Tamandua;
- PDE Grota Fria;

- PDE Capão da Serra;
- Barragem Capão da Serra;
- Instalação Industrial Tamanduá;
- Infraestrutura Tamanduá.



Figura 3: Cava da mina de Tamanduá



Figura 4: Vista da PDE Capão da Serra



Figura 5: Vista geral da PDE Grotão Fria



Figura 6: Vista geral da barragem Capão da Serra

O *run of mine* (ROM) lavrado na Mina Tamandua é transportado por caminhão fora-de-estrada desde a frente de lavra até o pátio de manobras da ITM de Tamandua. No pátio o caminhão fora-de-estrada descarrega o minério (ROM) numa moega, equipada com uma grelha fixa.

Os blocos maiores, retidos na grelha fixa, são fragmentados por um rompedor hidráulico sobre esteiras. O passante na grelha fixa é transferido para a grelha vibratória por meio do alimentador de sapatas.

O material retido na grelha vibratória alimenta o britador primário de mandíbulas. O passante se junta à descarga do britador primário no transportador de correia de sacrifício, equipado com detector de metal e extrator de sucata.

Desse transportador o minério é transferido para o transportador de correia, equipado com a balança, que por sua vez transfere o produto da Britagem Primária Tamanduá para o sistema de TCLD das Britagens Primárias, que alimenta a pilha pulmão do britado da Mina Tamanduá, já no pátio das instalações da Mina Capitão do Mato.



Figura 7: Instalações Industriais da mina de Tamanduá

A mina conta ainda com estruturas, edificações e vias de acesso de apoio às atividades de mineração.

5.2 MINA DE CAPITÃO DO MATO

A Mina Capitão do Mato teve sua operação iniciada em 1999, através da Licença de Operação concedida pelo COPAM em 05/04/1998. A Mina é constituída das seguintes estruturas e instalações:

- Cava;
- PDE Barreira Acústica;
- PDE Extrativa;
- Barragem Capitão do Mato;
- Barragem Peneirinha;
- Instalação Industrial;
- Infraestrutura.

Atualmente, o ROM da Mina Capitão do Mato é processado na ITM CMT situado na própria mina. Posteriormente é transportado junto com o minério britado proveniente da Mina Tamanduá para a ITM VGR, via TCLD.



Figura 8: Vista geral da mina de Capitão do Mato

Atualmente, o estéril é encaminhado para as PDE's Extrativa e Barreira Acústica. A mina de Capitão do Mato também conta com duas estruturas para contenção de sedimentos o Dique B e a Barragem Capitão do Mato, esta última ainda em fase de implantação.



Figura 9: Vista geral da PDE Barreira Acústica.



Figura 10: PDE Extrativa.



Figura 11: Barragem Capitão do Mato.



Figura 12: Barragem Peneirinha.

O ROM da Mina Capitão do Mato é processado na ITM CMT situado na própria mina. Posteriormente é transportado junto com o minério britado proveniente da Mina Tamandua para a ITM VGR, via TCLD.



Figura 13: Vista geral das instalações industriais de Capitão do Mato

6.0 DIRETRIZES PARA DESCOMISSIONAMENTO E MONITORAMENTO

As atividades minerárias causam diversas modificações topográficas de caráter permanente, que obedecem a critérios específicos quanto ao sistema de drenagem de águas pluviais, aos preceitos geotécnicos contra escorregamentos e rompimento de taludes, dentre outras medidas preventivas relacionadas aos riscos ambientais.

O planejamento para o fechamento é a antevisão dos processos que buscam garantir um cenário propício no longo prazo com foco na sustentabilidade. Este planejamento visa garantir a utilização da região frente as potencialidades de uso futuro. Esta garantia é inerente ao desenvolvimento dos processos de descomissionamento, traduzido no seu aspecto chave que é a segurança da área, representado nos três temas apresentadas a seguir:

- **Estabilização física:** estabilização geotécnica e hidráulica das estruturas.

- **Estabilização química:** investigação de áreas contaminadas e remediação.
- **Estabilização biológica:** revegetação e medidas para reabilitação/recuperação ambiental da área.

A estabilidade física refere-se às diretrizes e proposições de engenharia que visam garantir que as estruturas, e a mina como um todo, sejam encerradas dentro dos preceitos das melhores práticas na mineração, evitando principalmente processos associados à erosão, geração de sedimentos, assoreamento de fundo de talvegues e perda de geometrias de projeto que poderá repercutir em custos adicionais e impactos ao meio ambiente no longo prazo.

A estabilidade química de uma dada região é fortemente associada às características intrínsecas dos materiais presentes no local, mas também às atividades que se desenvolve ao longo dos anos. Em determinadas situações, para a promoção da estabilidade química no longo prazo, são necessárias ações de identificação das áreas afetadas e das intervenções necessárias para a garantia dos parâmetros preconizados nas boas práticas e legislações pertinentes.

A estabilidade biológica trata da diversidade e resiliência das espécies em determinado ambiente no que tange o desenvolvimento ecológico da região. Com intuito de propiciar este desenvolvimento, deverá ser apresentado, em momento oportuno, a definição das unidades fisionômicas e da cobertura vegetal da área, identificando os componentes da vegetação os quais serão aplicados no processo de revegetação. A presença de cobertura vegetal, além de contribuir com o controle de erosões e prevenir o carreamento de sólidos, é capaz de atenuar os impactos visuais, integrando às estruturas ao ecossistema do entorno. O desenvolvimento de vegetação é também fator preponderante para a recuperação/reabilitação da área, orientado de acordo com a utilização pretendida.

Os objetivos fundamentais do plano de fechamento de um empreendimento minerário são a definição dos conceitos e as diretrizes que deverão ser seguidos ao longo do tempo, buscando estabelecer de forma global um adequado desempenho das estruturas e preparar a região para o cenário de uso futuro mais provável. Para tanto, é de fundamental importância que estes três aspectos de estabilidade sejam alcançados e mantidos ao longo dos anos no período pós-descomissionamento, com acompanhamento e cuidados necessários.

Este período de acompanhamento/cuidado varia de acordo com características particulares de cada estrutura. As atividades no pós-descomissionamento podem ser de caráter permanente, como no caso de barragens, ou podem ser temporárias, feitas até o momento em que se tenha garantia da estabilidade geotécnica, como acontece em pilhas de estéril, por exemplo, culminando na condição onde não há necessidade de intervenções ou manutenções. A confirmação da estabilidade física se dá por meio de inspeções visuais e leitura de instrumentos a serem instalados na estrutura (ex.: marcos topográficos, piezômetros e indicadores de nível d'água). A integridade física do sistema de drenagem superficial, que será implantado, também é um aspecto comumente verificado em inspeção. Caso sejam identificados danos ou não conformidades, são previstas atividades de manutenção corretiva.

Ressalta-se, no entanto, que, dado ao dinamismo das atividades minerárias, é prematuro a indicação de ações específicas de descomissionamento em etapas muito preliminares, pois para este tipo de análise deve-se incorporar no estudo todo o histórico de eventos, informações e mudanças de projeto que venham a ocorrer.

7.0 ATIVIDADES DE FECHAMENTO DOS ATIVOS

A partir da avaliação das condições de operação dos ativos, é possível definir as atividades de fechamento que deverão ser realizadas por tipologia de ativo integrante das Minas de Capitão do Mato e Tamandua, com o objetivo de adequá-los às condições de segurança para o fechamento.

As soluções apresentadas são de cunho conceitual e deverão ser evoluídas à medida que a vida útil das minas se aproximem de sua exaustão. As revisões subsequentes deverão se orientar diante das mudanças de premissas que possam condicionar as soluções. As ações de engenharia concebidas para as tipologias componentes estão apresentadas na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Atividades de Fechamento para os ativos das Minas de Capitão do Mato e Tamandua.

Tipologia	Estruturas	Atividades de fechamento
Cava	Cava Final Tamandua e Cava Final Capitão do Mato	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento topográfico; - Adequação pontual do sistema de monitoramento geotécnico; - Adequação pontual dos taludes;

		<ul style="list-style-type: none"> - Adequação pontual da drenagem superficial; - Acompanhamento da elevação do NA (até restabelecimento do nível freático); - Revegetação dos taludes remanescentes em solo (acima da cota do lago); - Implantação de barreiras de segurança (cercamento).
Pilhas de Estéril	PDE Grota Fria, PDE Capão da Serra, PDE Extrativa, PDE Barreira Acústica e PDE Barreira Acústica	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento topográfico; - Adequação pontual do sistema de monitoramento geotécnico; - Adequação pontual dos taludes; - Adequação pontual da drenagem superficial e periférica; - Reforço da vegetação dos taludes e bermas.
Barragem	Barragem Capão da Serra, Barragem Capitão do Mato e Barragem Peneirinha	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do volume de água livre no reservatório; - Adequação do sistema extravasor para atendimento de chuvas intensas; - Adequação da drenagem superficial; - Execução de lastro no reservatório para regularização de inclinações para escoamento das águas; - Construção de canais periféricos ao longo do reservatório; - Ampliação do sistema de monitoramento geotécnico; - Revegetação do maciço; - Revegetação do reservatório (em áreas de rejeito com capacidade de suporte).
Sistema de contenção de sedimentos	<i>Sumps</i> internos	<ul style="list-style-type: none"> - Adequação da drenagem superficial; - Revegetação.

Instalações de Infraestrutura e Apoio Operacional	Escritórios; paióis; Usinas; TCLD's; Oficinas; Almoxarifados; Acessos, Restaurante; Refeitório; Unidades de Saúde; Vestiários; ETA, ETE, Fossa Séptica, Caixa Separadora de Água e Óleo (SAO); Posto de combustível; Subestações de energia; Linhas de transmissão.	<ul style="list-style-type: none"> - Investigação de áreas com potencial de contaminação; - Desativação de sistemas e desmontagem de estruturas; - Adequação dos sistemas de drenagem e contenção de sedimentos; - Subsolagem; - Revegetação.
--	---	--

Ressalta-se ainda a necessidade de realização de monitoramentos geotécnico e ambiental na etapa de pós-fechamento, conforme listados na Tabela 2, com intuito de se medir a eficiência das atividades propostas.

Tabela 2: Monitoramento e manutenção no pós-fechamento.

Atividade	Pontos de atenção
Monitoramento e Manutenção no pós-fechamento	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento ecológico das áreas revegetada; - Estabilidade geotécnica das estruturas; - Qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

8.0 PROPOSTA DE USO FUTURO

O estabelecimento das aptidões de usos futuros para tais territórios exige um exercício de antevisão que deverá ser considerado com prudência já que a dinâmica espacial no entorno pode vir a impor ajustes e adequações. Esse exercício deve ser constante para incorporar novas informações capazes de alterar as fundamentações anteriores a respeito do tema.

A análise inerente às aptidões de uso futuro ainda traz a visão da estratégia a ser considerada no sentido de se buscar uma abordagem da reabilitação ambiental pura, uma finalidade econômica específica, a possibilidade de uma utilização pública ou mesmo uma situação na qual coexistam essas abordagens.

Para o fechamento ainda na etapa conceitual são consideradas diretrizes que se apoiam em prognósticos resultantes da sistematização de diretrizes e tendências. Para o estabelecimento dessas tendências, foram admitidos alguns atributos no âmbito das minas e no âmbito regional, apresentadas na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Atributos do Meio Físico, Biótico e Socioeconômico.

Atributos	
Físicos	<p>As formações rochosas e o relevo da região formam um reconhecido patrimônio ecológico, privilegiado com diversas serras, morros, rios, lagos e cachoeiras.</p> <p>O Quadrilátero Ferrífero constitui uma das mais importantes unidades geomorfológicas de Minas Gerais;</p> <p>Proximidade com eixos viários (BR-040 e BR-356) e com núcleos urbanos importantes.</p>
Bióticos	<p>Vegetação composta por Floresta Estacional Semidecidual nas encostas e vales, e de fragmentos de Campos Rupestres ferruginosos.</p> <p>Apresenta áreas de ecótono (encontro de duas formações florestais) onde há grande variedade de habitats, que abrigam espécies de ambas as formações;</p> <p>Forte presença de florestas naturais no entorno das minas, onde foram identificados remanescentes de vegetação em diferentes estágios sucessionais.</p> <p>Reconhece-se no território da APA-Sul (Nova Lima integrante) uma das maiores extensões de cobertura vegetal nativa contínua do Estado de Minas Gerais.</p>
Socioeconômicos	<p>As atividades minerárias apresentam grande relevância na economia dos municípios;</p> <p>Expansão urbana ao longo da BR-040, eixo de estruturação Sul da metrópole, e por consequência alta atratividade imobiliária;</p> <p>Os sítios privilegiados por grande beleza paisagística têm promovido o uso turístico ecológico e o aumento de empreendimentos residenciais de cunho turístico.</p>

8.1 APTIDÕES DE USO FUTURO

Foram desenvolvidos estudos de aptidão que resultaram em uma proposição de uso futuro da área de abrangência das minas com objetivos específicos no âmbito geotécnico, ambiental e paisagístico, considerando-se as diferentes variáveis envolvidas como os aspectos socioeconômicos, planejamento ambiental, aspectos cênicos,

topográficos, recursos hídricos, planos diretores, legislação urbana e ambiental, engenharia e mercado imobiliário.

Neste sentido, as aptidões para o uso futuro na área das Minas de Capitão do Mato e Tamanduá, considerando o cenário atual, são apresentadas a seguir.

- **Imobiliário / Comercial:** A região possui aptidão para ocupação urbana, por se tratar de área localizada no vetor de expansão do município de Nova Lima e Belo Horizonte, próximo à importantes eixos viários, como a BR-040 e a BR-356 e que já vem sendo ocupado por condomínios residenciais de elevado valor. Desta forma, as áreas ocupadas pelas atividades minerárias e seus entorno (que são sítios privilegiados por grande beleza paisagística), continuará promovendo a multiplicação de empreendimentos residenciais (condomínios fechados) destinados a populações de elevado poder aquisitivo;
- **Áreas de Conservação:** Nas áreas próximas da mina existem diversas unidades de conservação, entre elas reservas legais e RPPNs de propriedade da Vale, as quais abrigam uma grande, diversificada e importante flora e fauna no contexto regional e nacional. Desta forma a área apresenta potencialidades para a conservação, promovendo a conexão de fragmentos de vegetação já preservados e favorecendo a construção de habitats para grupos faunísticos diversos, o que possibilitaria a ocorrência de biodiversidade de flora suficiente para oferecer importantes fontes de propágulo vegetal e posteriores esforços de recuperação de ecossistemas degradados

Verifica-se que as possibilidades de implantação de usos futuros nas áreas das Minas de Capitão do Mato e Tamanduá representam um amplo conjunto de alternativas. Todavia novas possibilidades e alternativas podem e devem ser vislumbradas em momentos futuros da vida do empreendimento. A identificação das melhores atividades que irão compor as aptidões de uso futuro depende necessariamente de estudos mais específicos e direcionados tanto para esgotar o entendimento dos atributos, quanto para buscar novas oportunidades.

9.0 PROVISÃO FINANCEIRA PARA DESCOMISSIONAMENTO DE ATIVOS

Em atendimento à Lei Sarbox, e normas/procedimentos contábeis vigentes a Vale provisiona recursos financeiros para a desmobilização de ativos e consequentemente para fechamento de todas as suas minas.

Os custos de fechamento envolvem a implantação de atividades de reabilitação e recuperação ambiental de todos os ativos da mina, que visam também a diminuição do risco quando do seu fechamento.

As estimativas de custo de desmobilização dos ativos são atualizadas e revistas anualmente, considerando a evolução das operações e eventuais alterações nas informações de exaustão projetada das reservas provadas e prováveis.

Os ativos são separados e classificados conforme sua tipologia: cavas, pilhas de estéril e rejeito, barragem e dique de contenção, instalação industrial e infraestrutura.

10.0 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

O fechamento de uma mina não é realizado em apenas uma etapa. O processo de planejamento do fechamento se inicia junto ao da operação e o seu desenvolvimento acompanha o desenvolvimento da mina.

Grande parte das atividades são implementadas dado o fim da vida útil do empreendimento minerário. Entretanto, há situações em que as ações de fechamento são aplicáveis antes do término da produção mineral.

Nesse sentido, um dos objetivos do Programa de Fechamento é escalonar no tempo todas as ações identificadas como necessárias ao fechamento da mina em questão. Inicialmente, as atividades são sequenciadas conforme a tipologia de ativo e, em seguida, há a consolidação em um cronograma geral. O cronograma geral tem a função de agregar o processo de fechamento das diferentes tipologias de ativos, identificar sinergia entre as obras e controlar o progresso do fechamento da mina como um todo, até o seu encerramento.

A Erro! Fonte de referência não encontrada. apresenta a sequência e o encadeamento das ações previstas e necessárias para o fechamento.

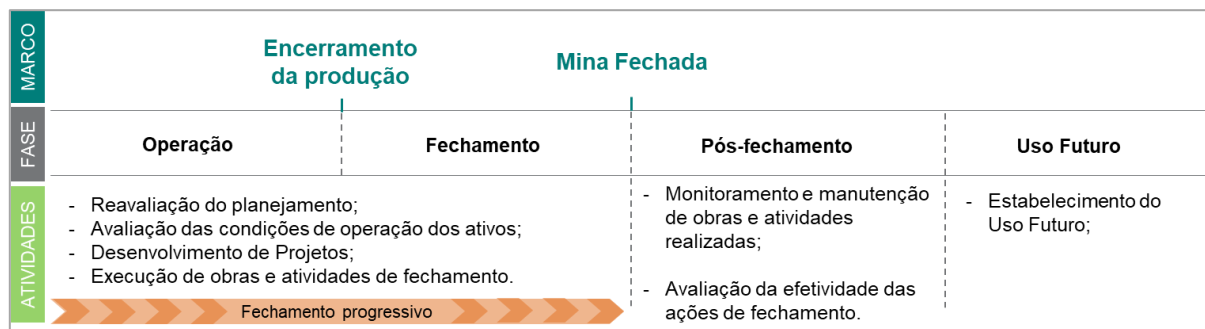


Figura 14: Sequência das ações de fechamento.

11.0 REFERÊNCIAS

- Bureau & Vale (2013).– “Guia para Elaboração de Plano Regional de Fechamento Integrado de Minas”.
- COPAM (2018). Diretriz Normativa nº 220, de 21 de março de 2018: “Estabelece diretrizes e procedimentos para paralisação temporária da atividade minerária e o fechamento de mina”.
- IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração (2013). Guia para o Planejamento do Fechamento de Mina. 1ª edição – Brasília.
- ICMM (2008). International Council on Mining and Metals. “Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit”.

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

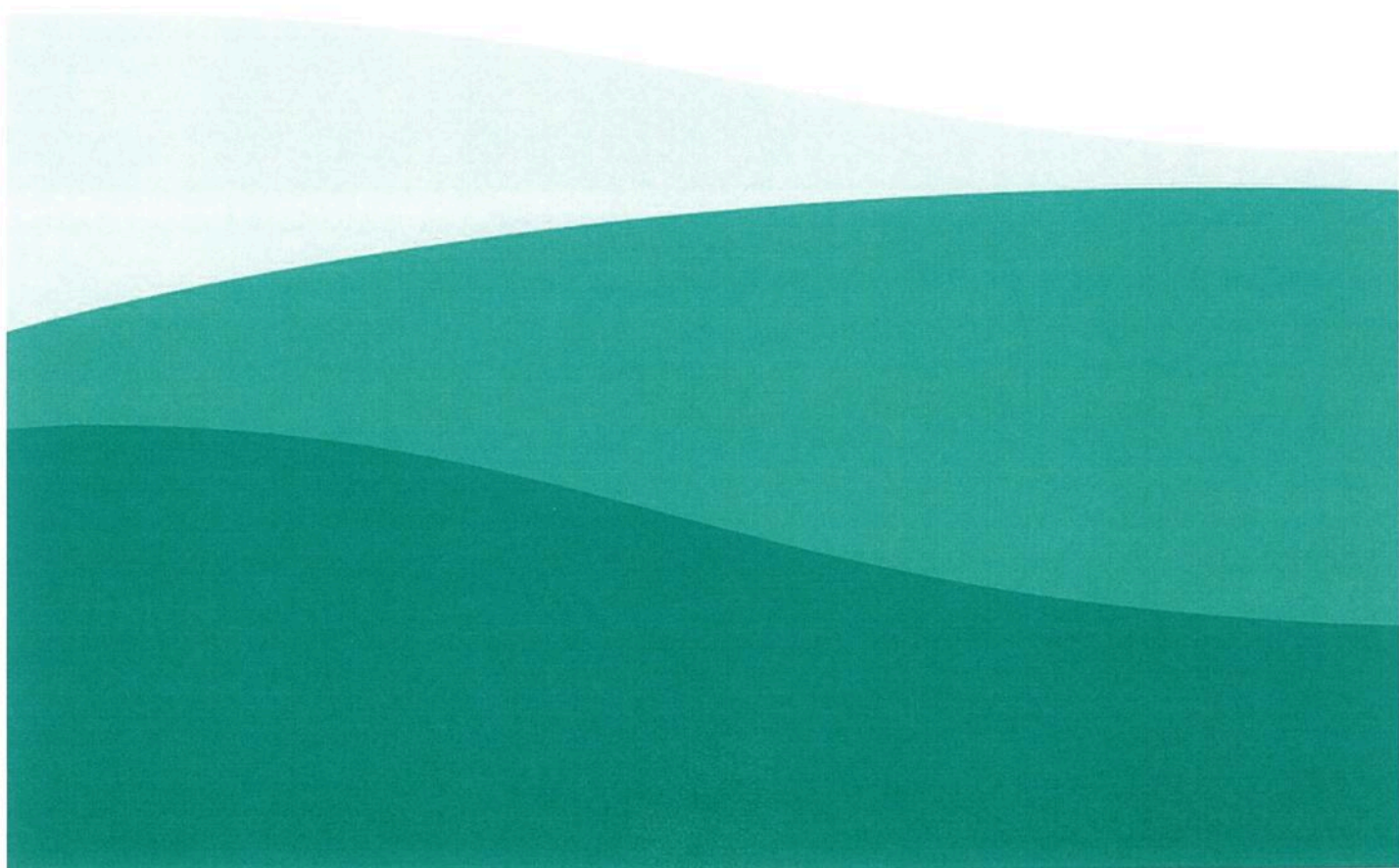
PGR

Programa de Gerenciamento de Riscos

Complexo Vargem Grande - Mina de Capitão do Mato e Mina do Tamandua

Rev.: 00 – 19/03/2019

Análise Global: 19/03/2020



Sumário

CONTROLE DE REVISÕES	4
1. INFORMAÇÕES BÁSICAS	5
1.1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA	5
1.2. APRESENTAÇÃO	7
1.3. FLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES	8
2. INTRODUÇÃO	11
3. OBJETIVO	12
4. RESPONSABILIDADES	13
4.1. GERÊNCIAS	13
4.2. EMPREGADOS	15
4.3. CIPAMIN	15
4.4. SEGURANÇA DO TRABALHO	15
4.5. MEDICINA DO TRABALHO	16
4.6. HIGIENE OCUPACIONAL	17
5. DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DO PGR	18
5.1. ANTECIPAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS	18
5.2. RECONHECIMENTO DOS RISCOS AMBIENTAIS	18
5.3.1 RISCOS FÍSICOS E QUÍMICOS	25
5.3.2 RISCOS BIOLÓGICOS	31
5.3.3 RISCOS DE ACIDENTES	31
5.3.3.1 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE TRABALHOS EM ALTURA	31
5.3.3.2 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DURANTE A CONDUÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES NA ÁREA INTERNA DA VALE, EXCETO ÁREA OPERACIONAL DA MINA.	31
5.3.3.2.1 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DURANTE A CONDUÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES NA ÁREA OPERACIONAL DA MINA.	32
5.3.3.3 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DURANTE A OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTO NA ÁREA OPERACIONAL DA MINA.	32
5.3.3.4 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO COM PROCESSO OPERANDO (BLOQUEIO E ETIQUETAGEM).	33
5.3.3.5 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE ATIVIDADES DE IÇAMENTO DE CARGAS.	34
5.3.3.6 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE ATIVIDADES EM ESPAÇOS CONFINADOS.	35
5.3.3.6.1 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE ATIVIDADES EXECUTADAS EM AMBIENTES/LOCAIS COM DEFICIÊNCIA DE OXIGÊNIO:	35
5.3.3.6.2 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE ATIVIDADES EXECUTADAS EM AMBIENTES/LOCAIS COM DEFICIÊNCIA DE VENTILAÇÃO:	36
5.3.3.7 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE PROTEÇÃO DE MÁQUINAS	36
5.3.3.7.1 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE ATIVIDADES EXECUTADAS COM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	37
5.3.3.7.2 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DA EXECUÇÃO DE TRABALHOS MANUAIS COM FERRAMENTAS PORTÁTEIS COM OU SEM FORÇA MOTRIZ PRÓPRIA	37
5.3.3.7.3 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE PRENSAMENTOS, APRISIONAMENTOS E IMPACTOS DE PESSOA CONTRA OU SOFRIDOS POR PESSOA.	37
5.3.3.8 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE TALUDES	38
5.3.3.10 RISCOS DE ACIDENTES DECORRENTES DE ATIVIDADES EXECUTADAS EM AMBIENTES/LOCAIS COM PROBABILIDADE DE EXISTÊNCIA DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS:	41
5.4. CONTROLE DOS RISCOS AMBIENTAIS E DA EXPOSIÇÃO DOS TRABALHADORES	42
5.4.1 ESPECIFICAÇÃO, USO E CONTROLE DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI	44
6. PROGRAMAS E PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA E SAÚDE ESPECÍFICOS	47
7. ESTABELECIMENTO DE OBJETIVOS, METAS, PRIORIDADES E CRONOGRAMA	49
7.1. OBJETIVOS	49
7.2. METAS	50
7.2. PRIORIDADES	50
7.3. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO	51
8. ESTRATÉGIAS	51



8.1. RESPONSÁVEL DA EMPRESA PELO PGR:	51
8.2. COORDENADOR DO PROGRAMA:	51
8.3. COMPROMETIMENTO:	52
8.4. BANCO DE DADOS:	52
8.5. RECURSOS MATERIAIS E FINANCEIROS:	52
8.6. LEGISLAÇÃO:.....	52
8.7. DOCUMENTAÇÃO	52
9. AVALIAÇÃO PRELIMINAR – PROCEDIMENTOS DE ROTINA	53
9.1. EXTINTORES.....	53
9.2. AR COMPRIMIDO	53
9.3. FONTE RADIOATIVA	54
9.4. COLETA DE LIXO.....	54
10. PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTES	54
10.1 - PLANO DE EMERGÊNCIA DA UNIDADE	54
10.2 – ANÁLISE DE INCIDENTES	54
11. TREINAMENTOS	55
12. MONITORAMENTO DO PGR	56
13. REGISTRO, MANUTENÇÃO E DIVULGAÇÃO DOS DADOS DO PGR.....	57
13.1. REGISTRO E MANUTENÇÃO DOS DADOS E INFORMAÇÕES DO PGR.....	57
13.2. DIVULGAÇÃO DOS DADOS E INFORMAÇÕES DO PGR	57
15. DISPOSIÇÕES FINAIS	59
ANEXOS	60
ANEXO II – TERMINOLOGIA	62
ANEXO III – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES E DE IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE.....	63
ANEXO IV – RASTREABILIDADE DOS DOCUMENTOS:	65
ANÁLISE GLOBAL:	66



CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	POR	APROV.	DESCRIÇÃO DETALHADA E JUSTIFICATIVA
1	19/03/2019	---	----	Realizado Análise Global do PGR referente a 2018.
		---	----	Atualização dos responsáveis pela implementação do PGR 2019.
		---	----	Revisão Geral do PGR.
		---	----	Atualização do efetivo.
		---	----	Atualização dos objetivos e metas
		---	----	Revisão conforme alteração da NR 22 alterada pela Portaria MTb 1.085/18

Legenda:

REV – Número de ordem da revisão;

POR – Indicação do responsável pela revisão;

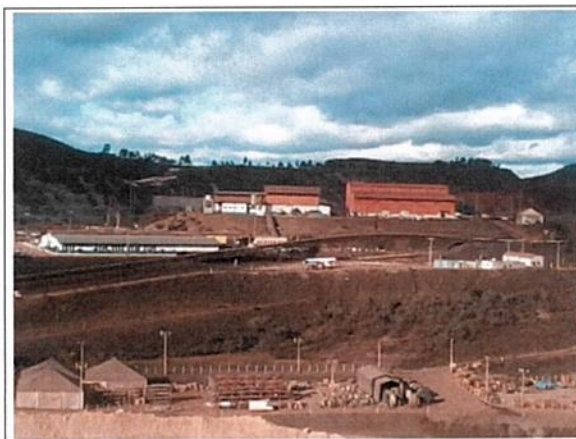
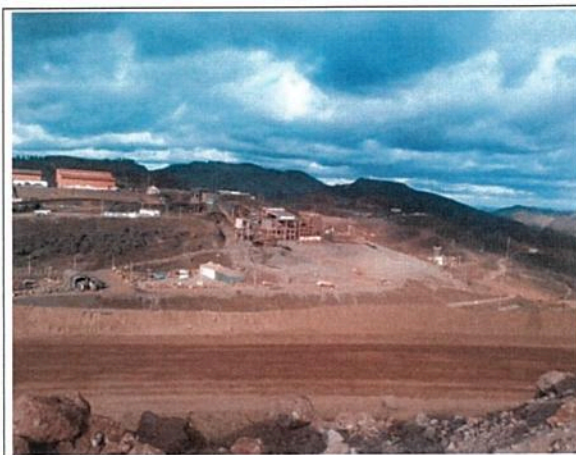
APROV - Indicação do responsável pela aprovação.



1. INFORMAÇÕES BÁSICAS

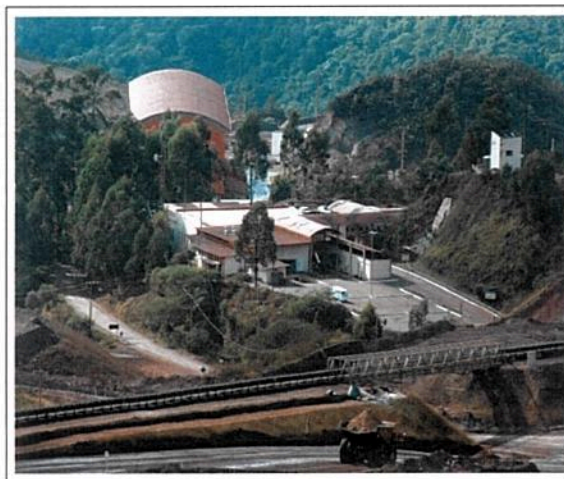
1.1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Razão Social:	VALE S.A.
Nome:	Complexo Vargem Grande – Mina de Capitão do Mato e Mina Tamanduá
Endereço:	Fazenda Rio de Peixe / Zona Rural S/N – Nova Lima – MG CEP 34.000-000
CNPJ / IE:	33.592.510/0034-12
Atividade principal:	Extração de minério de ferro
Código CNAE:	0710-3/01
Grau de Risco:	04 (quatro), segundo o Quadro I da Norma Regulamentadora NR- 4, Portaria n. 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego.



Fotos Mina de Capitão do Mato





Fotos da Mina do Tamandua

Efetivo CMT	
Sexo	Quantidade
Masculino	582
Feminino	63
Total	645

Efetivo TAM	
Sexo	Quantidade
Masculino	242
Feminino	17
Total	259

**Dados fornecidos pelo RH em fevereiro de 2019*

p.6/66



1.2. APRESENTAÇÃO

No Complexo Vargem Grande, unidade da mina de Capitão do Mato e Mina do Tamandá, são exercidas atividades de extração, beneficiamento, movimentação e carregamento de minério de ferro, subdivididos em processos de manutenção de equipamentos móveis, industriais e predial.

Resumidamente, as minas de Capitão do Mato e Tamandá extraem e lavram minério de ferro em cavas a céu aberto obedecendo às fases de perfuração e desmonte, escavação e transporte de minério para pilhas de estoque, alimentando o britador primário e estéril para pilhas de estéril por meio de caminhões e fora de estrada. Após a alimentação inicia-se a fase de tratamento ou beneficiamento de minério, onde o minério é transportado por um sistema de correias passando pela britagem, peneiramento, empilhamento (homogeneização), e transportado por TCLD para unidade de Vargem Grande.



1.3. FLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES

LAVRA E TRATAMENTO DE MINÉRIO



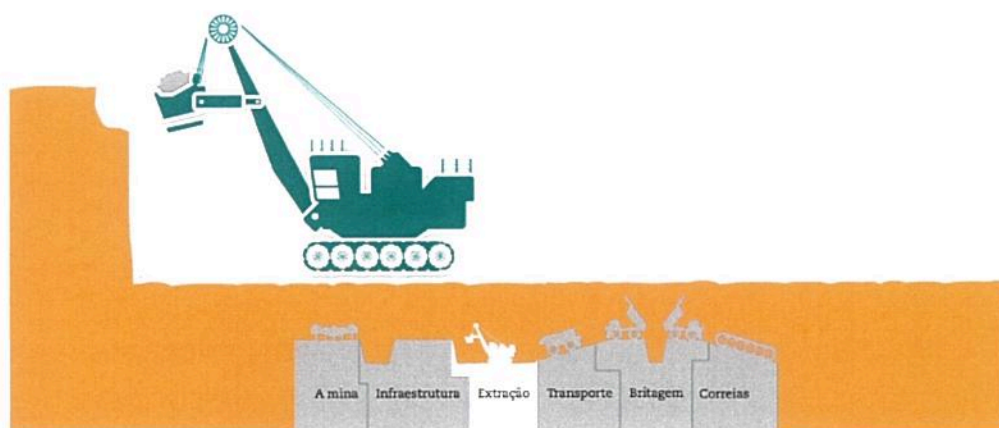
Infraestrutura

Dezenas de equipamentos são usados no preparo das minas para as operações de lavra. Toda a operação é orientada por um sistema de automação, que controla em tempo real, por meio de satélite, cada etapa de produção.



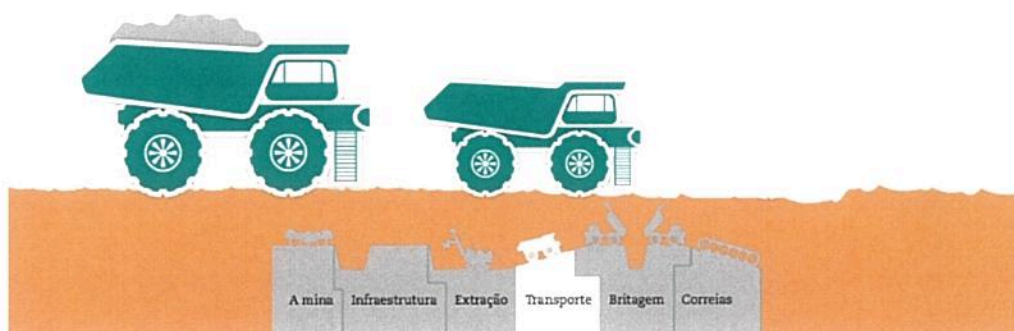

Extração

Diariamente, escavadeiras e pás-carregadeiras retiram toneladas de minério de ferro de bancadas e carregam os caminhões rodoviários e fora-de-estrada. Metade do que é retirado do solo é minério, o restante é estéril, material disposto em pilhas específicas.



Transporte

Circulam pela Mina, 24 horas por dia, caminhões rodoviários e caminhões fora-de-estrada, estes últimos de dois tamanhos diferentes. Eles tem capacidade de transportar 150 e 190 toneladas de minério.




Britagem

Os blocos de minério são transportados para o britador primário onde são reduzidos a partículas com menos de 20 milímetros. Esta é a primeira etapa de beneficiamento do minério. As instalações de britagem estão localizadas na usina de CMT




2. INTRODUÇÃO

O Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR é um documento estabelecido pela Norma Regulamentadora NR 22, Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego.

O Programa contempla várias etapas desenvolvidas no âmbito de cada processo da mineração, visando antecipar, reconhecer, avaliar, monitorar, registrar e divulgar os dados referentes aos fatores de riscos ambientais e ocupacionais originados dos processos de trabalho, bem como priorizar e analisar a eficácia da implantação de medidas de controles indispensáveis à preservação da saúde, integridade física do empregado e ao meio ambiente alinhado a política integrada da VALE S.A.

O PGR é parte integrante do conjunto mais amplo das iniciativas da VALE S.A. na preservação da saúde, segurança e meio ambiente, estando integrado com o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO – NR7, articulado com as demais Normas Regulamentadoras da Portaria 3214/78 do MTE e vinculado ao Sistema de Gestão de Saúde, Segurança e Meio Ambiente – SGSSMA.

O Programa contempla antecipar, reconhecer, avaliar, monitorar, registrar e divulgar os dados referentes aos fatores de riscos ocupacionais originados dos processos de trabalho, bem como priorizar e analisar a eficácia da implantação de melhorias indispensáveis à preservação da saúde e da integridade física do trabalhador.

A VALE S.A. entende que o PGR é um programa de melhoria contínua e a sua implantação não se encerra neste documento e indo além, contemplando também as Normas Reguladoras de Mineração, adoção de boas práticas, campanhas de segurança, ferramentas de gerenciamento de risco e ferramentas do Sistema Corporativo de Saúde, Segurança e Meio Ambiente – SSMA da VALE S.A. que efetivamente garantam a execução de todo e qualquer trabalho em condições controladas de exposição aos riscos ambientais. As normas e procedimentos operacionais também complementam e servem de referência para o presente trabalho.



3. OBJETIVO

A elaboração e implementação do Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR na VALE S.A. tem como principal objetivo a preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos e/ou impactos ambientais existentes ou que venham a existir nos ambientes de trabalho. Este documento também visa fornecer às gerências informações necessárias para que possa adotar as medidas adequadas para o controle da exposição dos seus empregados aos riscos ambientais nas instalações da VALE. A aplicação correta das ferramentas de S&SMA, em conjunto com a implantação das medidas de controle do PGR, proporcionará aos trabalhadores o desenvolvimento de suas atividades de forma segura e sem a direta exposição aos agentes ambientais.

Para efeito da Norma Regulamentadora Nº 22 “Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR” são considerados riscos ambientais os agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à integridade física e à saúde do trabalhador.

- ✓ Agentes físicos: diversas formas de energia tais como: ruído, vibrações, temperaturas extremas, radiações, dentre outras;
- ✓ Agentes químicos: as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou por ingestão;
- ✓ Agentes biológicos: bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, etc. (microrganismos);
- ✓ Agentes Ergonômicos: São aqueles relacionados com fatores fisiológicos, psicológicos, organização e layout do posto de trabalho inerente à execução das atividades profissionais. Estes fatores podem produzir alterações no organismo e estado emocional dos trabalhadores, comprometendo a sua saúde, segurança e produtividade.
- ✓ Agentes de Acidentes: É qualquer condição, atividade e/ou comportamento que provoque alteração da rotina normal de trabalho com potencial de causar acidente.



4. RESPONSABILIDADES

4.1. GERÊNCIAS

- ✓ Estabelecer, implementar e assegurar o cumprimento do PGR, como atividade permanente da VALE S.A., de acordo com o prescrito na Norma Regulamentadora NR 22 (Portaria nº 3214/78, do Ministério do Trabalho);
- ✓ Assegurar a conformidade com a política corporativa do PGV – Programa de Gestão da VALE e com os regulamentos legais pertinentes;
- ✓ Fornecer ao SESMT ou ao setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional da VALE S.A., as informações necessárias à elaboração, à implantação e ao desenvolvimento do Programa;
- ✓ Planejar e implementar as medidas de controle da exposição dos trabalhadores indicadas no Programa, definindo a execução através de Plano de Ação Gerencial;
- ✓ Executar as fases de registro e divulgação dos dados do Programa, informando aos trabalhadores os riscos ambientais que possam originar-se nos locais de trabalho, os meios disponíveis para prevenir ou limitar tais riscos e a proteção contra os mesmos;
- ✓ Comunicar ao SESMT ao setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional da VALE:
 - a) quaisquer alterações no processo ou no modo de execução de tarefas, no layout do local de trabalho, na quantidade ou qualidade dos materiais, produtos e insumos utilizados e nas máquinas e equipamentos, e qualquer outra modificação que possa interferir positiva ou negativamente na exposição dos trabalhadores aos riscos ambientais;
 - b) sempre que forem implantadas medidas de proteção coletiva ou medidas administrativas e de organização do trabalho, para o controle da exposição dos trabalhadores a riscos ambientais;
 - c) sempre que ocorrer a contratação de novas empresas, dentro de sua área de responsabilidade;
- ✓ Comunicar ao SESMT e setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional da VALE S.A. sempre que houver admissão e mudança de cargo, função, gerência, local de trabalho ou atividades, ou em situações em que o empregado deixar ou passar a executar atividades em área de risco;





- ✓ Garantir a integração entre o PGR da VALE S.A., dentro de sua gerência e os Programas das Contratadas sob a sua responsabilidade;
- ✓ Estabelecer, implantar e, principalmente assegurar o cumprimento do PGR como parte integrante da atividade da empresa;
- ✓ Informar aos trabalhadores os riscos ambientais que possam originar-se nos locais de trabalho, os meios necessários para prevenir ou limitar tais riscos e para proteger-se dos mesmos;
- ✓ Considerar o conhecimento e percepção que os trabalhadores têm do processo de trabalho;
- ✓ Permitir aos empregados interromperem, imediatamente, suas atividades em caso de ocorrência de riscos ambientais, tais que os coloquem em situação de risco grave e iminente para sua saúde e segurança;
- ✓ Garantir a interrupção das tarefas, quando proposta pelos empregados, em função da existência de risco grave e iminente, desde que confirmado o fato pelo superior hierárquico e Segurança do Trabalho, que diligenciará as medidas cabíveis;
- ✓ Fornecer às empresas subcontratadas as informações sobre os riscos potenciais nas áreas em que desenvolverão suas atividades;
- ✓ Programar e aplicar treinamentos com objetivo de instruir os empregados expostos;
- ✓ Propor e adotar soluções para eliminar/reduzir a exposição aos riscos;
- ✓ Acompanhar o desenvolvimento do PCMSO;
- ✓ Contribuir com informações técnicas e de organização do trabalho sobre os riscos à saúde dos trabalhadores que podem ser causados por exposição aos agentes de risco;
- ✓ Cumprir e fazer cumprir as normas externas e internas de segurança e saúde ocupacional da Vale em todas as ferramentas de SSMA aplicáveis e procedimentos específicos das gerências inerentes para execução das atividades.

4.2. EMPREGADOS

- ✓ Colaborar e participar na implantação e execução do PGR inclusive de normas internas de segurança e saúde, principalmente as relacionadas ao SSMA;
- ✓ Cumprir as normas e orientações recebidas nos treinamentos oferecidos dentro do PGR;
- ✓ Informar ao seu superior hierárquico direto ocorrências que, ao seu julgamento possam implicar em riscos à sua saúde ou de subcontratados;
- ✓ Aplicar e cumprir o Programa de Segurança e Saúde Ocupacional da Vale e todas as suas ferramentas aplicáveis e procedimentos específicos da gerência gestora do contrato inerente à execução das atividades;
- ✓ Colaborar na avaliação e identificação dos riscos gerados em seu posto de trabalho;
- ✓ Inter-relacionar-se com as áreas de segurança e medicina do Trabalho da Vale no sentido de estarem estudando e analisando soluções que reduzam, eliminem ou neutralizem os riscos;
- ✓ Participar dos treinamentos programados no PGR.

4.3. CIPAMIN

- ✓ Colaborar no desenvolvimento e na implementação das ações do PGR;
- ✓ Apresentar incidentes;
- ✓ Apresentar boas práticas;
- ✓ Divulgar e discutir o PGR;
- ✓ Informar ao SESMT ocorrências que, a seu julgamento, possam implicar riscos à saúde dos trabalhadores.

4.4. SEGURANÇA DO TRABALHO

- ✓ Executar as fases de antecipação, de reconhecimento e de avaliação de riscos ambientais e de monitoramento da exposição aos riscos ocupacionais;

p. 15/66



- ✓ Estabelecer as medidas de controle necessárias e suficientes para a eliminação, minimização ou o controle dos riscos ocupacionais identificados no PGR;
- ✓ Apoiar a Saúde Ocupacional e as áreas que possuem empregados mapeados na implementação do Programa de Proteção Respiratório – PPR e arquivar a cópia dos ensaios de Fit Testes;
- ✓ Executar a Análise Global e revisões do PGR;
- ✓ Apresentar a CIPAMIN as revisões do PGR sempre que necessário.

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	
Operações Vargem Grande - Mina de Capitão do Mato	Leonardo Silva Dias Engenheiro de Segurança do Trabalho CREA MG 86529/D
Operações Vargem Grande - Mina do Tamanduá	Mariana Souza Fontes Ferreira Engenheira de Segurança do Trabalho CREA MG 186051/D
Obras Correntes	Sergio Rossi Júnior Engenheiro de Segurança do Trabalho CREA MG 192493LP
Higiene Ocupacional	Valdiney Sousa Técnico de Higiene Ocupacional ABHO/ THOC 0043
	Tatiana Barbosa de Paula Faria Técnico de Higiene Ocupacional MTE 17476 MG

4.5. MEDICINA DO TRABALHO

- ✓ Informar à direção do Programa as alterações biológicas ocorridas com os empregados;
- ✓ Avaliação dos riscos biológicos;
- ✓ Identificação nominal dos trabalhadores expostos aos agentes biológicos;
- ✓ Coordenar o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRSS;



- ✓ Contribuir com informações técnicas sobre a saúde e os danos que podem ser causados pela exposição aos agentes de risco;
- ✓ O Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO será desenvolvido pelo Dr Geraldo Cavalcante, CRM-29935 -MG;
- ✓ Os exames admissionais deverão ser realizados antes da admissão, os periódicos serão realizados de acordo com o definido na lei 6514, Portaria 3214 em sua NR-07, que define o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Os exames médicos eventuais serão realizados quando o trabalhador alegar problemas de saúde para trabalhar;
- ✓ Realizar os exames médicos ocupacionais, sendo estes: admissionais, periódicos, de mudança de função, de retorno ao trabalho e os demissionais;
- ✓ Na elaboração e implementação do PCMSO, devem ser consideradas o desenvolvimento de campanhas de prevenção à saúde, o Programa de Proteção Respiratório e de Conservação Auditiva e os levantamentos ambientais vigentes.
- ✓ Arquivar todos os ASOs (Atestados de Saúde Ocupacional) e ensaios de FIT TESTES na unidade de saúde.
- ✓ Apresentar a CIPAMIN as revisões do PCMSO sempre que necessário.

4.6. HIGIENE OCUPACIONAL

- ✓ Executar as fases de antecipação, de reconhecimento e de avaliação de riscos ambientais e de monitoramento da exposição aos riscos;
- ✓ Estabelecer as medidas de controle necessárias e suficientes para a eliminação, minimização ou o controle dos riscos ambientais identificados no PGR;
- ✓ Definir estratégia de amostragem, realizar e acompanhar os levantamentos ambientais;
- ✓ Gerenciar as APR-HOs;
- ✓ Divulgar os resultados dos levantamentos ambientais.



5. DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DO PGR

5.1. ANTECIPAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS

A antecipação de riscos ambientais consiste na análise realizada na concepção de novos projetos e no estudo prévio de modificações dos métodos ou processos de trabalho, reformas e ampliações de instalações, novos produtos/subprodutos, novas substâncias, ou quaisquer alterações que modifiquem a rotina existente, no sentido de identificar os possíveis riscos que irão ocorrer em função dessas alterações e adotar as medidas necessárias para eliminar, reduzir ou neutralizar a exposição dos trabalhadores.

5.2. RECONHECIMENTO DOS RISCOS AMBIENTAIS

O reconhecimento consiste na investigação dos possíveis riscos ambientais existentes no local de trabalho, das matérias primas e produtos utilizados através de levantamento técnico realizado por profissional habilitado, acompanhado do representante da empresa, levando também em consideração a visão dos trabalhadores. O reconhecimento é setorial identificando todos os agentes e suas possíveis fontes, o número de trabalhadores expostos e suas respectivas funções. O reconhecimento abrangerá todas as funções de todos os setores da empresa.

Para otimizar o processo de reconhecimento e avaliação da exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais, são formados os Grupos de Exposição Similar (GES/ GHE).

O GES representa um grupo de trabalhadores expostos aos agentes ambientais de forma bastante semelhante, a tal ponto que a avaliação de qualquer um de seus componentes oferece dados úteis para estimar o risco dos trabalhadores do mesmo grupo (22.17.1.1 – NR-22)

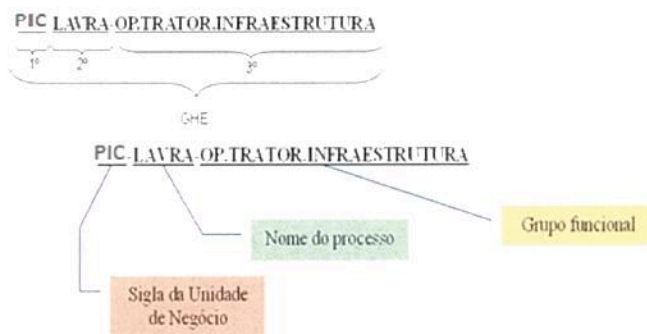


A descrição do "GHE" fica assim constituída:

1º Nível: Sigla da Unidade de Negócio,

2º Nível: Especificação do processo e

3º Nível: Especificação do Grupo Funcional.



Um Grupo Homogêneo de Exposição (GES/ GHE) é o alicerce para avaliação de exposições dos trabalhadores a agentes ambientais agressivos nos locais de trabalho. Na sua forma concepcional mais pura, um GES corresponde a um grupo de trabalhadores sujeito a condições em que ocorram idênticas probabilidades de exposição a um determinado agente.

A estruturação dos GES/ GHE foi realizada na etapa de reconhecimento (caracterização básica), após a identificação dos Agentes Ambientais. A estruturação dos códigos de GES para cadastro no SD 2000 deve seguir a orientação ao lado:

Para realizar a etapa de Reconhecimento (Caracterização Básica) foi utilizada a metodologia APR-HO que estima previamente a graduação qualitativa do risco em função do agente ambiental para o GES em um dado cenário. O registro dessa etapa foi feito no formulário APR-HO e posteriormente informatizado no sistema SD2000.

O Reconhecimento (Caracterização Básica) foi realizado em todos os processos, instalações e locais de trabalhos existentes na Diretoria de Ferrosos Sul, perpassando pelos processos da operação, manutenção, qualidade, processos de apoio e administrativos. O reconhecimento deve ser atualizado no mínimo anualmente ou antecipadamente (caso ocorram mudanças), para representar a realidade atual das exposições nas localidades da diretoria.

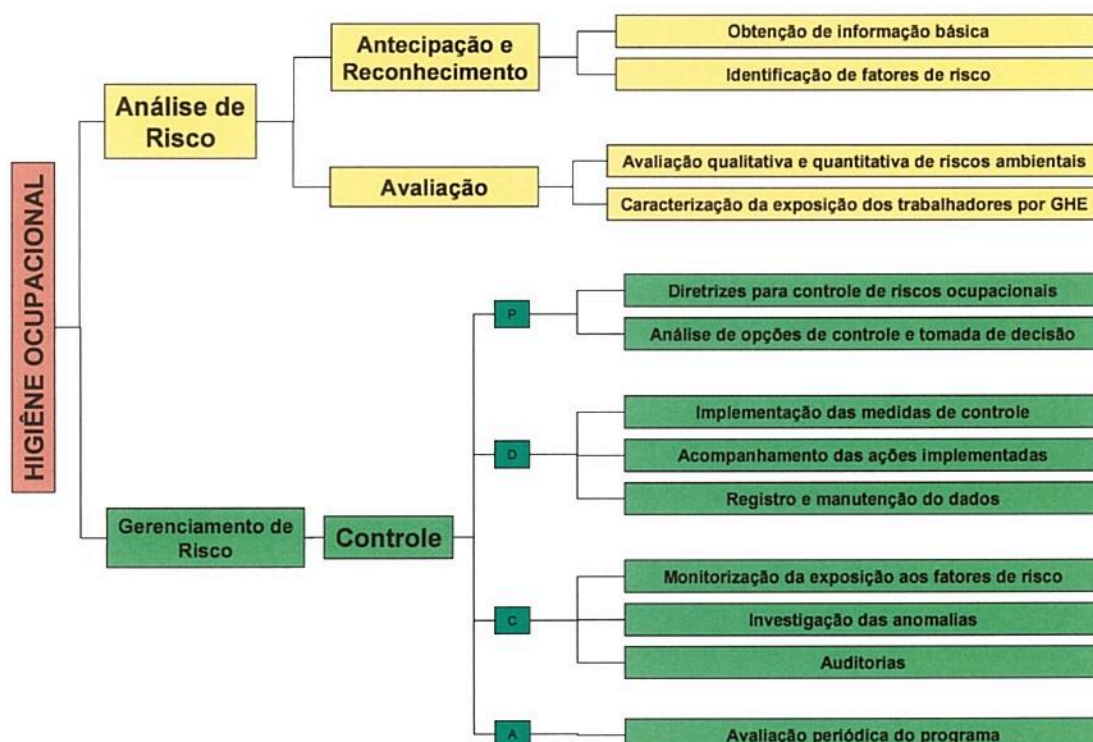
A etapa de reconhecimento resultou na graduação de risco da exposição ocupacional aos agentes ambientais, baseadas nas seguintes subetapas:

- Identificação dos Agentes Ambientais;
- Estruturação dos GES/ GHE;
- Estruturação do Perfil de Exposição;



- Categorização dos Efeitos à Saúde.
- Graduação do risco baseado na “Matriz de Graduação da Exposição Ocupacional”, conforme descrito na APR-HO.

Para tal monta-se uma estrutura básica de Higiene Ocupacional conforme abaixo:



Após a formação dos GES/ GHE, é realizado o reconhecimento da exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais, através da observação das instalações e dos processos operacionais e de trabalho; do levantamento de materiais, produtos, máquinas e ferramentas, e de entrevistas com os trabalhadores e seus superiores.

O reconhecimento de agentes ambientais permitirá confirmar a composição dos GES/ GHE; definir os planos e as estratégias de avaliação e monitoramento da exposição aos riscos ambientais em cada cenário, mais adequados em cada caso, e implantar controles da exposição, quando houver a constatação de risco evidente a saúde dos trabalhadores.



Os trabalhadores podem ser agrupados em um GES/ GHE em função de um nível de detalhamento que inclui as Diretorias, as Gerências, os cargos/funções, as atividades, os cenários e os agentes aos quais se encontrem expostos, desde que com exposição similar.

Após análise dos GES/ GHE, foi realizada uma visita técnica a fim de confirmar e caracterizar a exposição aos agentes ambientais, permitindo definir o plano de amostragem mais adequado para cada caso.

As classificações em categorias de risco, da exposição dos trabalhadores de cada GHE aos agentes ambientais reconhecidos, em função do resultado ou análise das avaliações qualitativas da APR-HO, encontram-se na área da Higiene Ocupacional no sistema SD2000.

Exposto de Maior Risco (EMR / MRE)

O Exposto de Maior Risco, ou EMR, é o trabalhador de um grupo de exposição similar (GES) que experimenta a maior exposição relativa em seu grupo. O entendimento de “mais exposto” do grupo é dado no sentido qualitativo.

O conceito de Exposto de Maior Risco (EMR - MRE) é importante para a otimização de ações de Estratégia de Amostragem. Grupos similares inteiros podem ser caracterizados a partir da avaliação da exposição do EMR, sob circunstâncias adequadas. Este conceito é originário da NIOSH, em seu Manual de Estratégia de Amostragem de Agentes Ambientais.

Para o seu desenvolvimento são contempladas (os) pelos higienistas:

- Visitas aos locais de trabalho e entrevistas com trabalhadores;
- Dados do processo operacional, tais como: atividades, ciclos de trabalho, setores e suas características, equipamentos, locais de trabalho, agentes, dentre outros;
- Levantamento de matérias-primas, produtos, subprodutos, máquinas, equipamentos e/ou ferramentas utilizados, bem como das instalações e dos processos de trabalho;



- Verificação dos elementos, ações, programas e indicadores do Sistema de Gestão de Saúde e Segurança e Sistema de Gestão de Meio Ambiente;
- Análise de documentos existentes (procedimentos operacionais, relatórios técnicos, etc.).

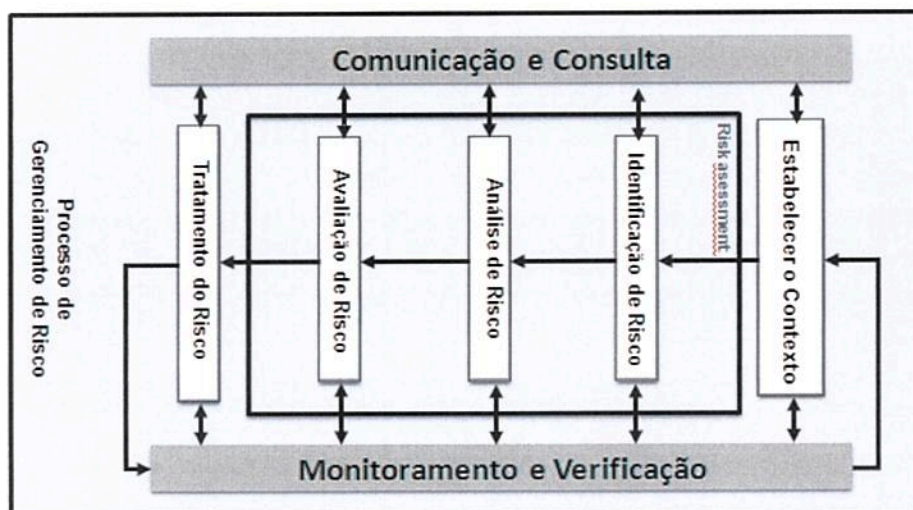
O conhecimento e a percepção que os trabalhadores têm das tarefas e dos agentes ambientais presentes, incluindo os dados do Mapa de Riscos (NR-05), são considerados na etapa de reconhecimento.

As informações necessárias para o desenvolvimento desta etapa são as seguintes:

- Identificação dos agentes ambientais;
- Determinação e localização das possíveis fontes geradoras;
- Identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho;
- Identificação das funções e determinação do número de trabalhadores expostos;
- Caracterização das atividades e do tipo de exposição;
- Obtenção de dados existentes na empresa, indicativos de possível comprometimento da saúde decorrente do trabalho;
- Os possíveis danos à saúde relacionados aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica;
- Descrição das medidas de controle já existentes.



Esta etapa é realizada de acordo com a Instrução para Gerenciamento de Higiene Ocupacional da Vale S/A, NFM-01.



5.3. Avaliação dos Agentes Ambientais e da Exposição dos Trabalhadores

Após o reconhecimento, será realizada avaliação quantitativa dos riscos ambientais levantados na fase anterior. A avaliação quantitativa segue padrões e metodologias reconhecidas nacionalmente ou internacionalmente. Após a avaliação quantitativa, os valores serão divulgados e ficarão registrados no Programa. No caso dos riscos biológicos e de alguns riscos físicos e químicos, onde não é possível mensurar a exposição dos trabalhadores, procede-se com a avaliação qualitativa.

Consiste na análise das características dos agentes ambientais e do tempo de exposição a estes agentes, para estimar o potencial de danos à saúde dos trabalhadores.

São utilizados métodos de avaliação qualitativa e quantitativa para dimensionar a concentração ou intensidade dos agentes ambientais nos locais de trabalho e a exposição dos trabalhadores a esses agentes.

A categoria de risco é a forma pela qual se classifica a ação de um determinado agente ambiental sobre um grupo de trabalhadores, podendo ou não representar risco potencial de danos à sua saúde.



A caracterização de cada GES/ GHE deve resultar na confirmação ou alteração da situação apontada na avaliação preliminar, conforme metodologias constantes na NFN 01 “Norma de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão”, através da comparação dos resultados encontrados com os critérios para graduação da concentração ou nível, estimativa do tempo de exposição e possíveis efeitos à saúde. Com base nessas metodologias, a exposição ocupacional de cada GES/ GHE será graduada através da matriz de risco, apresentada abaixo:

Tabela 3 – Matriz de Riscos

Fatores de Risco		Frequência / Probabilidade				
		2	3	5	9	13
Severidade	Níveis de Freq. / Probab. (Tabela 2)	1	2	3	4	5
	E	64	96	160	288	416
	D	32	48	80	144	208
	C	16	24	40	72	104
	B	8	12	20	36	52
	A	4	6	10	18	26

Níveis de Risco (*)

≥ 140
70 - 140
25 - 70
< 25

(*) Nível de Risco = Fator de Severidade * Fator de Freq./Probabilidade

Tabela 2 – Critérios de Aceitabilidade

Risco	Região da Matriz	Critérios de Aceitabilidade
Muito Alto (>120)	Vermelha	Quando um determinado risco estiver com nível elevado, medidas de controle de redução de risco devem ser adotadas, ao menor nível razoavelmente alcançável (ALARA), mas o critério de aceitabilidade deve ser endossado pelo Diretor responsável pela Diretoria ou unidade de negócio.
Alto (60 a 120)	Laranja	Para os cenários de Higiene Ocupacional faz-se necessária a adoção de medidas de controle de exposição, acompanhamento médico e a realização da avaliação quantitativa da exposição.
Médio (25 a 60)	Amarela	Quando um determinado risco estiver com nível médio, medidas de controle para redução de risco devem ser adotadas ao menor nível razoavelmente alcançável (ALARA). Para os cenários de Higiene Ocupacional faz-se necessária a adoção de acompanhamento médico e a realização da avaliação quantitativa da exposição.
Baixo (<25)	Verde	Devem ser gerenciados na busca por melhoria contínua

A categoria de risco é a forma pela qual se classifica a ação de um determinado agente ambiental sobre um grupo de empregados, podendo ou não representar risco potencial de danos à sua saúde.



A caracterização de cada GHE/GES deve resultar na confirmação ou alteração da situação apontada na avaliação preliminar, conforme metodologia constante no PGS-003123 – Diretrizes para gerenciamento de riscos de saúde, segurança e meio ambiente através da comparação dos resultados encontrados com os critérios para graduação da concentração ou nível, estimativa do tempo de exposição e possíveis efeitos à saúde. Com base nessa metodologia, a exposição ocupacional de cada GHE/GES será graduada através da Matriz de Riscos da Vale constante da NFN-0001 - Norma de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

Para cada classificação de risco estabelecida conforme PGS-003123 são definidas as ações a serem tomadas conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Medidas a Adotar conforme Classificação dos Riscos

Tipo de Avaliação	Classificação	Ações
Qualitativa	Muito Alta	Faz-se necessária a adoção de medidas de controle de exposição, acompanhamento médico e a realização da avaliação quantitativa da exposição.
	Alta	
	Média	Faz-se necessária a adoção de acompanhamento médico e a realização da avaliação quantitativa da exposição.
	Baixa	Devem ser gerenciados na busca por melhoria contínua
Quantitativa	Inaceitável	Medidas de controle de redução de risco devem ser adotadas, ao menor nível razoavelmente praticável (ALARP), medidas de controle médico devem ser implantadas.
	Aceitável	Reavaliação quantitativa periódica e medidas de controle médico devem ser implantadas.
	Controlada	Reavaliação quantitativa periódica
	Irrelevante	Nenhuma ação necessária

5.3.1 Riscos Físicos e Químicos

A avaliação qualitativa de agentes ambientais será realizada para dimensionar a exposição dos trabalhadores, nas seguintes situações:

- a) Exposição aos agentes ambientais com o perfil de exposição identificado na etapa de reconhecimento que não requeiram avaliação quantitativa;
- b) Exposição aos agentes físicos pressões anormais, frio, radiações não ionizantes, infrassom e ultrassom;



- c) Exposição aos agentes químicos nas formas sólida ou líquida, que não sofram processo de desintegração mecânica, mudança de estado físico, combustão, reação química, decomposição, movimentação, difusão ou aquecimento, que possam gerar aerodispersóides, gases ou vapores;
- d) Exposição aos agentes químicos na forma de aerodispersóides, gases ou vapores, quando não existir metodologia de coleta ou análise para tal;
- e) Exposição aos agentes biológicos.

O método de forma quantitativa tem o objetivo de mensurar os níveis de exposição aos agentes ambientais para comparação aos limites de tolerância estabelecidos. Após estabelecer o Risco Atual, de acordo com a Matriz de Riscos, devem ser tomadas decisões (priorização/aceitabilidade) e definidas as responsabilidades de implantação de novas medidas de controle.

A avaliação quantitativa de agentes ambientais¹ será realizada para dimensionar a exposição dos trabalhadores, nas seguintes situações:

- a) Exposição aos agentes físicos ruído, calor e vibrações localizadas e de corpo inteiro com o perfil de exposição identificado na etapa de reconhecimento que requeira avaliação quantitativa;
- b) Exposição aos agentes químicos em forma de aerodispersóides, gases ou vapores, quando existir metodologia de coleta ou análise para tal e com o perfil de exposição identificado na etapa de reconhecimento que requeira avaliação quantitativa.

As situações classificadas com risco “MUITO ALTO”, “ALTO” ou “MÉDIO” (Conforme NFN 01 “Norma de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão”) deverão ser avaliadas conforme julgamento dos profissionais responsáveis pelo gerenciamento de Higiene Ocupacional para quantificar a exposição aos agentes ocupacionais.

A avaliação quantitativa deverá ser realizada sempre que forem implementadas medidas de controle de engenharia ou medidas administrativas que possam ter contribuído para reduzir/eliminar exposição aos agentes nocivos de forma a documentar esta ação.

¹ A exposição às radiações ionizantes é gerenciada pelo Plano de Radioproteção de acordo com as normas da CNEN.



Para cada categoria de risco estabelecida é definido um conjunto de ações, de modo a determinar as medidas de controle a serem adotadas em função do potencial de danos oferecido pela exposição aos riscos ambientais avaliados, bem como a prioridade de adoção de tais medidas.

Baseando-se na classificação de agentes ambientais e na matriz de decisão dos higienistas foram definidas as ações e as prioridades de controle da exposição dos trabalhadores aos riscos ambientais reconhecidos e avaliados.

Os resultados das avaliações quantitativas deverão ser inseridos no Sistema Informatizado de Saúde e Segurança – SD2000 para manutenção de banco de dados.

As metodologias utilizadas para avaliação de ruído e de calor, e para coleta e análise de gases, vapores, poeiras, fumos, névoas e neblinas, obedecerá às Normas de Higiene Ocupacional (NHO) da FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat de Segurança e Medicina do Trabalho e aos métodos da National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), quando aplicáveis.



Quadro 1 – Metodologias Analíticas e de Coleta

Agente Ambiental	Metodologia		Instrumental
	Coleta	Analítica	
Ruído	-----	NHO 01	Audiodosímetro
Calor	-----	NHO 06	Conjunto de Termômetros
Radiação Não Ionizante	-----	NR 15 - Anexo 5	Avaliação Qualitativa
Vibração de Corpo Inteiro	-----	NHO 09	Medidor de Vibração
Vibração Localizada	-----	NHO 10	Medidor de Vibração
Ácidos Inorgânicos	NIOSH 7903	CI (NIOSH 7903)	Amostrador TA
Amônia	NIOSH 6015	EAV (NIOSH 6015)	Amostrador TA
Hidrocarbonetos Alifáticos	NIOSH 1500	CG (NIOSH 1500)	Amostrador TA
Hidrocarbonetos Aromáticos	NIOSH 1501	CG (NIOSH 1501)	Amostrador TA
Metais	NIOSH 7303	EAA (NIOSH 7303)	Amostrador CMEC
Monóxido de Carbono	NIOSH 6604	DE (NIOSH 6604)	Sensor Eletroquímico
Naftas	NIOSH 1550	CG (NIOSH 1550)	Amostrador TA
Poeiras Alcalinas	NIOSH 7401	TAB (NIOSH 7401)	Amostrador PTFE
Poeira Respirável	NIOSH 0600	AG (NIOSH 0600)	Amostrador CMPVC
Poeira Total	NIOSH 0500	AG (NIOSH 0500)	Amostrador CMPVC
Silica Livre Cristalina	NIOSH 7602	EIV (NIOSH 7602)	Amostrador CMPVC
Tricloroetileno	NIOSH 1022	CG (NIOSH 1022)	Amostrador TA

Definições:

NHO: Normas de Higiene Ocupacional, da FUNDACENTRO.

NIOSH: Metodologias de Coleta e Análise do National Institute of Occupational Safety and Health.

AG: Análise Gravimétrica

CG: Cromatografia Gasosa

CI: Cromatografia Iônica

DE: Detector Eletroquímico

DIC: Detector de Ionização de Chama

EIV: Espectrofotometria de Infravermelho

EAA: Espectrofotometria de Absorção Atômica

MO: Microscopia Óptica

TAB: Titulação de Ácido-Base

CMEC: Cassete com Membrana de Éster de Celulose

CMPVC: Cassete com Membrana de PVC

TA: Tubo de Adsorção

Observações:

Os instrumentos designados como "amostradores" utilizam método de coleta ativa, ou seja, estão acoplados a bombas gravimétricas que fazem a sucção do ar contaminado.



Quadro 2 – Valores de Limites de Tolerância/Exposição e Níveis de Ação

Agente Ambiental	Valores de Referência		Unidade	Jornada	Fonte
	LT / TLV	Nível de Ação			
Ruído Contínuo ou Intermitente	85,00	80,00	dB(A)	8h	Brasil – NR 15, Anexo 1
	87,00	82,00	dB(A)	6h	Brasil – NR 15, Anexo 1
	82,10	77,10	dB(A)	12h	Brasil – NR 15, Anexo 1
Calor	Consultar	O próprio LT	°C	--	Brasil – NR 15, Anexo 3
Vibração de Corpo Inteiro (aren)	1,10	0,500	m/s ²	8h	Brasil – NR 15, Anexo 8
Vibração de Copo Inteiro (VDVR)	21,00	9,10	m/s ^{1.75}	8h	Brasil – NR 15, Anexo 8
Vibração Localizada	5,000	2,500	m/s ²	8h	Brasil – NR 15, Anexo 8
Ácido Clorídrico	2,98 (Teto)	1,49	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Ácido Fluorídrico	0,41	0,205	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
	1,64 (Teto)	0,82	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Ácido Fosfórico	1,00	0,50	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Ácido Nítrico	5,16	2,58	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Ácido Sulfúrico	0,20	0,10	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Amônia	17,41	8,705	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Heptano	1639,43	819,71	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Hexano	176,24	88,12	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Pentano	1770,55	885,27	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Etilbenzeno	434,19	217,10	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Tolueno	75,36	37,68	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Xileno	434,19	217,10	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Chumbo	0,1	0,05	mg/m ³	8h	Brasil – NR 15, Anexo 11
	0,05	0,025	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Ferro	5,00	2,50	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Manganês	5,00 ¹	2,50	mg/m ³	8h	Brasil – NR 15, Anexo 12
	1,00 ²	0,50			
	0,2 mg/m ³	0,10			
Monóxido de Carbono	28,64	14,32	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Naftas VM&P	1398,77	699,39	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Hidróxido de Cálcio	2,00	1,00	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Poeira Respirável	3,00	1,50	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Poeira Total	10,00	5,00	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH
Silica Livre Cristalina (Poeira Respirável)	8/(%SiO ₂ +2)	4/(%SiO ₂ +2)	mg/m ³	8h	Brasil – NR 15, Anexo 12
	0,025	0,0125	mg/m ³	8h	EUA – ACGIH

¹Limite para poeiras.

²Limite para fumos

Definições:

LT: Limite de Tolerância (NR 15).

TLV: Valor de Limite de Exposição (ACGIH).

NR 15: Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e Operações Insalubres, da Portaria nº 3.214/78, do MTPS.

ACGIH: TLVs da American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

%SiO₂: Percentual de sílica livre cristalina na amostra de poeiras respiráveis ou totais.

Observações:

Os resultados das avaliações quantitativas da exposição dos empregados são comparados com os valores dos limites previstos na NR 15 ou, na ausência destes os valores limites de exposição ocupacional adotados pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists-ACGIH, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos.

Para avaliação do agente físico Ruído foram utilizadas as metodologias e os procedimentos definidos na NHO-01 da FUNDACENTRO.

O limite de exposição para o agente químico Ferro está expresso para Material Particulado Respirável (MPR-TLV).

p.29/66

Identificação:
PGR-MG CMT_TAM

Rev. Documento:
01 – 19-03-2019

Análise Global:
19-03-2020

Área Emissora:
SESMT

Classificação:
PÚBLICO

Cópia Controlada:
CC01 – SESMT/HO



Nesta estratégia de amostragem definiu-se um período de 03 anos para que se realize as avaliações quantitativas dos agentes ambientais incluindo a análise de dados e emissão de juízo de valor para cada exposição ao agente ambiental avaliado.

Estatisticamente com um número de 6 a 10 amostras têm-se condições de se ter uma amostragem referencial inicial do grupo homogêneo, baseado em seu desvio padrão geométrico em uma distribuição estatística Lognormal. E isso permite que um número relativamente pequeno de amostras possa definir as tendências de exposição de todo o grupo.

Toma-se como referência um desvio padrão geométrico de 1,2 a 2,5 para caracterização da exposição e do grupo.

Os resultados obtidos nas avaliações quantitativas de ruído e agentes químicos serão calculados as médias geométricas da intensidade ou concentração dos agentes ambientais para comparação com os limites de tolerância da NR 15 ou, na falta destes, com os limites de exposição (TLV®) da American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) vigentes, quando existentes. Com os resultados obtidos nas avaliações quantitativas de calor e vibrações serão calculados os valores de IBUTG médio e aceleração equivalente para comparação com os limites de tolerância da NR 15 e NHO, respectivamente.

As avaliações de riscos ambientais ocupacionais supracitadas foram realizadas em 2016 pela empresa denominada: ETHIC-ENGENHARIA, TREINAMENTO E HIGIENE INDUSTRIAL LTDA, registrada no CREA-MG sob o número 20865 e no MTE sob o número 1270, tendo como responsáveis o Engenheiro de Segurança do Trabalho Moacir Tavares e o Técnico Higienista Ocupacional Milton Rodrigues de Oliveira, com acompanhamento dos profissionais especializados em SSO do estabelecimento.

Os dados do item anterior estão em processo de atualização no ano vigente, conforme cronograma estabelecido e acompanhamento pela equipe de higiene ocupacional.



5.3.2 Riscos Biológicos

Em conformidade com o previsto na NR-09 - PPRA e anexo 1 da NR-32 da Portaria 3.214/78 do MTE, na fase de reconhecimento e de identificação dos riscos biológicos mais prováveis em função da localização geográfica e da característica nas atividades exercidas na Unidade de Saúde verificou-se a inexistência de fontes de exposição, reservatórios, vias de transmissão e de entrada.

As atividades de saúde são voltadas para a Medicina Ocupacional sem qualquer manipulação de drogas e medicamentos de risco não havendo tratamento e/ou acompanhamento de doenças de infectocontagiosas cujo atendimento e propedêutica ocorrem externamente através de convênio próprio.

Pode-se ainda, considerar a classificação como Classe de risco 1: baixo risco individual para o trabalhador e para a coletividade, com baixa probabilidade de causar doença ao ser humano. Ainda que o risco seja baixo, medidas de controle são tomadas como vacinação, desinfecção, treinamentos, controle médico e o fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual evidenciado na APR-HO. Conforme anexo III- Rastreabilidade do documento.

5.3.3 Riscos de Acidentes

5.3.3.1 Riscos de acidentes decorrentes de trabalhos em altura

Para todos os trabalhos executados em altura, com potencial de queda igual ou superior a 1,80 metros, deverão ser adotadas medidas especiais de segurança e saúde, visando garantir a integridade física dos empregados da Vale, incluindo as Contratadas.

5.3.3.2 Riscos de acidentes decorrentes durante a condução de veículos automotores na área interna da VALE, exceto área operacional da mina.

A condução de veículos leves (automóveis, minivans, vans, micro-ônibus, veículos utilitários, pick-ups, transportadores de pessoas e veículos multiuso) na área interna da VALE, área operacional das minas da Diretoria Corredor Sudeste, deverá ser feita por motorista habilitado e portar o passaporte RAC. O motorista deverá, além de cumprir todas as determinações do Código de Trânsito Brasileiro, respeitar o limite de velocidade interno, estar usando e cobrar de todos os ocupantes do



veículo o uso do cinto de segurança, trafegar com os faróis acesos, respeitar a mão de direção e as sinalizações verticais e horizontais existentes, estacionar sempre de ré onde a sinalização assim o exigir.

É responsabilidade do motorista verificar sempre as condições do veículo, principalmente os itens críticos do ponto de vista da segurança do veículo e dos passageiros como freio, direção, retrovisores, limpador de para-brisa, água do reservatório do limpador de para-brisa, extintor de incêndio, buzina, sistema de sinalização como setas, faróis, luz de ré, luz de freio, lanternas, faróis, pneu sobressalente, triângulo, condições dos pneus, dentre outros.

5.3.3.2.1 Riscos de acidentes decorrentes durante a condução de veículos automotores na área operacional da mina.

Poderão conduzir veículos leves na área operacional da mina, apenas os motoristas autorizados e habilitados com a carteirinha de mina.

A credencial será fornecida ao motorista que, uma vez comprovada a necessidade de seu acesso à área da mina, tenha recebido e aprovado no treinamento teórico e prático para condução de veículo leve na área da mina, além de ter participado da ambientação com condutor experiente, na área da mina.

Condutores de veículos leves que não possuam a credencial estão proibidos de conduzir veículos na área da mina.

5.3.3.3 Riscos de acidentes decorrentes durante a operação de equipamento na área operacional da mina.

Os profissionais que executam atividades com operação de equipamentos móveis devem portar o cartão de identificação (passaporte) indicando estar autorizado a conduzir equipamentos móveis, conforme rota de capacitação estabelecida.

Deverão seguir o plano de trânsito interno que estabelece as regras de circulação nas dependências da Diretoria, lembrando que as normas gerais de circulação do Código de Trânsito Brasileiro são aplicáveis na Vale e é dever de todo operador de equipamentos conhecê-las e evidentemente praticá-las;

OBS1: No caso de transporte de produtos perigosos o operador deverá possuir o treinamento **MOPP – Movimentação de Produtos Perigosos** – definido pelo Código de Trânsito Brasileiro, e seguir a legislação aplicável.



Além dos treinamentos deve ser realizada a operação assistida/ambientação, para que os possíveis erros encontrados no início da operação de equipamentos possam ser eliminados, unificando as operações e mantendo a integridade do operador.

5.3.3.4 Riscos de acidentes decorrentes de atividades de manutenção com processo operando (bloqueio e etiquetagem).

É proibido realizar manutenção, inspeção e reparos de qualquer equipamento ou máquinas sustentadas somente por sistemas hidráulicos ou pneumáticos. Nestes casos deverá ser adotado dispositivo mecânico de apoio para sua sustentação (calços, pinos ou travas devidamente projetados e aprovados por profissional habilitado). Exceto equipamentos auxiliares de movimentação de carga.

Quando da impossibilidade da realização do bloqueio, deve-se avaliar criteriosamente a adoção de medidas de proteção suplementares, tais como: separações físicas, obstáculos, válvulas duplas e ventilação, aterramento, remoção de fusíveis, sistema de comunicação ou com a permanência de um empregado junto do equipamento bloqueado de forma a impedir as mudanças inadvertidas ou não autorizada. São exemplos destas situações balanceamento de equipamentos, alinhamento de correias, termografia/termovisão, teste/inspeção de ponte rolante, regulagem de britadores entre outras.

Seguir na íntegra o PRO de forma a preservar a integridade física e a saúde das pessoas que trabalham, estabelecendo regras, instruções, métodos, diretrizes, práticas e propagando conhecimentos para atingir o estado de energia zero ou energia nula, em suas várias formas, garantindo assim a não ativação indesejada ou a liberação de energia acumulada que possa resultar em perdas (pessoais, materiais ou ambientais), utilizando corretamente os dispositivos de bloqueio e etiquetagem existentes, nas máquinas, equipamentos ou instalações.

Em qualquer situação de intervenção em equipamentos e/ou sistemas quando se requeira estado de energia zero ou energia nula.



5.3.3.5 Riscos de acidentes decorrentes de atividades de içamento de Cargas.

Antes de iniciar as atividades de içamento de carga é necessário realizar o preenchimento do check list referente ao equipamento e aos acessórios que serão utilizados. Caso seja detectada não conformidade, a atividade não deverá acontecer até que seja feito a correção / substituição.

Todos os acessórios devem ser sinalizados com selos na cor do trimestre, conforme tabela abaixo:

TRIMESTRE	COR	DEMONSTRAÇÃO
PRIMEIRO: Janeiro / Fevereiro / Março	Vermelho	
SEGUNDO: Abril / Maio / Junho	Amarelo	
TERCEIRO: Julho / Agosto / Setembro	Verde	
QUARTO: Outubro / Novembro / Dezembro	Azul	

Tabela 1: Sinalização de inspeção trimestral

5.3.3.5.1 Plano de Rigging

O Plano de içamento de Carga (também denominado como Plano de Rigging) deve ser desenvolvido e estar disponível para içamentos críticos com guindastes (guindaste sobre rodas, guindaste veicular articulado e grua), sempre que:

- A carga for superior a 10 toneladas;
- A carga total for igual ou superior a 75% da capacidade do equipamento, considerando os limites da tabela de carga para a respectiva distância em que a mesma será içada;
- A carga for içada sobre instalações ou processos em operação.
- For necessário o uso simultâneo de dois ou mais guindastes envolvidos;
- Estiver próximo a redes elétricas aéreas (a distância de segurança deve ser definida por profissional habilitado em elétrica observando as recomendações da NR - 10);
- Possuir cargas com grandes dimensões e formato irregular;
- For realizado em balsa.



As capacidades de carga dos equipamentos e dos acessórios devem ser respeitadas. Os cabos guia devem ser utilizados sempre que houver necessidade de estabilização, possibilidade de colisão ou giro da carga durante a movimentação.

Medidas de controle devem ser adotadas para prevenir a queda de materiais/carga durante as atividades.

Os acessórios que apresentarem não conformidades devem ser inutilizados de forma definitiva e descartados.

As áreas de içamento através de guindastes devem ser isoladas e sinalizadas.

A condição adequada do solo deve ser sempre verificada antes da operação com guindastes. As patolas dos guindastes devem ser sempre acionadas até o limite máximo, independentemente do peso da carga sendo içada.

Rádios devem ser disponibilizados para comunicação entre o operador do guindaste e o profissional responsável pela sinalização, preferencialmente, sempre que possível, em faixa/canal exclusivo.

É proibido acessar área isolada e demarcada / sinalizada onde ocorre içamento de cargas sem a devida autorização além de posicionar sob cargas suspensas.

Para a montagem e operação de grua o subitem do item 18.14.24 da NR 18 deverão ser atendidos.

Os câmbios de marcha do guindaste sobre rodas e do guindaste veicular articulado devem ser do tipo sincronizado. É proibida a mobilização e a operação de guindaste sobre rodas e do guindaste veicular articulado que possuem câmbio de marcha do tipo caixa seca.

5.3.3.6 Riscos de acidentes decorrentes de atividades em espaços confinados.

Para todas as atividades e serviços desenvolvidos em espaços confinados, onde pode ocorrer a deficiência de Oxigênio, bem como a presença de gases e vapores tóxicos e explosivos, deverão ser adotados procedimentos e cuidados especiais, principalmente quanto à medição e monitoramento da concentração do Oxigênio, bem como da adoção de medidas de insuflação de ar no ambiente, medição de gases e vapores, além da medição de atmosferas explosivas.

5.3.3.6.1 Riscos de acidentes decorrentes de atividades executadas em ambientes/loais com deficiência de Oxigênio:

Para todas as atividades e serviços desenvolvidos em ambientes / locais onde possa existir deficiência de Oxigênio, deverão ser adotados procedimentos e cuidados especiais, principalmente quanto à medição e monitoramento da concentração do Oxigênio, bem como da adoção de medidas de insuflação de ar no ambiente.



5.3.3.6.2 Riscos de acidentes decorrentes de atividades executadas em ambientes/loais com deficiência de ventilação:

Para todas as atividades e serviços desenvolvidos em ambientes / locais onde possa existir deficiência de ventilação, deverão ser adotados procedimentos e cuidados especiais, principalmente quanto à insuflação de ar através de ventilação forçada e / ou exaustão com o objetivo de estar, permanentemente, efetuando a movimentação e renovação do ar.

5.3.3.7 Riscos de acidentes decorrentes de proteção de máquinas

Os empregados envolvidos nas atividades de intervenção em máquinas e equipamentos (estacionários ou não) e sistemas operacionais, incluindo atividades de montagem e desmontagem de pneumáticos das rodas das máquinas e equipamentos não estacionários, deverão receber treinamento para capacitação contendo, no mínimo os seguintes itens:

- Funcionamento das proteções: como e por que devem ser usadas;
- Como e em que circunstâncias um dispositivo de segurança pode ser removido, e por quem, sendo na maioria dos casos, somente o pessoal de inspeção ou manutenção;
- O que fazer, por exemplo, contatar o supervisor, se um dispositivo de segurança foi danificado ou se perdeu sua função, deixando de garantir uma segurança adequada;
- Os princípios de segurança na utilização da máquina ou equipamento;
- Segurança para riscos mecânicos, elétricos e outros relevantes;
- Método de trabalho seguro;
- Sistema de bloqueio de funcionamento da máquina e equipamento durante operações de inspeção, limpeza, lubrificação e manutenção.

Os empregados que não fazem intervenções em máquinas e equipamentos (estacionários ou não), porém, atuam em áreas com a presença destes devem receber orientações sobre os riscos envolvidos e as medidas de controle aplicáveis. Tais orientações podem ser repassadas através de treinamento específico de área ou de determinado procedimento local, assim como através de treinamento básico para a função, diálogo de segurança, dentre outros.



5.3.3.7.1 Riscos de acidentes decorrentes de atividades executadas com máquinas e equipamentos

Para a execução de trabalhos com máquinas e equipamentos é obrigatório o cumprimento das NRs 12 e 22 da Portaria 3214/78, além do procedimento interno da Vale, anexo 03 - Autorização de Empregados para Atividades em Máquinas e Equipamentos.

Para a operação da ponte rolante instalada dentro do galpão, serão capacitados empregados e os mesmos receberão treinamento específico sobre operação de ponte rolante, bem como crachá de identificação.

5.3.3.7.2 Riscos de acidentes decorrentes da execução de trabalhos manuais com ferramentas portáteis com ou sem força motriz própria

Atenção especial deverá ser dada às condições das ferramentas, através de inspeções rotineiras antes do uso das mesmas. As que não apresentarem condições seguras para o trabalho deverão ser separadas e encaminhadas à manutenção.

As ferramentas deverão ser usadas apenas para a finalidade para a qual foi projetada / fabricada. É proibido a improvisação de ferramentas.

Ao manusear objetos, peças, dentre outros, deve-se verificar a existência de arestas cortantes, bem como o risco de prensamentos.

Todos os Equipamentos de Proteção Individual – EPI indicados deverão estar à disposição do empregado, e este tem a obrigação de usá-los.

5.3.3.7.3 Riscos de acidentes decorrentes de prensamentos, aprisionamentos e impactos de pessoa contra ou sofridos por pessoa.

Todos os pontos de transmissão de força como polias, correntes, engrenagens, etc. devem estar enclausurados e/ou protegidos de forma a evitar o contato acidental.

Os trabalhos de manuseio e movimentação de cargas devem ser realizados, de preferência, através de equipamentos específicos para estes fins como pontes rolantes, empilhadeiras, talhas, etc. evitando desta forma, o risco de prensamentos. Em caso de movimentação manual de materiais, os executantes da tarefa devem estar usando luvas de proteção, botinas com biqueira de aço, além de sincronismo entre os mesmos.

Os locais e pontos que em decorrência de projetos, possam servir de obstáculos, fazendo com que os trabalhadores possam colidir e bater contra os mesmos, devem estar sinalizados e isolados.



5.3.3.8 Riscos de acidentes decorrentes de taludes

As atividades realizadas em taludes, escavações, depósitos de estéril, barragens, túneis e galerias subterrâneas, deverão seguir as diretrizes do RAC 8 Estabilidade de Solo, além do Programa de estabilidade de Maciços, Pilhas e Barragens cujas as documentações referentes a projeto, monitoramentos, controles, gerenciamento e implantação estão disponíveis no Plano de Segurança da Barragem - PSB sob a gestão da Gerência Executiva Planejamento Programação e Gestão do Corredor Sudeste.

Todos os empregados que realizarem atividades em áreas com risco de deslizamento / deslocamento de maciços só poderão executar após treinamento e com porte do passaporte de RAC.

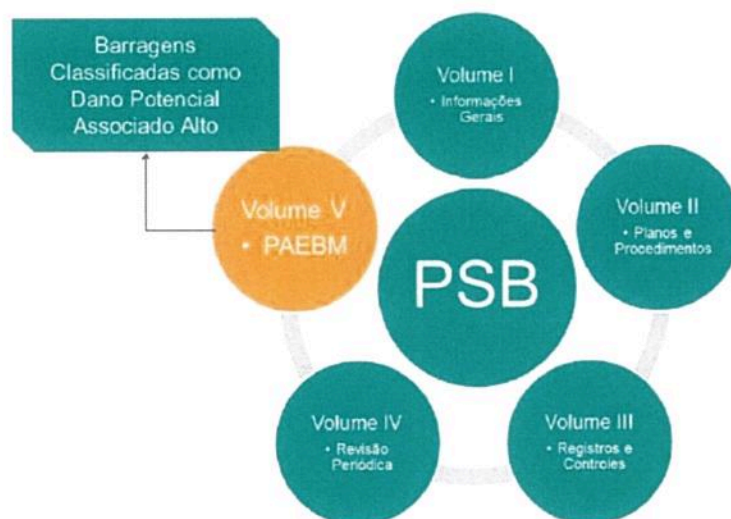
5.3.3.8.1 Deposição de Estéril, Rejeitos e Produtos.

Barragens de contenção de rejeitos, contenção de sedimentos e captação de água.

Para as barragens existentes na unidade, todas as informações inerentes às mesmas estão disponíveis no Plano de Segurança de Barragem - PSB sob a gestão da Gerência Executiva Planejamento Programação e Gestão do Corredor Sudeste.

Os PSB das barragens da Vale estão arquivados em rede específica no sistema Gerenciamento de Riscos Geotécnicos - GRG.





No Plano de Segurança de Barragem – PSB, os procedimentos preventivos têm como finalidade garantir a integridade da estrutura, manutenção e sua condição de segurança, de modo a evitar situações que ponham em risco a barragem e integridade mútua.

Em linhas gerais, os procedimentos preventivos garantem a condição e o funcionamento adequado de todos os componentes da barragem:

Inspecções de Segurança Regular (ISR)

As inspecções são realizadas pela equipe técnica interna de geotecnia da VALE por meio de visualizações e registros de dados em campo de todos os componentes da barragem, buscando identificar problemas instalados ou passíveis de ocorrerem, com o respectivo registro em Ficha de Inspeção Regular, e posterior registro no sistema.

Em caso de identificação e verificação de alguma anomalia, é realizado o registro na ficha de inspeção. O engenheiro geotécnico avalia a anomalia e determina sua severidade. Caso sejam constatadas anomalias com pontuação máxima de 10 (dez) pontos no Estado de Conservação da Matriz de Categoria de Risco, a VALE deverá abrir ações previstas no PAEBM, bem como a realização de Inspeção de Segurança Especial (ISE).

Em situação de emergência, deverão ser realizados os “Procedimentos Corretivos” e para anomalias não emergenciais deverão ser elaborados planos de ação preventivos.

Os procedimentos corretivos deverão ser executados caso ocorram problemas de desempenho que possam afetar a segurança da barragem, ou seja, quando detectada alguma anomalia que caracterize uma situação de emergência na mesma. Essas ações possuem prioridade de atendimento pela equipe operacional da barragem.

p.39/66



Monitoramento

As Barragens são equipadas com piezômetros, indicadores de nível d'água, prismas topográficos, régua graduada (Limnométrica) para acompanhamento do comportamento do nível do reservatório.

Os monitoramentos são realizados através de leituras diretas da instrumentação pela equipe técnica e analisadas por engenheiro geotécnico, que por sua vez correlaciona a coleta de dados dos instrumentos com os níveis de controle e condições insatisfatórias na barragem que não foram possíveis de serem observadas pela inspeção visual.

A manutenção é programada e realizada de modo a evitar o surgimento de uma possível anomalia ou progressão da mesma, evitando comprometer a operação e segurança da estrutura, e ainda, quando inspecionada e auditada por empresas contratadas.

A VALE mantém o barramento com revestimento vegetal controlado, livre de vegetação arbustiva e arbórea permitindo inspeção visual adequada da estrutura.

Em situações de risco grave e iminente, deverão seguir as diretrizes do Plano de Ação de Emergência de Barragens de Mineração – PAEBM da unidade.

5.3.3.8.2 Pilhas de disposição de estéril.

Para as pilhas de estéril na unidade, as documentações referentes a projeto e implantação de obras estão sob gestão da Gerência Executiva Planejamento Programação e Gestão do Corredor Sudeste.

Periodicamente são realizadas ações com a finalidade de garantir a integridade da estrutura e sua condição de estabilidade das pilhas, descritas abaixo:

Inspeções de Segurança de Rotina;

Monitoramento (Leituras e Análise da Instrumentação);

Manutenção periódica;

Em situações de risco grave e iminente, deverão seguir as diretrizes do Plano de Atendimento a Emergência.

5.3.3.9 Riscos de acidentes decorrentes de atividades com Explosivos

Para todas as atividades e serviços desenvolvidos com explosivos deverão ser adotados procedimentos e cuidados especiais descritos no PRO 010135 - Transporte e Carregamento de explosivos e desmonte de rochas.



5.3.3.10 Riscos de acidentes decorrentes de atividades executadas em ambientes/loais com probabilidade de existência de atmosferas explosivas:

Para todas as atividades e serviços desenvolvidos em ambientes/loais onde possa existir risco de atmosferas explosivas em função de gases, vapores ou poeiras orgânicas em suspensão no ar, deverão ser adotados procedimentos e cuidados especiais, principalmente quanto ao risco de fontes de ignição no local, bem como da medição do limite inferior de explosividade. Para a execução de serviços e atividades nesses locais deverão ser seguidos os procedimentos operacionais de SSO, em especial para operações com explosivos na Diretoria Corredor Sudeste, descritos no PRO 010135 - Transporte e Carregamento de explosivos e desmonte de rochas.

5.3.3.11 Riscos de acidentes decorrentes da utilização de energia elétrica

Para a execução de serviços em instalações e equipamentos elétricos, deverão ser adotados medidas especiais de segurança. Estes serviços só poderão ser executados por profissional habilitado, qualificado e autorizado, além de estar anotado em sua ficha funcional a condição de eletricista.

Os serviços deverão ser executados com os equipamentos / circuitos desenergizados, aterrados, sinalizados e bloqueados, conforme estabelece a NR-10 da Portaria 3214/78.

Além da obrigatoriedade de cumprimento do estabelecido na NR-10, deverão ser cumpridos os procedimentos internos da VALE, contidos no PRO 023805 – Trabalhos em Eletricidade.

5.3.3.12 Riscos de acidentes decorrentes da utilização e manuseio de produtos químicos

Todos os trabalhos que envolvam manuseio e utilização de produtos químicos tóxicos, irritantes, corrosivos e alergênicos, deverão ser desenvolvidos por empregados treinados conforme orientação da FISPQ para este fim, com conhecimento sobre as recomendações de segurança contidas na ficha de segurança do produto, além de estarem portando todos os EPIs necessários.

As fichas de emergências dos produtos químicos devem estar sempre atualizadas e armazenadas no local de trabalho onde os produtos químicos estão sendo utilizados, bem como devem ser do conhecimento de todos os empregados.

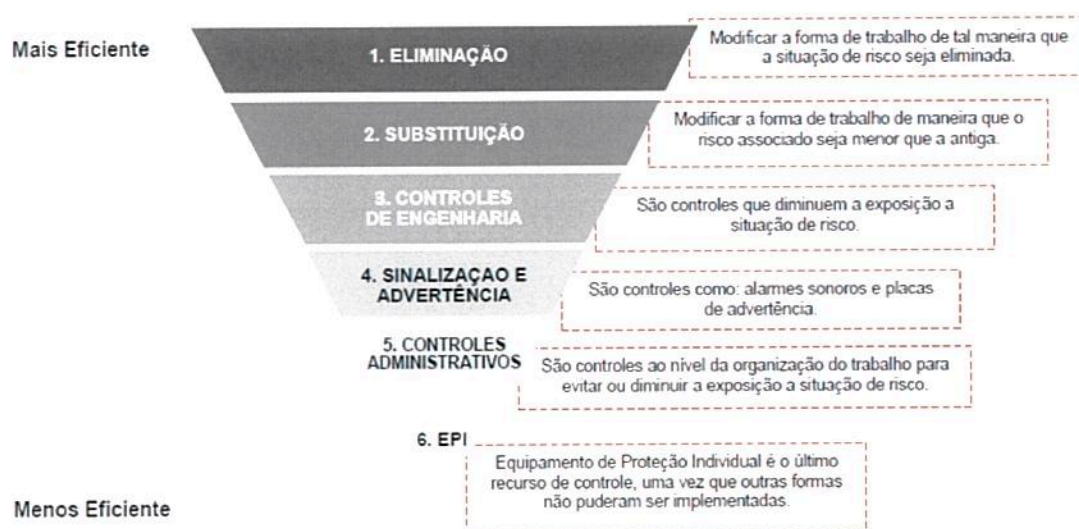


Os locais onde são armazenados produtos químicos devem estar devidamente sinalizados, identificados, respeitando a incompatibilidade química.

5.4. Controle dos Riscos Ambientais e da Exposição dos Trabalhadores

A etapa de controle da exposição dos trabalhadores aos riscos ambientais consiste no estudo, na recomendação, no planejamento, na implantação e na avaliação de medidas que visem eliminar, neutralizar ou reduzir a ação desses agentes sobre os trabalhadores.

Todas as vezes que a exposição ocupacional ultrapassar o Limite de Tolerância deverá ser adotado medidas de controle a fim de eliminar, reduzir ou neutralizar os riscos. As medidas de controle deverão seguir os seguintes critérios por ordem de prioridade e as etapas de hierarquia de controle de riscos, de acordo com a figura abaixo:



Deve-se sempre priorizar a primeira medida, as duas últimas só deverão ser adotadas quando constatada inviabilidade técnica das medidas de proteção coletiva, ou quando estas não forem suficientes ou estiverem em fase de estudo, planejamento e/ou implantação, ou ainda em caráter complementar ou emergencial.



Toda medida de controle aplicada pela empresa deverá ser registrada no PGR pelo responsável do mesmo. O responsável pelo PGR deverá realizar um cronograma de implementação das medidas de controle, levando em consideração a prioridade de cada uma.

A adoção de medidas de controle será realizada nas seguintes situações:

- a) Quando com avaliação qualitativa forem identificados agentes com perfil de exposição “Alto” ou “Muito Alto”;
- b) Quando na fase de antecipação de riscos, houver a identificação de risco potencial à saúde dos trabalhadores;
- c) Quando na fase de reconhecimento ou de avaliação de riscos, houver a constatação de risco evidente à saúde dos trabalhadores;
- d) Quando a exposição ao agente apresentar médias geométricas de intensidade ou de concentração superiores aos níveis de ação², estabelecidos nas alíneas a e b do item 9.3.6.2 da NR 9 (Portaria nº 3214/78, do Ministério do Trabalho);
- e) Quando a exposição ao agente apresentar médias geométricas de intensidade ou de concentração superiores aos limites de tolerância, estabelecidos na NR 15 (Portaria nº 3214/78, do Ministério do Trabalho), ou na ausência destes, os limites de exposição (TLV®) da ACGIH vigentes;
- f) Quando a exposição ao calor apresentar valores de IBUTG superiores ao estabelecido no Anexo 3 da Norma Regulamentadora NR 15 (Portaria nº 3214/78, do Ministério do Trabalho);
- g) Quando através de controle médico, o médico coordenador do PCMSO caracterizar o nexo causal entre danos observados na saúde dos trabalhadores e a situação de trabalho a que eles ficam expostos.

No caso de agentes com exposição quantitativa com média geométrica acima do Nível de Ação e abaixo do Limite de Tolerância ou com exposição qualitativa com perfil de exposição classificado como “Médio” deverão ser adotadas as ações descritas no item 9.3.6.1 da NR 9:

- O monitoramento periódico da exposição;

² Considera-se nível de ação o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição. As ações devem incluir o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico (NR 9 - 9.3.6).



- A informação aos trabalhadores; e
- O controle médico.

As medidas de controle deverão ser classificadas e priorizadas, conforme a sua abrangência, ordem estabelecida e determinada na NR 22. Todos os riscos associados aos nossos processos, tarefas ou instalações devem ser controlados, seguindo, por ordem de prioridade as etapas de uma hierarquia de controle de riscos.

A utilização de EPI, quando indicado no PGR, deverá seguir as recomendações contidas na Norma Regulamentadora NR 06 do Ministério do Trabalho e Emprego. O estudo, a recomendação e a orientação das prioridades de execução das medidas de controle são de responsabilidade do setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional e SESMT da unidade.

O planejamento e a implantação das medidas de controle são de responsabilidade das lideranças das áreas ou da localidade, que deverá elaborar e executar Plano de Ação Gerencial do PGR.

A avaliação da eficácia das medidas de controle implantadas é de responsabilidade do setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional da localidade.

Os critérios e mecanismos de avaliação da eficácia das medidas de proteção estão descritos abaixo:

- Verificação da especificação da medida de controle (EPC e EPI);
- Consulta aos dados obtidos nas medições realizadas e no controle médico da saúde previsto na NR-07;
- Verificação da hierarquia das medidas de controle Instrução para Gerenciamento de Riscos de Saúde, Segurança e Meio Ambiente – NFN 0001- Norma de planejamento, desenvolvimento e gestão.
- Verificação de treinamentos realizados;
- Verificação das evidências da supervisão (*Check-list* de inspeção);
- Visita aos locais de trabalho.

5.4.1 Especificação, uso e controle dos equipamentos de proteção individual – EPI

A especificação, uso e controle dos Equipamentos de Proteção Individual – EPIs deverão estar em conformidade com a NR-6 da Portaria 3214/78 do MTE.

Todos os empregados deverão receber, gratuitamente, todos os EPIs necessários para a execução de suas atividades, deverão ser treinados sobre o uso correto, guarda e conservação dos mesmos.









A empresa deverá fornecer aos empregados apenas EPIs portadores de Certificado de Aprovação – CA, constantes de relação elaborada pela VALE, conforme equipamentos disponíveis em contratos.

Os equipamentos de proteção individual são indicados em 4 (quatro) modalidades:

- Geral: utilizado durante todo o período de execução das atividades;
- Específico: utilizado frente ao risco em momento específico da atividade;
- Eventual: por sinalização local indicando a obrigatoriedade de uso durante a permanência eventual no ambiente;
- Conforto: utilizado por demanda do empregado que se sente incomodado com a presença de determinado agente, no ambiente e/ou atividade, sem haver registro de concentração/intensidade que justifique a utilização por toda equipe;

Vale ressaltar que, os equipamentos indicados nas modalidades eventual e conforto não serão controlados por programas específicos, como PCA e PPR.

Assim, abaixo temos o modelo utilizado para os Mapeamentos de EPI por função:

Ferramenteiro					2010494020000				
EPI	FOTO	C.A	UNIDADE	DESCRIÇÃO	INDICAÇÃO	CÓDIGO VALE	HIGIENIZAÇÃO	PERIODICIDADE DE TROCA	TIPO DE USO
CAPACETE CLASSE "B" 3M		29638	Pq	CAPACETE DE SEGURANÇA PARA USO NA INDÚSTRIA, TIPO B (ABA FRONTAL), CLASSE B (SEM VENTILAÇÃO), COM OU SEM TELA REFLETIVA, APRESENTANDO FENDAS LATERAIS SUPERIORES PARA ACESSÓRIOS, COMPOSTO DE CASCO E SISTEMA DE SUSPENSÃO Ajustável e composto de PROTETOR AUDITIVO DE SEGURANÇA TIPO CONCHA, CONSTITUÍDO POR DUAS CONCHAS EM PLÁSTICO REVESTIDAS COM ALMOFADAS DE ESPUMA EM SUAS LATERAIS (QUE ENTRAM EM CONTATO COM A CABEÇA DO USUÁRIO) E NO INTERIOR DAS CONCHAS POSSUÍ TAMBÉM UCCOS DE SUSPENSÃO, CONSTITUÍDO POR ARCO DE MATERIAL PLÁSTICO PRETO COM BORRACHA MACIA CINZA NA PARTE INTERNA, DIVIDIDO EM DUAS PARTES PELA PONTE E APOIO NASAL E PLAQUETAS DE CLORETO DE POLIÉTER, TIPO BOTINA, FECHAMENTO EM CADARÇO, CONFECIONADO EM COURO CURTIDO AO CRONO, PALMILHA DE MONTAGEM FOJADA PELO SISTEMA STROBEL RESISTENTE À PROVA DE PERFURAÇÃO, SOLADO DE COMPOSITE, PROTETOR DE METATARSO, SOLADO EM PLÁSTICO ANTIDERRAPANTE.	Proteção da cabeça	1525824	Lavar com sabão neutro	De acordo com indicação do fabricante / validade descrito na embalagem.	Geral (G)
PROTETOR AUDITIVO 3M		29706	Pq	PROTETOR AUDITIVO DE SEGURANÇA TIPO CONCHA, CONSTITUÍDO POR DUAS CONCHAS EM PLÁSTICO REVESTIDAS COM ALMOFADAS DE ESPUMA EM SUAS LATERAIS (QUE ENTRAM EM CONTATO COM A CABEÇA DO USUÁRIO) E NO INTERIOR DAS CONCHAS POSSUÍ TAMBÉM UCCOS DE SUSPENSÃO, CONSTITUÍDO POR ARCO DE MATERIAL PLÁSTICO PRETO COM BORRACHA MACIA CINZA NA PARTE INTERNA, DIVIDIDO EM DUAS PARTES PELA PONTE E APOIO NASAL E PLAQUETAS DE CLORETO DE POLIÉTER, TIPO BOTINA, FECHAMENTO EM CADARÇO, CONFECIONADO EM COURO CURTIDO AO CRONO, PALMILHA DE MONTAGEM FOJADA PELO SISTEMA STROBEL RESISTENTE À PROVA DE PERFURAÇÃO, SOLADO DE COMPOSITE, PROTETOR DE METATARSO, SOLADO EM PLÁSTICO ANTIDERRAPANTE.	Proteção auditiva	1527798	Lavar com sabão neutro	De acordo com indicação do fabricante / validade descrito na embalagem.	Geral (G)
ÓCULOS		18065	Pq	ÓCULOS DE SEGURANÇA TIPO BOTINA, FECHAMENTO EM CADARÇO, CONFECIONADO EM COURO CURTIDO AO CRONO, PALMILHA DE MONTAGEM FOJADA PELO SISTEMA STROBEL RESISTENTE À PROVA DE PERFURAÇÃO, SOLADO DE COMPOSITE, PROTETOR DE METATARSO, SOLADO EM PLÁSTICO ANTIDERRAPANTE.	Proteção dos olhos	1548962	Lavar com sabão neutro	De acordo com indicação do fabricante / validade descrito na embalagem.	Geral (G)
CALÇADO TIPO BOTINA METATARSO		27784	Par	ÓCULOS DE SEGURANÇA TIPO BOTINA, FECHAMENTO EM CADARÇO, CONFECIONADO EM COURO CURTIDO AO CRONO, PALMILHA DE MONTAGEM FOJADA PELO SISTEMA STROBEL RESISTENTE À PROVA DE PERFURAÇÃO, SOLADO DE COMPOSITE, PROTETOR DE METATARSO, SOLADO EM PLÁSTICO ANTIDERRAPANTE.	Proteção dos membros inferiores	25- 15276759 26- 15276759 27- 15276759 28- 15276759 29- 15276759 30- 15276759	Lavar com sabão neutro	De acordo com indicação do fabricante / validade descrito na embalagem.	Geral (G)
CALÇADO TIPO BOTINA METATARSO		18058	par	ÓCULOS DE SEGURANÇA TIPO BOTINA, FECHAMENTO EM CADARÇO, CONFECIONADO EM COURO CURTIDO AO CRONO, PALMILHA DE MONTAGEM EM FIBRAS ANTIPERFORANTES, BIQUEIRA DE COMPOSITE, PROTETOR DE METATARSO, SOLADO EM PLÁSTICO ANTIDERRAPANTE.	Proteção dos membros inferiores	25- 15276759 26- 15276759 27- 15276759 28- 15276759 29- 15276759 30- 15276759	Lavar com sabão neutro	De acordo com indicação do fabricante / validade descrito na embalagem.	Geral (G)
RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR		12375	ps	ÓCULOS DE SEGURANÇA TIPO BOTINA, FECHAMENTO EM CADARÇO, CONFECIONADO EM COURO CURTIDO AO CRONO, PALMILHA DE MONTAGEM EM FIBRAS ANTIPERFORANTES, BIQUEIRA DE COMPOSITE, PROTETOR DE METATARSO, SOLADO EM PLÁSTICO ANTIDERRAPANTE.	Proteção respiratória	1527798	Materiais descartáveis	De acordo com indicação do fabricante / validade descrito na embalagem.	Específico (ES)

O mapeamento oficial se encontra disponível no SharePoint :

https://globalvale.sharepoint.com/teams/Ferrosos_Sudeste/seguranca/Comit%20de%20EPI%20%20Diretoria%20de%20Ferrosos%20Sudeste/Forms/AllItems.aspx?viewpath=%2Fteams%2FFerrosos%2FSudeste%2Fseguranca%2FComit%20de%20EPI%20%20Diretoria%20de%20Ferrosos%20Sudeste%2FForms%2FAllItems%2Easpx



5.4.1.1 Responsabilidade da empresa quanto ao EPI: SIGEPI

“Obriga-se o empregador, quanto ao EPI, a”:

- a) Adquirir o tipo adequado à atividade do empregado;
- b) Fornecer ao empregado somente EPI aprovado pelo MTE;
- c) Treinar o trabalhador sobre o seu uso adequado;
- d) Tornar obrigatório o seu uso;
- e) Substituí-lo, imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) Comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada no EPI.

5.4.1.1 Responsabilidade do empregado quanto ao EPI:

Obriga-se o empregado, quanto ao EPI, a:

- a) Usá-lo apenas para a finalidade a que se destina;
- b) Responsabilizar-se por sua guarda e conservação;
- c) Comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;

OBSERVAÇÕES:

Caso a empresa utilize Serviços de Terceiros, deve exigir destes, o uso efetivo e adequado dos equipamentos de proteção individual cabíveis. Esta obrigação deverá ser explicitada no contrato.

Após o desligamento do empregado, a ficha individual de EPI's deverá ser arquivada juntamente com o prontuário do funcionário na sede da empresa e no caso do sistema SIGEPI deverá ser utilizado o arquivamento eletrônico visando a comprovação da entrega/treinamento/uso dos mesmos em eventuais litigâncias.

A empresa deverá controlar a entrega de EPI aos empregados através de ficha individual de EPI ou sistema SIGEPI onde serão registrados o tipo de EPI, marca, modelo, CA, a data de entrega do EPI ao empregado e a assinatura eletrônica ou assinatura do mesmo, no ato do recebimento do EPI.



6. Programas e Procedimentos de Segurança e Saúde específicos

6.1 Programa de conservação auditiva – PCA

O Programa de Conservação Auditiva - PCA é o conjunto de atividades que visam prevenir ou estabilizar as perdas auditivas ocupacionais por meio de um processo dinâmico, com oportunidades de melhoria contínua, o qual desenvolve atividades planejadas e coordenadas entre as diversas áreas envolvidas na empresa.

O programa é parte integrante do conjunto mais amplo das iniciativas da empresa, estando integrado com o Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional - PCMSO e articulado com as demais prescrições legais.

O PCA é parte integrante deste programa, mas devido às suas características de possuir cronograma específico, responsável específico e ser constituído de vários documentos técnicos normatizados pela empresa. No entanto, primando pela integração a este programa o cronograma de ações do PCA será acompanhado durante as análises críticas deste PGR. As evidências relativas à manutenção e controle do PCAR são de responsabilidade do setor de Medicina do Trabalho e Higiene Ocupacional.

6.2 Programa de Proteção Respiratória – PPR

O programa é parte integrante do conjunto mais amplo das iniciativas da empresa, estando integrado com o Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional - PCMSO e articulado com as demais prescrições legais.

Em todas as atividades e operações em que os empregados estejam expostos à gases, vapores, poeiras, fumos, névoas e neblinas em concentrações acima do Nível de Ação, é obrigatório o uso de proteção respiratória adequada, especificada em função do agente e da concentração do mesmo.

Os empregados deverão receber os Equipamentos de Proteção Respiratória gratuitamente; deverão ser treinados no seu uso correto, bem como manutenção e conservação.

O PPR é parte integrante deste programa, mas devido às suas características de possuir cronograma específico, responsável específico e ser constituído de vários documentos técnicos normatizados pela empresa. No entanto,

p.47/66





primando pela integração a este programa o cronograma de ações do PPR será acompanhado durante as análises críticas deste PGR. As evidências relativas à manutenção e controle do PPR são de responsabilidade do setor de Medicina do Trabalho e Higiene Ocupacional.

6.3 Programa de Ergonomia e organização do trabalho

Para a execução de tarefas que envolvam posturas inadequadas, e outras que por sua natureza ou método de execução possam representar riscos aos trabalhadores, deverão ser observados os preceitos da NR-17, do Programa de Ergonomia Vale (PRO 022812) e das Diretrizes corporativas para Gestão de Ergonomia (PGS-003285).

O programa é parte integrante do conjunto mais amplo das iniciativas da empresa, estando integrado com o Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional - PCMSO e articulado com as demais prescrições legais.

Através da atuação conjunta da Saúde, Segurança e ações de boas práticas nas áreas, as medidas ergonômicas têm sido implantadas, com o intuito de promover a melhoria das condições de trabalho, através da adequação das condições ergonômicas de equipamentos e dispositivos, facilitando a realização das tarefas e prevenindo riscos em saúde e segurança ocupacional.

O planejamento e implantação do Programa de Ergonomia é de responsabilidade da equipe de Saúde Ocupacional, no entanto, primando pela integração a este programa o cronograma de ações de Ergonomia será acompanhado durante as análises críticas deste PGR..

6.4 Gerenciamento de Saúde, Segurança e Meio Ambiente para Contratadas

A Vale estabelece através do PTP 851 – Gerenciamento de Saúde, Segurança e Meio Ambiente para contratadas Vale, o modelo de Gestão que tem como objetivo estabelecer as diretrizes de SSMA aplicáveis para as contratadas e subcontratadas visando garantir a uniformidade e a transparência no relacionamento com os fornecedores de produtos e serviços, conforme fluxo:

p. 48/66

Identificação: PGR-MG CMT_TAM	Rev. Documento: 01 – 19-03-2019	Análise Global: 19-03-2020	Área Emitente: SESMT	Classificação: PÚBLICO	Cópia Controlada: CC01 – SESMT/HO
---	---	--------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---



A contratada deverá cumprir atendimento aos Requisitos Legais, aos requisitos da VALE e as Cláusulas Contratuais, visando sempre a melhoria contínua dos processos.

O Guia de Mobilização de Prestador de Serviço está disponível na Página de Fornecedor da Vale. Link:

<http://www.vale.com/brasil/PT/suppliers/become-supplier/Paginas/SejaFornecedor.aspx>

7. Estabelecimento de Objetivos, Metas, Prioridades e Cronograma

7.1. Objetivos

Eliminar, neutralizar, minimizar ou controlar os riscos ocupacionais presentes em cada setor de trabalho da empresa, tornando o ambiente de trabalho um local seguro e agradável, conforme o disposto nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, e/ou da American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), onde não existir parâmetros nacionais de comparação;

Subsidiar o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), objeto da Norma Regulamentadora n.º 7, e estar articulado com o disposto nas demais Normas Regulamentadoras da mencionada Portaria como parte integrante de um conjunto mais amplo de iniciativa da Empresa no campo da prevenção da saúde do trabalhador;

Servir de guia, suporte e orientação para os líderes, nas tomadas de decisão quanto à implantação/implementação de ações relativas à segurança e higiene ocupacional;

Constituir-se numa fonte de dados relativos à Segurança do Trabalho para fins de consulta e elaboração do PPP – Perfil Profissiográfico Previdenciário;



7.2. Metas

A Vale S.A. assumi como meta o controle dos riscos gerados em suas atividades e/ou aqueles oriundos dos ambientes de trabalho a que seus empregados poderão estar expostos no desenvolvimento de suas atividades.

Em consonância com o controle dos riscos é necessário e fundamental a aplicação e cumprimento da legislação trabalhista vigente, e outras articuladas com esta.

Para possibilitar mensurar o atendimento destas metas é apresentado neste programa um conjunto de ações que constitui o Anexo A – Cronograma de Ações, com datas previstas de execução que, uma vez atendidas, tem-se a expectativa de alcançar as metas para o controle dos riscos e aderência a legislação pertinente.

As metas definidas para este programa são:

Meta	Indicador
Reduzir a quantidade de empregados expostos aos agentes, usando como base os Limites de Exposição Ocupacional – LEO: - Sílica (ACGIH) - Tricloroetileno no processo de vulcanização - Ruído	Desempenho inicial: Redução de 3% do efetivo total exposto
	Alvo: Baseline: redução de 5% do efetivo total exposto
	Desempenho Excepcional: Redução de 10% do efetivo total exposto
Implantar ações de S&S previstas no “Plano de Investimento 2019”, para redução dos cenários de riscos de saúde e segurança na unidade.	Reduzir o fator de risco classificado como “Muito Alto e/ou Alto” durante o ano de 2019 com aplicação de medidas de controle. Meta: 01 Risco classificado como Muito Alto e/ou Alto

7.2. Prioridades

No que se refere ao gerenciamento dos riscos ocupacionais, o critério a ser adotado para definição de prioridades segue a diretriz da NFN 0001- Norma de planejamento, desenvolvimento e gestão.

As ações e medidas de controles a serem implementadas terão as seguintes prioridades:

Quando a situação na fase de antecipação ou reconhecimento estiver gerando risco grave e iminente para a segurança e saúde dos trabalhadores.



Quando a situação na fase de avaliação apresentar índices superiores os limites de tolerância estabelecidos pela NR-15 da Portaria 3214/78, ou da ACGIH na ausência destes.

Quando a situação na fase de avaliação apresentar índices entre o nível de ação e os limites de tolerância.

As ações de melhorias das condições dos ambientes de trabalho devem ser priorizadas. Ventilação diluidora e/ou ventilação exaustora em ambientes com geração de contaminantes em suspensão no ar; sistemas de enclausuramentos de fontes ruidosas; barreiras isolantes térmicos, acústicos e contra radiações não ionizantes provenientes dos processos de soldagem; umidificação dos locais e/ou pontos com geração de poeira onde isso for possível são exemplos de medidas de controle que poderão ser adotadas nos ambientes de trabalho.

Quando as medidas de ordem coletiva não puderem ser implementadas, quer por questões técnicas e / ou econômicas, deverão ser adotadas medidas na organização do trabalho e, por último, a utilização dos EPIs. Essas prioridades serão definidas por ordem técnica e econômica. A prioridade técnica levará em consideração as condições de risco baixo, médio, alto e muito alto, conforme a hierarquia de controle de riscos.

7.3. Cronograma de Implementação

O Cronograma de Implementação deste PGR apresenta os prazos estabelecidos para o desenvolvimento das etapas e o cumprimento das metas do Programa, sendo apresentado no Anexo I deste documento.

8. Estratégias

8.1. Responsável da Empresa pelo PGR:

Será responsável pelo Programa de Gerenciamento de Riscos da Vale, Mina de Capitão do Mato e Mina do Tamandará, Karina Araújo Costa Rapucci.

8.2. Coordenador do Programa:

Leonardo Silva Dias – Mina de Capitão do Mato

Mariana Souza Fontes – Mina do Tamandará

8.3. Comprometimento:

Todos os empregados deverão estar comprometidos com a implementação deste Programa, participando efetivamente da sua execução.

8.4. Banco de Dados:

Todos os dados relativos à elaboração do PGR serão mantidos arquivados na sala de segurança do trabalho da respectiva mina (Capitão do Mato ou Tamanduá) durante 20 anos, constituindo-se um banco de dados com o histórico administrativo e técnico de seu desenvolvimento.

8.5. Recursos materiais e financeiros:

Será de responsabilidade do Gerente a liberar os recursos para a elaboração e a execução do Programa, assim como para a execução das medidas de controle e dos monitoramentos que se fizerem necessários.

8.6. Legislação:

O presente Programa deverá ser cumprido de acordo com o prescrito na Lei nº 6.514 de 22/12/1977, Portaria nº 3.214 de 08/06/1978 – NR-22 Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração.

8.7. Documentação

A Vale deverá manter a disposição da fiscalização os seguintes documentos:

- Livro obrigatório de inspeção do trabalho;
- Contrato social (última alteração contratual) e CNPJ;
- Registros de todos os empregados;
- Atestados de saúde ocupacional de todos os empregados;
- CAT (Comunicação de Acidente do Trabalho);



- Fichas de fornecimento, arquivo eletrônico e distribuição de EPI's;
- Registros de palestras e treinamentos;
- PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos;
- PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional;
- PPR – Programa de Proteção Respiratório;
- PAE – Plano de Atendimento a Emergência;
- PSB – Plano de Segurança de Barragens
- PAEBM – Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração
- Plano de Radioproteção da unidade;
- PGRSS - Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
- Inventário dos Vasos de Pressão.

9. Avaliação Preliminar – Procedimentos de Rotina

9.1. Extintores

É de extrema importância a manutenção periódica dos extintores, para que possam ser utilizados de forma eficaz na eventualidade de algum incêndio. A manutenção realizada obedece às normas pertinentes, sendo observada a validade da carga dos mesmos.

9.2. Ar comprimido

É imprescindível a manutenção periódica dos sistemas e válvulas de ar comprimido, sendo esta realizada de acordo com a orientação do fabricante e a norma existente. Além de manter o inventário de vasos de pressão atualizado.

9.3. Fonte Radioativa

É imprescindível realizar os levantamentos radiométricos das fontes radioativas trimestralmente, conforme Plano de Radioproteção da unidade.

9.4. Coleta de lixo

Dentre os controles de riscos biológicos nos locais de trabalho da VALE existem procedimentos para o descarte de materiais potencialmente contaminados, incluindo sua classificação segundo normas definidas pela legislação específica.

Os procedimentos de coleta, classificação, separação, acondicionamento, transporte e descarte final de resíduos são apresentados no PGRSS – Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde da unidade.

10. Procedimentos de Emergência em Caso de Acidentes

10.1 - Plano de emergência da unidade

Em casos de incidentes acione o ramal de emergência através do número 111 ou de ligação externa pelo ramal 0800-2868053 e celular (31) 99647.5371 para que seja prestado o socorro adequado.

10.2 – Análise de Incidentes

Em caso de ocorrência de incidentes de qualquer natureza, incêndios, derramamentos de produtos químicos, dentre outros, deverão ser seguidas as orientações do plano de atendimento à emergência de Ferrosos Sul.

Todos os acidentes de trabalho, sejam com ou sem lesão, deverão ser comunicados, registrados, investigados e analisados com o objetivo de identificar as causas dos mesmos, bem como proporcionar subsídios para a adoção de medidas corretivas e/ou preventivas que evitem a repetição do mesmo.

O mesmo se aplica aos quase acidentes. Deverão ser comunicados, registrados, investigados e analisados.



Os prazos para comunicação, análise e investigação dos acidentes e quase acidentes, bem como os critérios para a constituição da comissão que irão analisá-los estão contidos no PGS-003384 - Gerenciamento de Incidentes de SSMA.

11. Treinamentos

A empresa proporciona aos trabalhadores treinamento, qualificação, informações, instruções e reciclagens necessárias para preservação da sua segurança e saúde, levando-se em consideração o grau de risco e natureza das operações e exigências legais.

Os treinamentos de segurança são listados na matriz de aplicabilidade poderão ser ministrados tanto por equipe própria ou empresas de consultoria especializada.

O treinamento Específico na Função consiste em treinamentos nos procedimentos de S&S e operacionais contemplando a carga horária de 40 horas (quarenta) previsto na NR 22/MTE e a Orientação em Serviço por 45 dias (quarenta e cinco) é aplicada durante a execução de atividades, conforme previsto na NR 22/MTE.



12. Monitoramento do PGR

O monitoramento periódico do programa será realizado anualmente ou sempre que houver alterações nos processos produtivos, nos locais de trabalho ou no modo de execução das tarefas ou, quando da adoção de novas medidas de controle.

Independente da ocorrência de alterações ou da implantação de medidas que interfiram ou controlem a exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais, deverá haver o monitoramento periódico dessa exposição.

A frequência dos monitoramentos periódicos é menor para as exposições com com média geométrica superior ao Nível de Ação e inferior ao Limite de Tolerância, uma vez que se encontram em uma zona de incerteza, podendo a qualquer momento ultrapassar os limites de exposição, sendo necessário um acompanhamento para definição das ações de controle.

As exposições com perfil “Baixo” não requer avaliação quantitativa, assim o monitoramento é facultativo e poderá ser realizado com base na avaliação do profissional da higiene ocupacional para confirmação da categoria de risco.

O acompanhamento dos monitoramentos periódicos será realizado para cada GES/ GHE, de acordo com a Instrução Gerenciamento de Higiene Ocupacional da Vale S/A.

Na avaliação do desenvolvimento do PGR, caso necessário serão revistas às metas e prioridades estabelecidas e realizados os ajustes necessários através da elaboração de uma análise crítica do documento vigente.



13. Registro, Manutenção e Divulgação dos Dados do PGR

13.1. Registro e Manutenção dos Dados e Informações do PGR

Os dados, informações e registros referentes ao planejamento, reconhecimento, avaliação e controle da exposição aos riscos ambientais ficam armazenados em meio eletrônico e/ou físico no setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional da localidade.

São considerados documentos para arquivo e controle toda a documentação referente às coletas de amostras, formulários de campo, análises de laboratórios, registros de equipamentos, certificados de calibração de equipamentos, Análise Preliminar de Risco de Higiene Ocupacional (APR-HO), laudos e relatórios impressos ou qualquer outro documento referente ao desenvolvimento do PGR.

Cada responsável pela implementação do PGR receberá uma cópia controlada do documento contendo todas as informações sobre o reconhecimento, a avaliação e o controle da exposição aos riscos ambientais em sua área, estando o mesmo disponível também no arquivo físico do setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional da localidade.

Toda a documentação arquivada no setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional da localidade. Será mantida por um período de 20 anos e estará a disposição aos trabalhadores interessados e para as autoridades competentes.

13.2. Divulgação dos Dados e Informações do PGR

Em atendimento a Portaria 3214/78, é realizada a divulgação e discussão dos dados e informações contidos neste documento e daqueles referentes às etapas de antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ambientais do PGR, aos membros da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes na Mineração (CIPAMIN).

A apresentação e discussão do PGR à CIPAMIN, bem como de suas alterações, revisões e complementações, ocorrerá sempre em uma das reuniões ordinárias mensais, a cada gestão da Comissão, sendo registrada em ata da reunião.





As informações referentes aos riscos ambientais que possam originar-se nos locais de trabalho, aos meios disponíveis para prevenir ou limitar tais riscos e à proteção contra os mesmos, serão fornecidas aos trabalhadores através de:

- a) Diálogos de Segurança e Saúde Ocupacional;
- b) Atestados de Saúde Ocupacional (ASO), emitidos em função da realização de exames médicos admissionais, periódicos, de retorno ao trabalho ou de mudança de função;
- c) Treinamentos de ambientação realizados nas admissões de empregados;
- d) Campanhas de comunicação e educação;
- e) Treinamentos específicos;
- f) Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho (SIPATMIN).

Cabe às lideranças das áreas efetuarem a divulgação dos dados e informações do PGR aos empregados, com apoio e assessoria do setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional da localidade.

O PGR e todos os seus dados estarão disponíveis aos trabalhadores e seus representantes legais e aos órgãos competentes, em arquivo na sala de segurança do trabalho.

15. Disposições Finais

Este Programa é parte integrante das atividades segurança e saúde ocupacional da VALE S.A. S/A, e deve ter sua validade e eficácia sendo controlada em um processo permanente de melhoramento contínuo, refletindo as reais necessidades desta localidade.

Responsável (is) pela localidade:



KARINA ARAÚJO COSTA RAPUCCI

Documento elaborado por:



Leonardo Silva Dias
Engº Civil/Seg Trab.
CREA. 86.529/D-MG

Leonardo Silva Dias
Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA MG 86529/D

ANEXOS

Anexo I – Orientações ao Responsável pela Implementação do PGR

Os gerentes seguirão as orientações fornecidas pelo Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho da Companhia VALE de forma que sejam cumpridas as determinações prescritas na Norma Regulamentadora NR 22, da Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho, e para que o PGR seja implantado e desenvolvido nesta Unidade:

- a) A VALE é responsável por estabelecer, implementar e assegurar o cumprimento do PGR, como atividade permanente da empresa.
- b) As ações do PGR devem ser desenvolvidas no âmbito de cada Gerência, incluindo seus estabelecimentos e frentes de trabalho, sob a responsabilidade do empregador, com a participação dos trabalhadores.
- c) O PGR é parte integrante do conjunto mais amplo das iniciativas da empresa no campo da preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, devendo estar articulado com o disposto nas ferramentas do S&S da VALE S.A. e nas Normas Regulamentadoras, em especial com o PCMSO.
- d) O PGR deve sofrer uma revisão anual, ou sempre que necessário, para avaliação do seu desenvolvimento, realização dos ajustes necessários e estabelecimento de novas metas e prioridades.
- e) Toda vez que houver inclusões ou alterações de métodos de trabalho, de arranjo físico do local de trabalho, de materiais, produtos ou insumos, ou de máquinas e equipamentos; a implementação ou alteração de medidas de proteção coletiva ou de medidas administrativas e de organização do trabalho; ou qualquer outra modificação que possa interferir significativamente na exposição dos trabalhadores aos riscos ambientais; as Gerências deverão, através do seu SESMT, revisar o PGR, registrando e anexando tal revisão a este documento.
- f) O PGR deverá ser apresentado e discutido nas reuniões ordinárias da CIPAMIN, sendo a cópia deste documento anexada ao livro de atas desta Comissão.
- g) Este documento e suas alterações deverão estar disponíveis de modo a proporcionar o imediato acesso às autoridades competentes, e deverão ser mantidos pela Gerência por um período mínimo de 20 (vinte) anos.

p. 60/66

Identificação: PGR-MG CMT_TAM	Rev. Documento: 01 – 19-03-2019	Análise Global: 19-03-2020	Área Emitente: SESMT	Classificação: PÚBLICO	Cópia Controlada: CC01 – SESMT/HO
---	---	--------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---



- h) O empregador deverá informar os trabalhadores de maneira apropriada e suficiente sobre os riscos ambientais que possam originar-se nos locais de trabalho e sobre os meios disponíveis para prevenir ou limitar tais riscos e para proteger-se dos mesmos.
- i) A VALE e suas Contratadas deverão executar ações integradas para aplicar as medidas previstas no PGR visando a proteção de todos os trabalhadores expostos aos riscos ambientais gerados.
- j) Os dados, as informações e as recomendações sobre o reconhecimento, a avaliação e o controle da exposição dos integrantes de um GF/GES aos riscos ambientais, referem-se a todos os trabalhadores lotados nos cargos ou funções pertencentes àquele grupo.
- k) Todo documento que sirva de evidência da adoção de medidas de controle das exposições ocupacionais aos riscos ambientais, deve ser anexado ao PGR.
- l) O registro de dados referente à implantação do PGR pelas Gerências não deve estar restrito a este documento. Qualquer ação, tanto na alteração ou revisão do reconhecimento e da avaliação da exposição ocupacional aos riscos ambientais, quanto no controle dessas exposições, deve ser registrada e anexada a este Programa.
- m) Para obtenção de informações mais detalhadas sobre as medidas recomendadas para o controle da exposição dos trabalhadores aos riscos ambientais, as Gerências deverão entrar em contato com a equipe responsável pela elaboração deste Programa.
- n) As Gerências que desejarem obter informações mais detalhadas sobre a elaboração, implantação ou revisão deste PGR, deverão entrar em contato com o setor responsável pelos dados de Higiene Ocupacional.



Anexo II – Terminologia

- **Avaliação Qualitativa:** Caracterização preliminar dos riscos ambientais a partir da identificação dos agentes físicos, químicos e biológicos presentes no ambiente de trabalho ou decorrentes do processo produtivo, da categorização dos seus efeitos à saúde, da listagem e do tempo de execução das tarefas desempenhadas pelos empregados.
- **Avaliação Quantitativa:** Determinação das concentrações dos agentes químicos e biológicos ou intensidade dos agentes físicos, através de metodologias de Higiene Ocupacional.
- **Exposição Eventual:** Quando a exposição de um grupo de trabalhadores à ação ou a presença de um determinado agente agressivo no ambiente de trabalho, ocorre de maneira não definida ao longo de sua jornada normal de trabalho.
- **Exposição Habitual:** Quando a exposição de um grupo de trabalhadores à ação ou a presença de um determinado agente agressivo no ambiente de trabalho, ocorre de maneira sistemática e contínua ao longo de sua jornada normal de trabalho.
- **Exposição Intermitente:** Quando a exposição de um grupo de trabalhadores à ação ou a presença de um determinado agente agressivo no ambiente de trabalho, ocorre de forma intercalada ao longo de sua jornada normal de trabalho.
- **Limite de Tolerância:** Valor de concentração ou intensidade relacionado à natureza e tempo de exposição a um agente ambiental estabelecido pelas autoridades governamentais, que deve ser respeitado para fins de prevenção das doenças ocupacionais.
- **Nível de Ação:** Valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição, sendo representado por 50% do Limite de Tolerância para os agentes químicos e 50% da dose para o ruído.
- **Riscos Ambientais:** Agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.



Anexo III – Cronograma de Atividades e de Implantação de Medidas de Controle

Ação: Inspeção para Avaliação de Aderência ao TAC com registro em formulário disponível no Sharepoint	Responsável: SESMT												
	2019/2020												
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	P		X		X		X		X		X		X
	R												

Ação: NR 22.36. 9- (i) elaborar relatório trimestral de atividades, das Minas de CMT e TAM.	Responsável: CIPAMIN e SESMT												
	2019/2020												
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	P	X			X			X			X		
	R												

Ação: Disponibilizar ao SESMT cópia da Declaração de Estabilidade de Barragens-DCE para o caso de barragens inseridas na Política Nacional de Segurança de Barragens	Responsável: Gustavo Marçal (Geotecnista)												
	2019/2020												
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	P			X						X			
	R												

Ação: Reavaliar a exposição ocupacional de vibração de corpo inteiro dos equipamentos de grande porte da mina de CMT e TAM.	Responsável: Tatiana Paula (Higiene Ocupacional)												
	2019/2020												
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	P										X		
	R												

Ação: Revisar as APR-HO da de CMT e TAM	Responsável: Tatiana Paula e Valdiney Sousa (Higiene Ocupacional)												
	2019/2020												
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	P										X		
	R												

Ação: Verificar necessidade de revisão do PGR, ou sempre que houver alterações.	Responsável: Leonardo Dias / Mariana Fontes (SESMT)												
	2019/2020												
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	P						X						X
	R												



Ação: Elaborar a Análise Global do PGR	Responsável: Leonardo Dias / Mariana Fontes (SESMT)												
	2019/2020												
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	P												X
	R												

Ação: Divulgar o PGR e suas ações na CIPAMIN *Caso o PGR sofra alguma revisão durante sua vigência, o mesmo deve ser divulgado junto a CIPAMIN no mês seguinte.	Responsável: Leonardo Dias / Mariana Fontes (SESMT)												
	2019/2020												
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	P						X						X
	R												

P ETAPA PROGRAMADA
R ETAPA REALIZADA



Anexo IV – Rastreabilidade dos documentos:

NOME DO DOCUMENTO	Nº DO DOCUMENTO	DIRETÓRIO PARA LOCALIZAÇÃO
PROCEDIMENTOS INTERNOS VALE		SISPAV
APR-HO E RELATÓRIO DE INFORMAÇÕES DE GHE		SD2000 E DISPONÍVEL COM A ÁREA DE HIGIENE OCUPACIONAL
PGRSS		ARQUIVO FÍSICO DISPONÍVEL NA SAUDE OCUPACIONAL
PLANO DE RADIOPROTEÇÃO		ARQUIVO FÍSICO NA GERÊNCIA DE INFRAELÉTRICA
FICHA TOXICOLÓGICA- FISPQ	DE ACORDO COM O FABRICANTE	EM MEIO FÍSICO DISPONÍVEL NAS ÁREAS
MAPA DE RISCO	CIPAMIN	AFIXADO NAS ÁREAS
PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA		ARQUIVO FÍSICO DISPONÍVEL NO SESMT
PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA		ARQUIVO FÍSICO DISPONÍVEL NO SESMT
PLANO DE ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS	PTP-000889	SISPAV
GERENCIAMENTO PERIGOS E ASPECTOS	NFN 0001	SISPAV
PAEBM		ARQUIVO FÍSICO - DISPONIVEL COM A ÁREA DE GEOTECNICA LOCAL
PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS - PSB		SISTEMA GEOTEC/ GRG E ARQUIVO FÍSICO - DISPONÍVEL COM A ÁREA DE GEOTECNICA LOCAL



Análise Global:

Programa de Gerenciamento de Riscos da mina de CMT e TAM - PGR 19/03/2019 a 19/03/2020				Data:	
REVISÃO	DATA	POR	VERIFICADO	APROVADO	

Controle de Alterações

REV	DATA	POR	VERIF.	APROV.	DESCRIÇÃO





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

CREA-MG

VIA DO CONTRATANTE

Página 1/1

ART de Cargo ou Função
14201800000004660281

1. Responsável Técnico

LEONARDO SILVA DIAS

Título profissional:

ENGENHEIRO CIVIL; ESPECIALIZACAO: ENGENHEIRO DE SEGURANCA DO
TRABALHO;

RNP: 1403725896

Registro: 04.0.0000086529

2. Contratante

Contratante: VALE S.A.

Logradouro: ÁREA RURAL

Complemento: FAZ RIO DE PEIXE

Cidade: NOVA LIMA

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO

Bairro: ÁREA RURAL

UF: MG

CNPJ: 33.592.510/0034-12

Nº: 00000

CEP: 34019-899

3. Vínculo Contratual

Unidade administrativa: 33.592.510/0034-12

Logradouro: ÁREA RURAL

Complemento: FAZ RIO DE PEIXE

Cidade: NOVA LIMA

Data de início: 14/06/2018

Tipo de vínculo: EMPREGADO

Identificação do cargo/função: ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Bairro: ÁREA RURAL

UF: MG

Nº: 000000

CEP: 34019-899

4. Atividade Técnica

Desempenho de CARGO TECNICO

Quantidade:

Unidade:

44.00

H/SEM

A mudança de cargo ou função exige o registro de nova ART

5. Observações

6. Declarações

7. Entidade de Classe

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE ENGENHARIA DE SEGURANÇA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte 19 de março de 2019

Local: Leonardo Silva Dias data: 19/03/2019

LEONARDO SILVA DIAS Engº Civil/Seg Trab. RNP: 1403725896

CREA. 86 529/D-MG

VALE S.A. CNPJ: 33.592.510/0034-12

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-mg.org.br ou www.confed.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.crea-mg.org.br | 0800.0312732



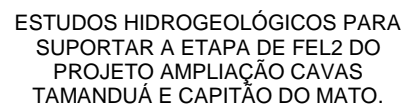
Valor da ART: 82,94

Registrada em: 31/07/2018

Valor Pago: 82,94



Nosso Número: 000000004544548

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS





2

TE: TIPO	A - PRELIMINAR	C - PARA CONHECIMENTO	E - PARA CONSTRUÇÃO	G - CONFORME CONSTRUÍDO
EMIÇÃO	B - PARA APROVAÇÃO	D - PARA COTAÇÃO	F - CONFORME COMPRADO	H - CANCELADO



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 2/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	4
2.0	DADOS DE MONITORAMENTO HÍDRICO	6
2.1	DADOS PLUVIOMÉTRICOS	6
2.2	DADOS DE BOMBEAMENTO	10
2.3	DADOS PIEZOMÉTRICOS	15
2.4	DADOS FLUVIOMÉTRICOS.....	27
3.0	GEOLOGIA	32
4.0	MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEITUAL	35
4.1	SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS	35
4.1.1	<i>Sistema Hidrogeológico em Coberturas Sedimentares.....</i>	<i>38</i>
4.1.2	<i>Sistema Hidrogeológico em Rochas Carbonáticas</i>	<i>38</i>
4.1.3	<i>Sistema Hidrogeológico em Formação Ferrífera.....</i>	<i>39</i>
4.1.4	<i>Sistema Hidrogeológico em Rochas Quartzíticas</i>	<i>40</i>
4.1.5	<i>Sistema Hidrogeológico em Rochas Metapelíticas.....</i>	<i>40</i>
4.1.6	<i>Sistema Hidrogeológico em Rochas Xistosas</i>	<i>40</i>
4.1.7	<i>Sistema Hidrogeológico em Rochas Cristalinas.....</i>	<i>41</i>
4.1.8	<i>Sistema Hidrogeológico em Rochas Metabásicas</i>	<i>41</i>
4.2	DINÂMICA DE CIRCULAÇÃO E INTERAÇÃO HÍDRICA.....	42
5.0	CONSTRUÇÃO DO MODELO NUMÉRICO.....	69
5.1	BASE TOPOGRÁFICA E HIDROGRÁFICA.....	69
5.2	MALHA DE CÁLCULO	71
5.3	GEOMETRIA DAS UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS.....	73
6.0	CALIBRAÇÃO.....	75
6.1	REGIME PERMANENTE	75
6.2	REGIME TRANSIENTE.....	82
6.2.1	<i>Grupo córrego Fechos margem esquerda.....</i>	<i>85</i>
6.2.2	<i>Grupo córrego Fechos margem direita/ norte mina Tamandua</i>	<i>88</i>
6.2.3	<i>Grupo a nordeste da mina Tamandua.....</i>	<i>94</i>
6.2.4	<i>Grupo mina Tamandua central</i>	<i>97</i>
6.2.5	<i>Grupo mina Tamandua sul.....</i>	<i>103</i>
6.2.6	<i>Grupo condomínio Morro do Chapéu</i>	<i>110</i>
6.2.7	<i>Grupo mina Capitão do Mato.....</i>	<i>113</i>
6.2.8	<i>Grupo talude norte mina Capitão do Mato.....</i>	<i>120</i>
7.0	SIMULAÇÕES DE DESAGUAMENTO FUTURO	125
7.1	SIMULAÇÃO PARA OS ANOS DE 1 A 5	129
7.2	SIMULAÇÕES PARA O ANO 10 E ANO 43	131
8.0	ANÁLISES DE IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS	135
8.1	ANÁLISES DE IMPACTOS 2009-2019	138
8.1.1	<i>Análise de impactos no córrego Fechos (2009-2019)</i>	<i>149</i>
8.2	IMPACTOS FUTUROS.....	153

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 3/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

8.2.1	Análise de impactos futuros no córrego Fechos.....	156
9.0	SIMULAÇÕES DE RECUPERAÇÃO DO NÍVEL D'ÁGUA	157
10.0	PLANO DE MONITORAMENTO	162
11.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	168
12.0	EQUIPE	173
13.0	REFERÊNCIAS	174

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 4/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

1.0 INTRODUÇÃO

Este documento é parte integrante do estudo hidrogeológico do Projeto AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO, no âmbito do contrato Nº 5900062316 celebrado entre a HIDROVIA e a VALE. Neste relatório são apresentados a caracterização hidrogeológica da área de estudo, o diagnóstico da situação atual, bem como a identificação e avaliação dos potenciais impactos futuros nas águas subterrâneas decorrentes da ampliação das minas Tamanduá (TAM) e Capitão do Mato (CMT).

A avaliação de impactos foi realizada por meio da elaboração e calibração de um modelo numérico de fluxo de água subterrânea e simulações de cenários futuros. Por meio do modelo, foi possível simular as condições hidráulicas impostas pelo rebaixamento do nível d'água nos cenários de expansão das minas de Tamanduá e Capitão do Mato e estimar os impactos na dinâmica hídrica no entorno decorrentes dessas intervenções, destacando os potenciais impactos na bacia de Fechos. Além disso, foi feita a simulação de enchimento das cavas a partir da elevação dos níveis de água após o término do bombeamento para rebaixamento, no cenário de exaustão das lavras, sendo também avaliados os resultados dessa nova condição de equilíbrio hídrico.

A área de estudo definida para o Projeto Ampliação Cavas Tamanduá e Capitão do Mato foi delimitada de modo a atender ao objetivo principal do trabalho, ou seja, a previsão dos impactos nos recursos hídricos subterrâneos com expansão das cavas TAM e CMT. A Figura 1.1 ilustra a área de estudo e a distribuição dos limites físicos e hidráulicos definidos como balizadores, capazes de incorporar os seguintes aspectos hidrogeológicos:

- i) dados de monitoramentos hídricos existentes;
- ii) principais unidades hidrogeológicas;
- iii) as condições e as formas de circulação hídrica subterrânea, incluindo as possíveis alterações na dinâmica de fluxo hídrico provocadas pela presença e operação das cavas; e,
- iv) os processos de recarga e descarga dos sistemas aquíferos locais.

A área delimitada apresenta aproximadamente 82 km² baseando-se nos seguintes limites físicos e hidráulicos:

- Norte/Nordeste: ponto de confluência dos córregos Marumbé e Grota Fria;
- Nordeste/Sudeste: divisor topográfico da margem direita do córrego Marumbé, seguindo-se para sudeste pelos divisores dos córregos do Mendes e Boiadeiro;
- Sul: talvegue do ribeirão Marinhos;
- Sudoeste/Noroeste: divisor topográfico da margem esquerda do ribeirão Capitão do Mato, estendendo-se para a porção a noroeste pelo talvegue até sua cabeceira.
- Noroeste/Norte: divisor topográfico da cabeceira e da margem esquerda do córrego Fechos.

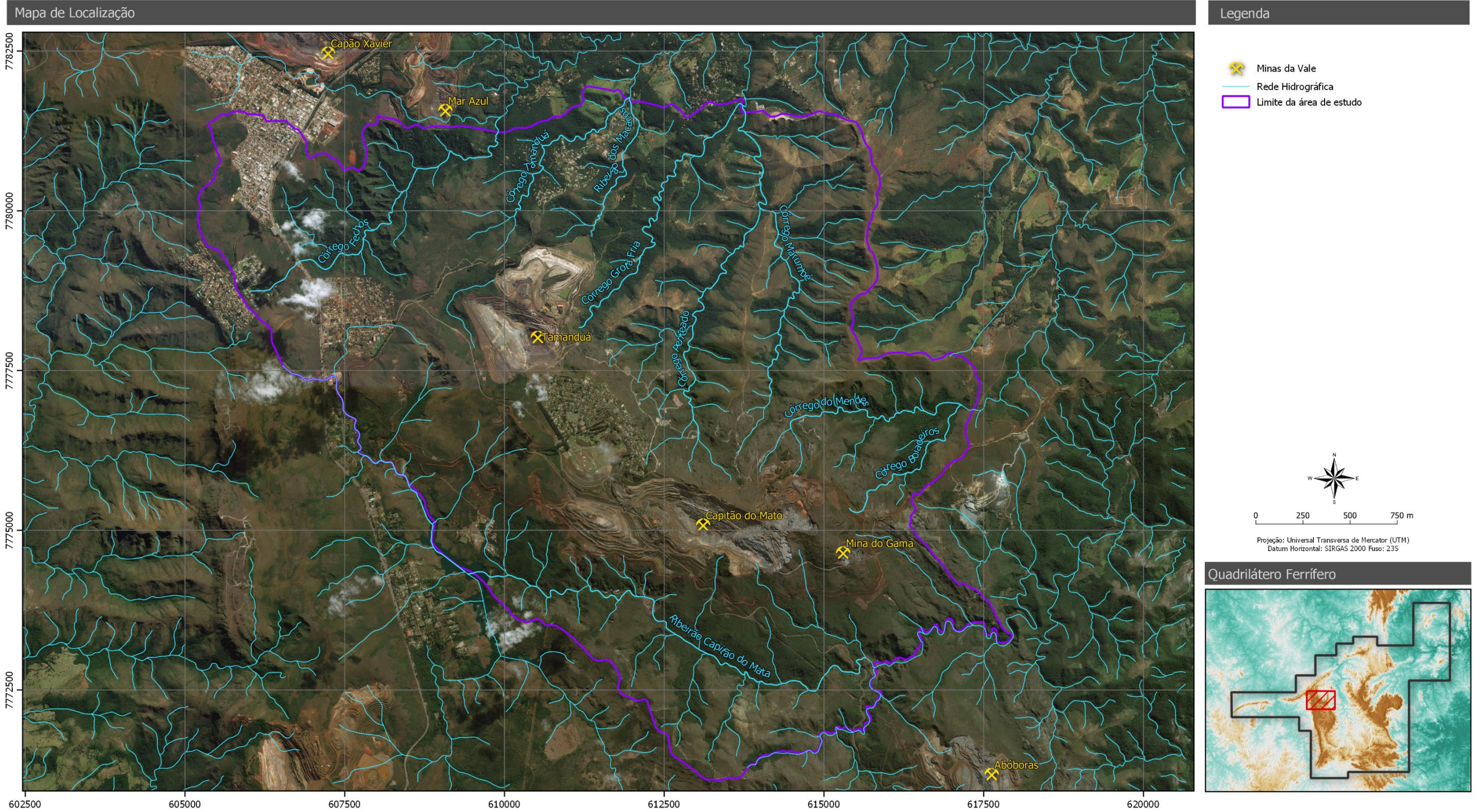




Figura 1.1 - Localização da área de estudo

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO	Nº VALE	-	PÁGINA 6/177
	Nº CONTRATADA	-	REV. 2

2.0 DADOS DE MONITORAMENTO HÍDRICO

Este capítulo consiste na organização e tratamento das informações fornecidas pela contratante. Os dados de monitoramento recebidos para o presente estudo são: dados pluviométricos, registros de vazões em estações fluviométricas e poços de rebaixamento, além de cotas de nível da água em piezômetros e indicadores de nível d'água, das minas Tamanduá (TAM) e Capitão do Mato (CMT) e minas no entorno (Capão Xavier - CPX e Mar Azul - MAZ).

2.1 Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos registrados no entorno das minas de Tamanduá e Capitão do Mato foram disponibilizados pela VALE em planilhas Excel, extraídas em forma de consulta do banco de dados Geotec (Vale, 2019a).

No entorno das referidas minas há dois pluviômetros com registro de dados, PLV-04 TAM e PLV-07 TAM, com séries históricas a partir de 2003 e 2012, respectivamente, até o presente. No entorno da área de estudo, também se encontra a estação pluviométrica PVL-03, em Capão Xavier, com registro histórico desde 1984. Os dados das coordenadas e informações dos pluviômetros mencionados estão dispostos na Tabela 2.1.



Tabela 2.1 - Localização dos pluviômetros

Mina	Nome	Cod. Geotec	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Situação
Tamanduá	PLV-07 TAM	TAMPL039	610,806	7,778,276	1,195	Ativo
	PLV-04 TAM	TAMPL038	610,623	7,777,244	1,432	Ativo
Capão Xavier	PLV 01 - CPX	PLV 03 - CPX	607,939	7,782,558	1,350	Ativo

Coordenadas na projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S.

As séries históricas da precipitação pluviométrica localizada nestas minas apontam regime pluvial que define o período chuvoso de outubro a março e período seco de abril a setembro, conforme indicado pelas médias mensais na Figura 2.1. Observa-se também que a máxima, no mês de dezembro, no instrumento PLV-07 TAM é muito inferior às demais, uma vez que este instrumento apresenta registros apenas a partir de 2012, coincidente ao início do período de estiagem prolongada na região sudeste do Brasil. Na Figura 2.2 é apresentada a distribuição anual da precipitação nos instrumentos mencionados.

A precipitação plurianual média registrada no instrumento PLV-01 é de 1.780 mm/ano com média do período seco de 196 mm/ano e do período chuvoso de 1.584 mm/ano, conforme se observa na Tabela 2.2 -. No instrumento PLV-04 a média plurianual é de 1.691 mm/ano, sendo a média do período seco de 193 mm/ano e do período chuvoso de 1.491 mm/ano (Tabela 2.3). Já para o instrumento PLV-07 a média plurianual é de 1.313 mm/ano, sendo a média do período seco de 157 mm/ano e do período chuvoso de 1.113 mm/ano (Tabela 2.4). No período chuvoso estão concentradas mais de 85% das chuvas anuais.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 7/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

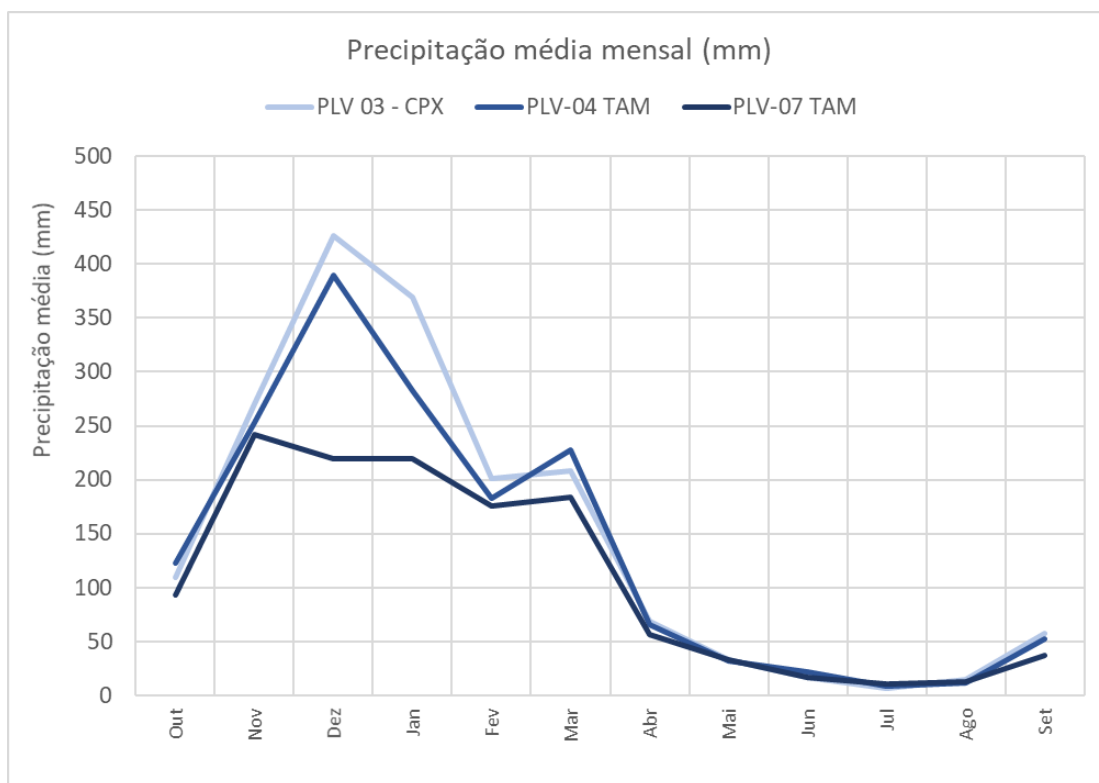


Figura 2.1 - Distribuição média da precipitação ao longo dos anos hidrológicos (PLV-01: 1984-2018; PLV-04: 2003-2018; e PLV-07: 2012-2018)

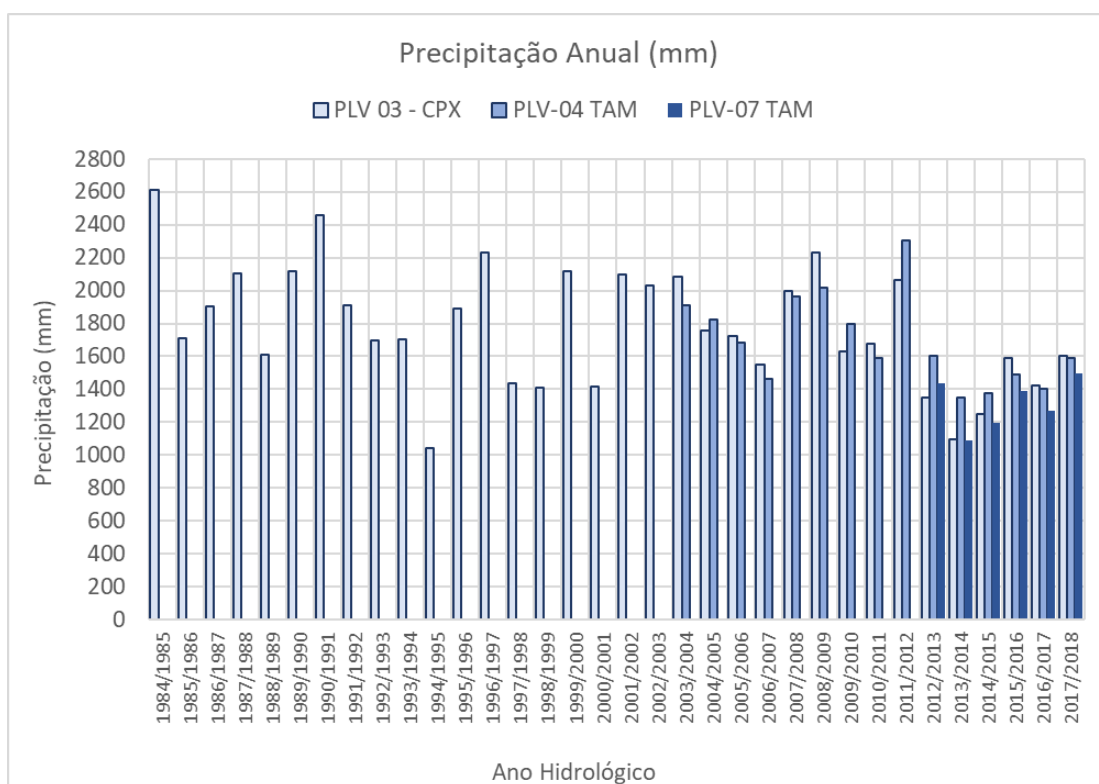


Figura 2.2 - Distribuição anual da precipitação nos instrumentos PLV-01, PLV-04 e PLV-07



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 8/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 2.2 - Registro da precipitação pluviométrica mensal (mm) da Estação PLV-07 para os anos 2012-2019

Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Período Seco	Período Chuvoso	Total
2012/2013	43	383	84	380	77	234	118	46	36	0	1	32	233	1201	1433
2013/2014	130	68	398	148	14	208	56	14	3	43	5	1	123	966	1089
2014/2015	90	250	118	104	262	171	18	83	3	22	0	78	203	996	1199
2015/2016	79	231	124	504	100	196	31	14	49	0	17	49	160	1233	1392
2016/2017	101	319	294	142	210	124	27	36	18	0	0	0	81	1190	1271
2017/2018	114	205	243	215	317	256	16	12	0	0	52	64	144	1352	1495
2018/2019	92	237	271	43	254	99	130	29	11	-	-	-	-	996	-
Mínima	43	68	84	43	14	99	16	12	0	0	0	0	81	966	1089
Média	93	242	219	219	176	184	57	33	17	11	12	37	157	1133	1313
Máxima	130	383	398	504	317	256	130	83	49	43	52	78	233	1352	1495

Coordenadas na projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S

Tabela 2.3 - Registro da precipitação pluviométrica mensal (mm) da Estação PLV-04 para os anos 2003-2018

Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Período Seco	Período Chuvoso	Total
2002/2003	-	-	-	21	68	210	36	21	0	12	7	10	86	-	-
2003/2004	45	261	307	406	473	143	158	31	47	39	0	0	275	1635	1910
2004/2005	80	168	476	265	227	338	70	65	17	5	14	101	271	1553	1824
2005/2006	117	283	522	180	164	246	30	46	9	15	3	69	172	1512	1684
2006/2007	117	279	302	483	106	68	76	24	0	7	0	2	110	1354	1464
2007/2008	86	224	397	347	229	317	168	0	14	0	75	106	363	1600	1964
2008/2009	105	258	713	298	194	211	40	24	44	3	17	112	240	1779	2019
2009/2010	279	164	692	198	130	176	63	33	1	0	0	57	154	1640	1794
2010/2011	208	278	381	294	78	269	53	5	22	0	0	3	83	1507	1590
2011/2012	202	406	696	578	80	163	56	54	24	0	1	42	177	2124	2301
2012/2013	37	487	88	297	79	322	116	42	78	0	0	58	294	1308	1603
2013/2014	150	155	506	151	68	168	82	14	11	38	2	3	151	1198	1348
2014/2015	101	198	141	139	363	213	24	88	5	20	0	82	220	1155	1375
2015/2016	106	198	168	518	100	178	33	29	56	0	1	104	223	1269	1492
2016/2017	120	310	327	163	224	150	43	35	23	1	1	4	107	1293	1400
2017/2018	91	112	229	192	339	475	0	0	1	1	63	89	154	1437	1591
2018/2019	122	275	295	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	37	112	88	21	68	68	0	0	0	0	0	0	83	1155	1348
Média	123	253	390	283	183	228	66	32	22	9	12	53	193	1491	1691
Máxima	279	487	713	578	473	475	168	88	78	39	75	112	363	2124	2301

Coordenadas na projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S





		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 9/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 2.4 - Registro da precipitação pluviométrica mensal (mm) da Estação PLV-03 para os anos 1984-2018

Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Período Seco	Período Chuvoso	Total
1984/1985	92	322	548	891	308	316	31	40	10	0	0	55	136	2476	2612
1985/1986	133	212	384	383	307	61	42	75	60	0	39	16	231	1479	1711
1986/1987	8	170	590	285	85	445	118	35	34	0	0	132	319	1584	1902
1987/1988	66	288	710	275	356	147	146	36	0	0	0	79	261	1843	2103
1988/1989	106	201	345	145	414	165	0	0	78	43	45	66	232	1376	1609
1989/1990	204	352	720	84	362	132	69	53	19	0	83	42	265	1854	2120
1990/1991	82	289	225	1157	256	219	146	31	0	0	0	54	230	2226	2457
1991/1992	141	220	308	773	183	52	90	39	0	0	9	98	236	1677	1914
1992/1993	158	231	511	169	265	141	122	16	7	0	0	74	220	1475	1695
1993/1994	147	207	409	399	28	392	100	22	0	0	0	0	121	1582	1703
1994/1995	57	157	226	116	257	128	31	23	0	0	0	43	97	942	1039
1995/1996	213	219	661	283	149	206	0	37	0	0	0	120	157	1731	1887
1996/1997	0	539	463	550	132	246	172	0	47	0	0	84	303	1930	2233
1997/1998	127	83	339	290	287	109	23	100	0	0	41	35	198	1235	1433
1998/1999	19	343	342	274	79	226	55	7	4	4	2	58	130	1282	1413
1999/2000	123	410	291	548	262	308	86	0	11	16	27	38	177	1942	2120
2000/2001	71	391	454	132	33	146	21	35	0	13	47	76	191	1226	1418
2001/2002	132	513	462	371	309	160	11	28	0	5	3	103	150	1947	2097
2002/2003	59	203	542	804	142	200	33	20	0	0	17	13	82	1950	2032
2003/2004	68	317	273	446	524	190	140	45	44	39	0	0	268	1818	2087
2004/2005	72	154	531	221	170	324	60	42	26	11	22	125	286	1472	1759
2005/2006	91	287	547	149	153	308	67	20	12	11	7	73	189	1535	1724
2006/2007	101	265	339	512	115	90	98	18	3	6	0	5	130	1422	1552
2007/2008	109	225	266	465	274	333	158	0	6	0	49	112	324	1671	1995
2008/2009	104	267	713	376	178	319	49	24	37	0	22	144	276	1956	2231
2009/2010	270	152	649	207	56	155	59	35	3	0	0	44	141	1489	1630
2010/2011	167	333	447	310	89	250	56	1	17	0	0	6	80	1597	1676
2011/2012	198	370	604	386	65	242	62	74	27	0	1	32	197	1864	2061
2012/2013	52	330	118	372	26	177	131	73	23	0	1	47	275	1077	1352
2013/2014	136	91	451	99	30	124	88	21	4	47	1	5	165	930	1095
2014/2015	108	168	153	116	302	197	30	86	6	18	0	64	203	1045	1248
2015/2016	112	312	166	526	191	117	11	12	60	0	32	56	170	1423	1593
2016/2017	59	398	394	122	144	221	17	49	16	0	0	4	86	1337	1423
2017/2018	127	188	305	301	309	228	24	16	1	0	52	51	143	1458	1601
2018/2019	122	287	262	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínimo	0	83	118	84	26	52	0	0	0	0	0	0	80	930	1039
Média	109	271	426	369	201	208	69	33	16	6	15	57	196	1584	1780
Máximo	270	539	720	1157	524	445	172	100	78	47	83	144	324	2476	2612

Coordenadas na projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S

		ESTUDOS HIDROGEOLOGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 10/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

2.2 Dados de Bombeamento

O desaguamento das minas Tamanduá e Capitão do Mato é feito por meio de poços tubulares e, por vezes, com auxílio de drenos horizontais (DHPs). Os dados de monitoramento dos poços de bombeamento foram disponibilizados pela VALE em planilhas Excel®, contendo as seguintes informações:

- Planilha “*TAM_POÇOS_2019.xlsx*” (Vale, 2019b) - Vazões médias mensais de 38 poços da mina Tamanduá no período entre dezembro de 1996 e julho de 2019.
- Planilha “*CMT POÇOS 2019*” (Vale, 2019d) - Vazões médias mensais de 18 poços da mina Capitão do Mato no período entre agosto de 2000 e julho de 2019.

Além das planilhas de monitoramento das vazões dos poços de bombeamento também foram fornecidas distintas planilhas contendo informações de perfil construtivo, teste de bombeamento e eficiência dos poços, bem como os boletins de perfuração dos DHPs. Algumas destas informações, consideradas como relevantes ao estudo, estão descritas nas Tabelas 2.5 e 2.6. Na Figura 2.3 é apresentada a distribuição dos poços tubulares e dos drenos horizontais. E na Figura 2.4 a seguir, estão apresentados os gráficos das vazões de bombeamento compiladas para ambas as minas em estudo.





		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 11/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 2.5 - Informações dos poços tubulares nas minas de Capitão do Mato e Tamandua

Mina	Nome	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação Original (mNM)	Profundidade (m)	Situação	Ano da Perfuração	Empresa	Profundidade Crivo (m)	N.E. (m)*
Capitão do Mato	PTP-01/00	612514	7775246	1381.3	178	Inativo	2000	Constroli Projetos e Construções	-	62.0
	PTP-02/02	613443	7774966	1338.9	200	Inativo	2002	Orion Engenharia de Perfurações	-	-
	PTP-03/03	612174	7775691	1381.2	164	Inativo	2003	Orion Engenharia de Perfurações	-	-
	PTP-04/04	613003	7775107	1309.0	102	Inativo	2004	Geosol	-	-
	PTP-05/05	613031	7775032	1282.5	200	Inativo	2005	Hidropoços	-	-
	PTP-06/06	613122	7775352	1360.2	106	Inativo	2006	-	60.0	2.4
	PTP-07/06	613187	7774893	1290.8	172	Inativo	2006	Geosol	92.5	40.8
	PTP-08/06	613381	7775341	1390.3	64	Inativo	2006	Geosol	50.0	23.8
	PTP-09/06	613285	7775400	1391.8	45	Inativo	2006	Geosol	41.9	13.2
	PTP-10/06	612444	7775596	1329.1	190	Inativo	2006	Geosol	146.5	44.9
	PTP-11/07	613078	7775417	-	81	Inativo	2007	Geosol	68.3	16.2
	PTP-12/07	613168	7775530	-	-	Inativo	2007	-	-	-
	PTP-13/08	613411	7774930	1281.8	211	Inativo	2008	Geosol	148.3	36.3
	PTP-14/10	612503	7775406	1308.0	248	Ativo	2010	Geosol	-	-
	PTP-15/11	612800	7775214	-	204	Ativo	2011	Geosol	-	69.3
	PTP-16/14	613031	7775025	1281.9	255	Ativo	2014	Geosol	207.0	21.0
	PTP-17/16	613185	7774897	-	158	Inativo	2016	Geosol	-	35.5
	PTP-18/17	613216	7774880	1230.0	125	Inativo	2017	Geosol	110.0	4.4
	PA 01QM	611646	7775795	1360.0	343	Inativo	2018	Geosol	223.0	125.4
Tamandua	PTP-01/00	610392	7777779	1269.4	181	Inativo	2000	Geosol	103.8	-
	PTP-02/02	610348	7777630	-	142	Inativo	2001	Geosol	-	-
	PTP-03/03	610145	7777549	-	171	Inativo	2003	Geosol	-	-
	PTP-04/95-MCH	610443	7777115	1184.0	232	Inativo	1995	-	182.0	-
	PTP-05/03	610201	7777541	1323.0	171	Inativo	2003	Geosol	-	-
	PTP-06/04	610479	7777494	1300.0	101	Inativo	2004	Geosol	55.0	11.7
	PTP-07/04	610129	7777805	1330.0	200	Inativo	2004	Geosol	180.0	44.0
	PTP-08/04	610049	7777981	1340.9	204	Inativo	2004	Geosol	177.0	53.0
	PTP-09/04	610329	7778057	-	202	Inativo	2004	Geosol	-	73.0
	PTP-10/04	609882	7778348	1290.0	165	Inativo	2004	Geosol	55.0	8.7
	PTP-12/05	610533	7777494	1303.0	100	Ativo	2005	Geosol	82.1	13.9
	PTP-13/06	610052	7777984	-	172	Inativo	2006	Geosol	154.2	93.5
	PTP-14/06	610464	7777870	1168.0	179	Inativo	2006	Geosol	154.9	47.4
	PTP-15/06	610592	7778062	1191.0	170	Inativo	2006	Geosol	130.3	23.8
	PTP-16/06	610720	7777897	1199.0	87	Inativo	2006	Geosol	62.0	44.7
	PTP-17/06	610102	7778174	1274.5	200	Inativo	2006	Geosol	122.9	49.1
	PTP-18/07	610704	7777402	1359.0	115	Inativo	2007	Geosol	90.0	46.8
	PTP-19/07	609684	7778272	1310.0	280	Ativo	2007	Geosol	148.0	94.0
	PTP-20/08	610624	7777736	1172.0	270	Ativo	2008	Geosol	201.8	51.4
	PTP-21/08	610123	7777700	1296.5	221	Inativo	2008	Geosol	158.3	53.8
	PTP-22/10	610410	7777871	-	201	Ativo	2010	Geosol	188.0	13.0
	PTP-23/10	610073	7777445	1120.0	253	Ativo	2010	Geosol	216.0	104.0

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE	PÁGINA
		-	12/177
		Nº CONTRATADA	REV.
		-	2

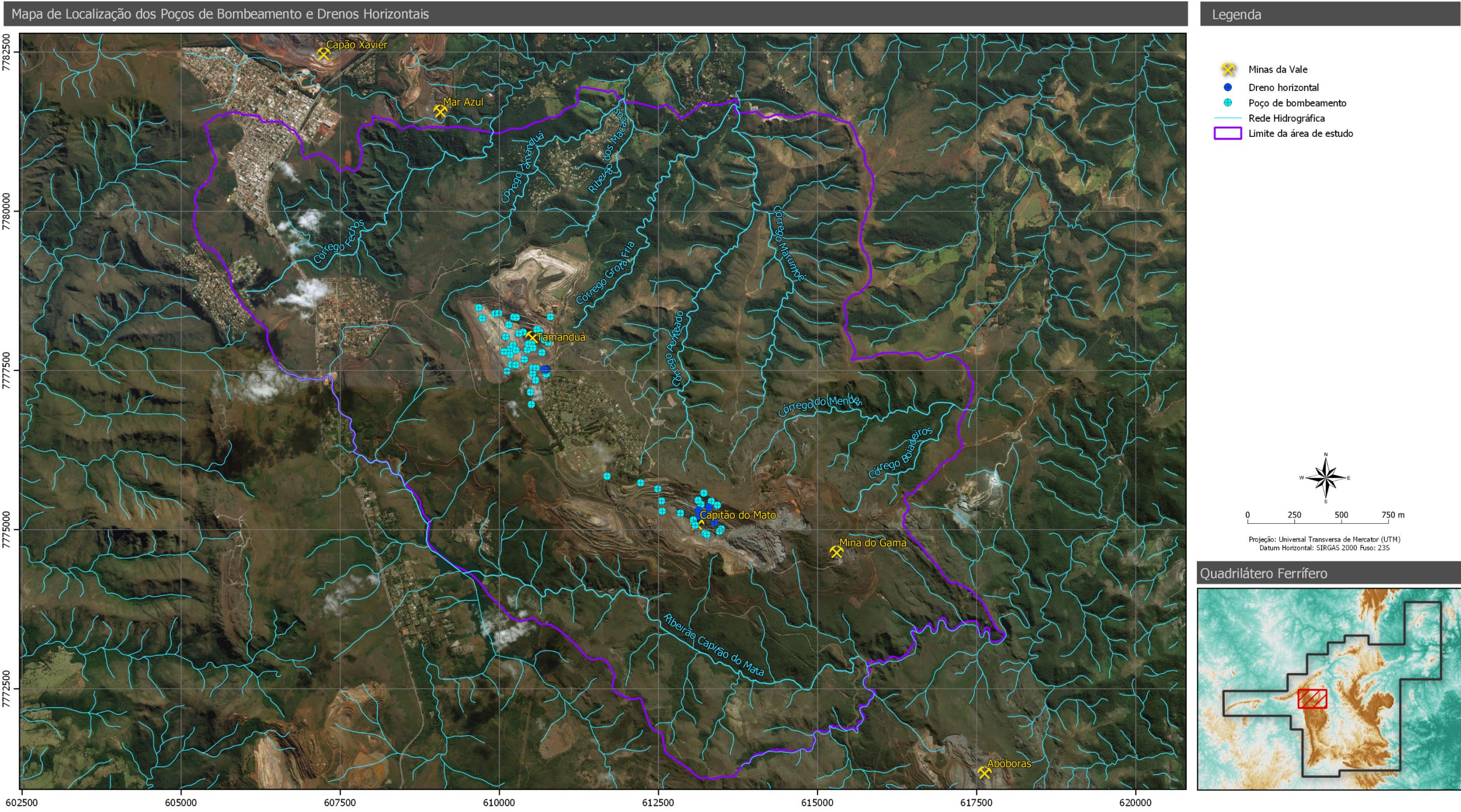
Mina	Nome	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação Original (mNM)	Profundidade (m)	Situação	Ano da Perfuração	Empresa	Profundidade Crivo (m)	N.E. (m)*
Tamandúá	PTP-24/11	609628	7778443	1284.0	253	Ativo	2011	Geosol	224.9	-
	PTP-25/12	610221	7778288	-	217	Inativo	2012	Geosol	168.0	43.2
	PTP-26/12	610262	7778037	1140.1	219	Inativo	2012	-	-	-
	PTP-27/13	610029	7777750	-	200	Inativo	2013	Geosol	-	-
	PTP-28/13	610689	7777401	1359.4	122	Inativo	2013	Geosol	109.0	62.6
	PTP-29/14	610479	7777406	1340.1	166	Ativo	2014	Geosol	142.0	86.5
	PTP-30/14	610661	7777936	1129.7	103	Ativo	2014	Geosol	86.8	34.3
	PTP-31/14	610214	7777543	-	246	Inativo	2014	Geosol	226.0	67.7
	PTP-32/15	610169	7777852	-	205	Ativo	2015	Geosol	24.7	177.0
	PTP-33/15	609945	7778355	-	111	Ativo	2015	Geosol	109.0	59.4
	PTP-34/15	610216	7777775	-	134	Ativo	2015	Geosol	116.9	21.2
	PTP-35/16	610483	7777810	-	186	Ativo	2016	Geosol	166.1	49.8
	PTP-36/17	610524	7777302	1013.0	252	Ativo	2017	Geosol	184.8	43.0
	PTP-39/17	610457	7776923	1415.0	346	Ativo	2017	Geosol	275.0	180.9
	PTP-40/17	610545	7778101	1016.0	184	Ativo	2017	Geosol	163.0	42.7

Coordenadas na projeção UTM, *Datum* SIRGAS 2000, Fuso 23S.
*N.E. – nível estático

Tabela 2.6 - Informações dos drenos horizontais nas minas de Capitão do Mato e Tamandúá

Mina	Nome	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação Original (mNM)	Estrutura
Capitão do Mato	DHP-39/15 CMT	613247	7775305	1330.0	Dreno Horizontal Profundo
	CMT_DHP-40/18	613088	7775261	1280.0	Dreno Horizontal Profundo
	CMT_DHP-41/18	613192	7775198	1280.0	Dreno Horizontal Profundo
	CMT_DHP-42/18	613332	7775069	1265.0	Dreno Horizontal Profundo
	CMT_DHP-43/18	613104	7775164	1265.0	Dreno Horizontal Profundo
Tamandúá	PTR-01	610703	7777477	-	Dreno Horizontal Profundo
	PTR-02	610698	7777475	-	Dreno Horizontal Profundo
	PTR-03	610692	7777474	-	Dreno Horizontal Profundo
	PTR-04	610682	7777473	-	Dreno Horizontal Profundo
	PTR-05	610669	7777472	-	Dreno Horizontal Profundo
	PTR-06	610660	7777471	-	Dreno Horizontal Profundo

Coordenadas na projeção UTM, *Datum* SIRGAS 2000, Fuso 23S.



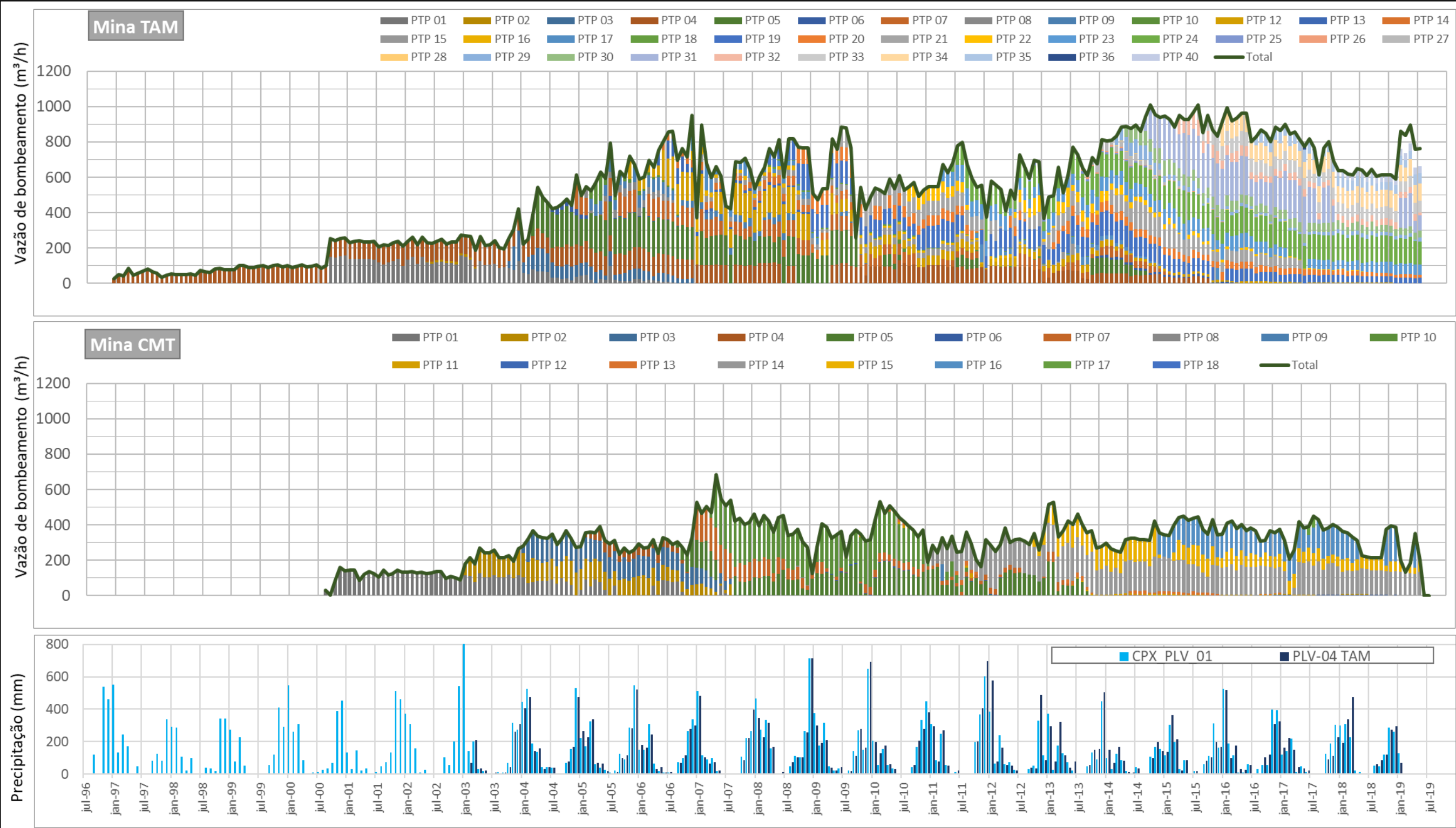




Figura 2.4 - Evolução da vazão bombeada (m³/h) dos poços nas minas Tamanduí e Capitão do Mato

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 15/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

2.3 Dados Piezométricos

Os dados de monitoramento do nível d'água na área das minas Tamanduá e Capitão do Mato foram disponibilizados pela VALE em planilhas Excel, extraídas em forma de consulta do banco de dados Geotec (Vale, 2019a) e relatórios de estudos anteriores, com as seguintes informações:

- Mina Tamanduá:
 - Tabela com dados de cota de nível d'água semanais a mensais de leitura do nível da água de 109 instrumentos de monitoramento de nível d'água.
 - Tabelas com coordenadas e informações construtivas dos instrumentos.
 - Arquivos “RL-1880MD-G-00001_REF0004.doc” e “RL-1880MD-G-00001_REF0001.xlsx” (MDGEO, 2017) com 115 instrumentos de nível d'água, contendo coordenadas e dados de cota de d'água mensal.
- Mina Capitão do Mato:
 - Tabela com dados semanais a mensais de leitura do nível da água de 65 instrumentos de monitoramento de nível d'água.
 - Tabelas com coordenadas e informações construtivas dos instrumentos.
 - Arquivos “REL_VALE_MBR_CMT_02_09_Texto” e “Piezometros_INAs_rev05” (MDGEO, 2009) com 52 instrumentos de nível d'água, contendo coordenadas e dados de cota de d'água mensal

Além dos dados já mencionados, foram consultadas informações do banco Geotec para as minas vizinhas nas imediações da área de interesse onde foram localizados 13 instrumentos monitorados pela mina Capão Xavier e 5 instrumentos monitorados pela mina Mar Azul. Todos os instrumentos estão ativos.

Neste trabalho os instrumentos foram agrupados de acordo com sua localização, conforme apresentado na Tabela 2.7 e visualizado na Figura 2.5. Na Tabela 2.7, também estão listadas as principais informações dos instrumentos de monitoramento de nível d'água compilados.

Nas Figuras 2.6 a 2.9 estão apresentados os gráficos da evolução dos níveis d'água para os instrumentos, conforme agrupamentos. Adiante é realizada uma avaliação quantitativa dos dados. As discussões e interpretações sobre os dados monitorados estão apresentadas no capítulo sobre o modelo conceitual.

Tabela 2.7 - Informações dos instrumentos de monitoramento de nível d'água nas minas de Capitão do Mato e Tamanduá

Mina	Nome	Cod. Geotec	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Profundidade	Inclinação	Situação	Histórico de dados de monitoramento	Localização	Fonte
Capitão do Mato	INA-39/09	CMTCVCTNA039	612580.7	7775566.3	1333.7	48.0	90	Inativo	9	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	INA-38/07	CMTCVCTNA038	612706.9	7775670.9	1421.7	80.7	75	Inativo	67	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	INA-36/07	INA-36/07	612775.0	7775628.7	1420.3	97.3	75	Inativo	91	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	INA-42/10	INA-42/10	613305.9	7775324.1	1370.4	200.0	90	Inativo	66	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	INA-41/10	INA-41/10	612676.1	7775662.6	1412.9	150.0	90	Ativo	90	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	INA-PTP-12/07	INA-PTP-12/07	613167.7	7775529.7	1416.5	182.0	90	Ativo	119	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	INA-37/07	INA-37/07	612757.2	7775639.8	1420.7	91.1	75	Ativo	167	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	INA-PTP-09/06	CMTCVCTNA009	613285.4	7775399.1	1394.9	45.3	90	Inativo	3	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	INA-PTP-08/06	CMTCVCTNA008	613381.5	7775340.3	1394.2	64.3	90	Inativo	0	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-34/07	PZ-34/07	613114.8	7775536.9	1412.7	100.0	90	Ativo	196	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-32/07	PZ-32/07	613620.5	7775327.2	1431.9	78.0	90	Ativo	196	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-35/07	PZ-35/07	613778.3	7775288.4	1442.0	115.5	60	Ativo	149	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-33/07	PZ-33/07	613358.6	7775451.6	1415.9	100.0	90	Ativo	197	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-31/07A	PZ-31/07A	612709.6	7775723.3	1438.2	80.8	60	Inativo	14	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-31/07B	PZ-31/07B	612709.6	7775723.3	1438.2	60.0	60	Inativo	1	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-30/07	PZ-30/07	612709.4	7775729.3	1439.3	97.0	90	Ativo	144	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-25/04A	CMTCVCTPZ008	613385.1	7775326.1	1439.0	155.4	90	Inativo	24	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-24/04B	CMTCVCTPZ007	612958.1	7775560.1	1093.0	118.0	90	Inativo	2	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-25/04B	CMTCVCTPZ009	613385.1	7775326.1	1438.2	101.2	90	Inativo	24	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	PZ-24/04A	CMTCVCTPZ006	612940.0	7775522.6	1092.2	150.0	90	Inativo	0	Área-01 - CAVA CMT NORTE	VALE, 2019a
	INA-48/12	CMT_INA-48/12	613645.0	7774243.3	1396.5	320.0	75	Ativo	34	Área-02 - CAVA CMT SUL	VALE, 2019a
	INA-45/18	CMT_INA-45/18	613410.9	7774444.1	1345.0	252.0	90	Ativo	7	Área-02 - CAVA CMT SUL	VALE, 2019a
	INA-17/02	CMTCVCTNA019	612942.0	7774630.6	1330.9	114.7	60	Inativo	18	Área-02 - CAVA CMT SUL	VALE, 2019a
	INA-18/02	CMTCVCTNA020	612937.0	7774406.6	1300.2	103.7	90	Inativo	20	Área-02 - CAVA CMT SUL	VALE, 2019a
	INA-14/07	CMT_INA-14/07	610569.7	7775236.9	1361.5	174.4	75	Ativo	16	Área-02 - PILHA CMT e COR. PENTEADO	VALE, 2019a
	PZ-01/06	CMTATTCPZ011	612330.4	7774326.5	1265.0	27.9	90	Inativo	8	Área-02 - PILHA CMT e COR. PENTEADO	VALE, 2019a
	INA-38/18	INA-38/18_CMT	613209.0	7776162.6	1277.0	138.0	90	Ativo	26	Área-02 - PILHA CMT e COR. PENTEADO	VALE, 2019a
	PZ-22/03B	-	611526.0	7775357.6	1323.4	26.5	90	Inativo	49	Área-02 - PILHA CMT e COR. PENTEADO	MDGEO, 2009
	PZ-22/03A	-	611526.0	7775357.6	1305.1	44.8	90	Inativo	49	Área-02 - PILHA CMT e COR. PENTEADO	MDGEO, 2009
	INA-50/12	CMTCVNA012	613530.6	7774042.8	1362.3	310.6	70	Inativo	0	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-49/12	CMT_INA-49/12	615121.4	7774426.7	1424.2	170.8	90	Inativo	10	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-47/12B	CMT_INA-47/12B	613666.3	7773899.4	1314.0	170.0	90	Ativo	79	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-47/12A	CMT_INA-47/12A	613666.3	7773899.4	1314.0	240.0	90	Ativo	81	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-46/12	CMT_INA-46/12	614616.0	7773712.9	1247.9	399.0	75	Ativo	80	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-45/12	CMT_INA-45/12	613616.1	7774005.6	1345.4	352.7	75	Ativo	81	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-44/12	CMT_INA-44/12	613563.4	7773708.5	1282.9	274.0	75	Ativo	82	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-43/12	CMT_INA-43/12	614563.7	7773608.2	1232.9	307.1	65	Ativo	79	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-29/07	CMT_INA-29/07	614785.1	7773321.1	1164.5	128.8	90	Ativo	147	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-15/17	CMT_INA-15/17	614822.9	7774034.8	1277.4	150.0	90	Ativo	16	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-16/17	CMT_INA-16/17	615908.4	7774195.4	1216.7	200.0	90	Ativo	16	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	VALE, 2019a
Ca pitão	GAMA-01	-	614388.0	7773942.6	1221.9	59.0	90	Inativo	37	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	MDGEO, 2009
	GAMA-02	-	615286.0	7775097.6	1307.0	104.0	90	Inativo	1	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	MDGEO, 2009

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE	PÁGINA
		-	17/177
		Nº CONTRATADA	REV.
		-	2



Mina	Nome	Cod. Geotec	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Profundidade	Inclinação	Situação	Histórico de dados de monitoramento	Localização	Fonte
	GAMA-03	-	615327.0	7773539.6	1014.4	131.6	90	Inativo	58	Área-03 - ENTORNO CAVA CMT	MDGEO, 2009
	INA-44/16	INA-44/16	612604.9	7775309.3	1298.3	319.3	70	Inativo	9	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-43/16	INA-43/16	612963.5	7775023.7	1227.1	180.1	90	Inativo	15	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-40/10	CMTCVCTNA040	612547.5	7775308.8	1308.9	80.0	90	Inativo	20	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-PTP-02/02	CMTCVCTNA021	613441.2	7774964.2	1300.3	162.2	90	Inativo	32	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	CMT-INA-PTP-01/00	CMTCVCTNA025	612555.7	7775300.3	1300.7	98.7	90	Inativo	1	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-27/06	CMTCVCTNA006	613752.1	7774589.1	1407.0	70.1	75	Inativo	14	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-10/00	CMTCVCTNA012	613711.1	7774671.1	1431.8	110.8	60	Inativo	33	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-04/98	CMTCVCTNA011	612934.1	7774899.1	1330.6	104.9	90	Inativo	47	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-15/02	CMTCVCTNA014	613714.1	7774787.1	1458.4	261.1	60	Inativo	8	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-05/98	CMTCVCTNA015	612567.0	7775047.6	1337.9	83.3	90	Inativo	38	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-16/02	CMTCVCTNA018	613027.1	7774956.1	1331.8	173.2	60	Inativo	2	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	PZ-19/03A	CMTCVCTPZ002	613467.1	7774887.1	1338.9	176.2	60	Inativo	9	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	PZ-19/03B	CMTCVCTPZ003	613449.0	7774849.6	1338.9	92.3	60	Inativo	9	Área-04 - CAVA CMT	VALE, 2019a
	INA-08/00	-	613247.0	7774964.6	1327.4	54.6	90	Inativo	15	Área-04 - CAVA CMT	MDGEO, 2009
	INA-12/01	CMTCVCTNA013	613047.7	7775298.0	1369.1	144.0	90	Inativo	26	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-44/18	CMT_INA-44/18	612783.9	7775375.2	1287.0	115.3	90	Ativo	21	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-46/18	CMT_INA-46/18	613434.7	7775062.4	1270.0	138.0	90	Ativo	24	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-PTP-04/04	CMTCVCTNA007	613021.1	7775144.1	1274.1	57.2	90	Inativo	5	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-26/05	CMTCVCTNA005	613060.0	7775212.6	1338.0	203.5	90	Inativo	2	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-13/01	CMTCVCTNA016	613174.1	7775142.1	1348.9	139.7	60	Inativo	4	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-14/01	CMTCVCTNA017	612763.1	7775447.1	1391.7	158.0	70	Inativo	5	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-23/04	CMTCVCTNA002	613360.1	7775149.1	1359.1	93.3	90	Inativo	6	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	PZ-36/18	PZ-36/18_CMT	613049.0	7775269.6	1281.0	138.0	90	Ativo	51	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	PZ-21/03	CMTCVCTPZ001	612960.0	7775190.6	1336.4	163.4	65	Inativo	13	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-28/07	CMTCVCTNA003	613218.0	7775202.6	1355.2	96.0	90	Inativo	0	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-20/03	CMTCVCTNA001	612752.6	7775374.5	1353.7	80.4	90	Inativo	0	Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE	VALE, 2019a
	INA-51/12	CMTCVNA043	611938.0	7775710.6	1367.0	167.0	90	Inativo	8	Área-05 - CAVA CMT NOROESTE	VALE, 2019a
	CMT-INA-PTP-03/03	CMTCVCTNA023	612173.9	7775690.5	1380.9	151.4	90	Inativo	85	Área-05 - CAVA CMT NOROESTE	VALE, 2019a
Tamandua	INA-79/14	INA- 79/14	609999.8	7777096.5	1461.0	183.4	90	Inativo	0	Área-06 - CONDOMINIO MCH	VALE, 2019a
	INA-06/99	-	611179.0	7777655.6	-	-	-	Inativo	34	Área-06 - CONDOMINIO MCH	MDGEO, 2017
	INA-09/99	TAMATTTANA037	611143.2	7777339.7	1404.4	70.0	90	Inativo	71	Área-06 - CONDOMINIO MCH	VALE, 2019a
	INA-14/00	-	611471.0	7777110.6	-	-	-	Inativo	3	Área-06 - CONDOMINIO MCH	MDGEO, 2017
	INA-58/10	TAMATTTANA053	611105.6	7776704.8	1388.0	200.0	90	Ativo	96	Área-06 - CONDOMINIO MCH	VALE, 2019a
	INA-59/10	TAMATTTANA054	611573.5	7776289.3	1369.4	110.0	90	Inativo	27	Área-06 - CONDOMINIO MCH	VALE, 2019a
	INA-PTP-01/59	TAMATTTANA033	610970.3	7776756.2	1375.5	120.0	90	Inativo	57	Área-06 - CONDOMINIO MCH	VALE, 2019a
	INA-PTP-02/75	TAMATTTANA034	611040.6	7776694.3	1374.8	120.0	90	Inativo	64	Área-06 - CONDOMINIO MCH	VALE, 2019a
	INA-PTP-03/85	TAMATTTANA035	611102.5	7776510.6	1375.1	95.0	90	Inativo	76	Área-06 - CONDOMINIO MCH	VALE, 2019a
	PZ-56/09A	TAMATTTAPZ056	610490.0	7776693.6	1421.8	250.0	90	Ativo	102	Área-06 - CONDOMINIO MCH	VALE, 2019a
Tamandua	PZ-56/09B	TAMATTTAPZ057	610490.0	7776693.6	1421.8	250.0	90	Ativo	101	Área-06 - CONDOMINIO MCH	VALE, 2019a
	PZ-57/09A	-	610487.0	7776692.6	1423.0	-	-	Inativo	2	Área-06 - CONDOMINIO MCH	MDGEO, 2017
	PZ-57/09B	-	610487.0	7776692.6	1423.0	-	-	Inativo	2	Área-06 - CONDOMINIO MCH	MDGEO, 2017

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE	PÁGINA
		-	18/177
		Nº CONTRATADA	REV.
		-	2

Mina	Nome	Cod. Geotec	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Profundidade	Inclinação	Situação	Histórico de dados de monitoramento	Localização	Fonte
TAMANDUÁ	PZ-44/07A	TAMCVTAPZ117	610188.0	7777973.6	1262.3	197.0	75	Inativo	11	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	PZ-44/07B	TAMCVTAPZ120	610188.0	7777973.6	1262.3	174.1	75	Inativo	11	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	PZ-46/16	PZ-46/16 TAM	610445.4	7777881.5	1060.8	121.0	90	Ativo	40	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	PZ-30/17	PZ30/2017	610445.4	7777806.7	1091.0	91.0	90	Ativo	1	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	CVTAPG001	TAMCVTAPG001	610266.7	7777748.1	1142.7	-	-	Inativo	0	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	PZ-03	TAMCVTAPG003	610567.9	7777956.2	1083.9	-	-	Ativo	10	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	PZ-02	TAMCVTAPG002	610311.3	7777936.1	1075.8	-	-	Ativo	4	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	TAM-INA-PTP-01/00	TAMCVTANA001	610391.9	7777778.9	1150.7	68.2	90	Inativo	1	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	INA-18/01	TAMCVTANA100	610324.2	7778104.6	1240.5	51.5	90	Inativo	4	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	INA-80/16	INA-80/16 TAM	610483.4	7777809.9	1091.5	100.0	90	Ativo	16	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	INA-66/14	INA-66/14	610541.4	7777789.9	1103.0	150.0	90	Ativo	70	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	INA-32/17	INA 32 / 2017	610347.4	7777822.7	1081.0	101.0	90	Ativo	18	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	INA-30/18	TAM_INA30/18	610445.4	7777806.7	1091.0	91.0	90	Ativo	5	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	INA-25/02	TAMCVTANA097	610434.1	7777762.0	1258.0	168.8	90	Inativo	7	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	PZ-56/16	TAMCVTANA153	610445.4	7777881.5	1060.8	120.0	90	Inativo	0	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	INA-65/14	TAMCVTANA134	610426.7	7777786.0	1104.3	140.0	90	Inativo	11	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	VALE, 2019a
	INA-16/00	-	610292.0	7777796.6	1258.5	-	-	Inativo	13	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	MDGEO, 2017
	INA-17/00	-	610249.0	7778004.6	1260.8	-	-	Inativo	9	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	MDGEO, 2017
	INA-PTP-09/04	-	610321.0	7778058.6	-	-	-	Inativo	16	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	MDGEO, 2017
	INA-PTP-14/06	-	610464.0	7777869.6	-	-	-	Inativo	8	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	MDGEO, 2017
	PZ-08/91	-	610420.0	7777725.6	1284.6	-	-	Inativo	31	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	MDGEO, 2017
	PZ-11/93/B	-	610317.0	7777887.6	1316.6	-	-	Inativo	31	Área-07 - CAVA TAM CENTRAL	MDGEO, 2017
	PZ-41/07A	TAMCVTAPZ115	610469.0	7778227.6	1205.1	81.7	75	Inativo	13	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	PZ-41/07B	TAMCVTAPZ116	610469.0	7778227.6	1205.1	49.1	75	Inativo	13	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	PZ-29/04B	TAMCVTAPZ110	610478.0	7778262.6	1228.7	90.0	90	Inativo	8	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	PZ-29/04A	TAMCVTAPZ109	610478.0	7778262.6	1228.7	110.6	90	Inativo	9	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	INA-48/07	TAMCVTANA048	610811.3	7778147.4	1192.0	90.0	90	Inativo	50	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	INA-31/04	TAMCVTANA102	610644.0	7777950.6	1216.4	166.7	70	Inativo	8	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	INA-43/07	TAMCVTANA114	610713.1	7777969.0	1203.2	81.6	75	Inativo	14	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	INA-21/01	TAMCVTANA095	610647.0	7778151.6	1240.6	152.5	90	Inativo	11	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	INA-PTP-PA01/03	INA-PTP-PA01/03	610765.0	7778298.6	1196.5	122.5	90	Inativo	115	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	INA-73/14	INA-73/14	611094.5	7777876.7	1224.3	240.0	90	Ativo	76	Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN	VALE, 2019a
	PZ-55/09A	TAMCVTAPZ055	610709.3	7777513.1	1301.0	196.0	90	Inativo	116	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	TAMCVTA126	TAMCVTAPZ126	610251.2	7777681.4	1179.6	164.6	0	Inativo	1	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	PZ-33A/17	PZ33 A /2017	610319.4	7777617.1	1220.0	127.5	90	Ativo	19	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	PZ-35A/17	PZ35 A /2017	610351.2	7777681.4	1179.6	100.6	90	Ativo	3	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	PZ-33B/17	PZ33 B / 2017	610319.4	7777617.1	1220.0	54.2	90	Ativo	5	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	PZ-35B/17	PZ35 B / 2017	610351.2	7777681.4	1179.6	85.5	90	Ativo	3	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
TAMANDUÁ	PZ-55/09B	TAMCVTANA055	610709.3	7777513.1	1301.0	28.0	90	Inativo	102	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	INA-53/08	TAMCVTANA053	610727.7	7777567.6	1278.7	48.0	90	Inativo	94	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	INA-75/14A	INA-75/14A	610725.5	7777507.6	1302.2	200.0	90	Ativo	73	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	INA-75/14B	INA-75/14B	610725.5	7777507.6	1302.2	200.0	90	Ativo	69	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	INA-64/14	INA-64/14	610418.1	7777598.2	1246.6	236.1	90	Ativo	89	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a

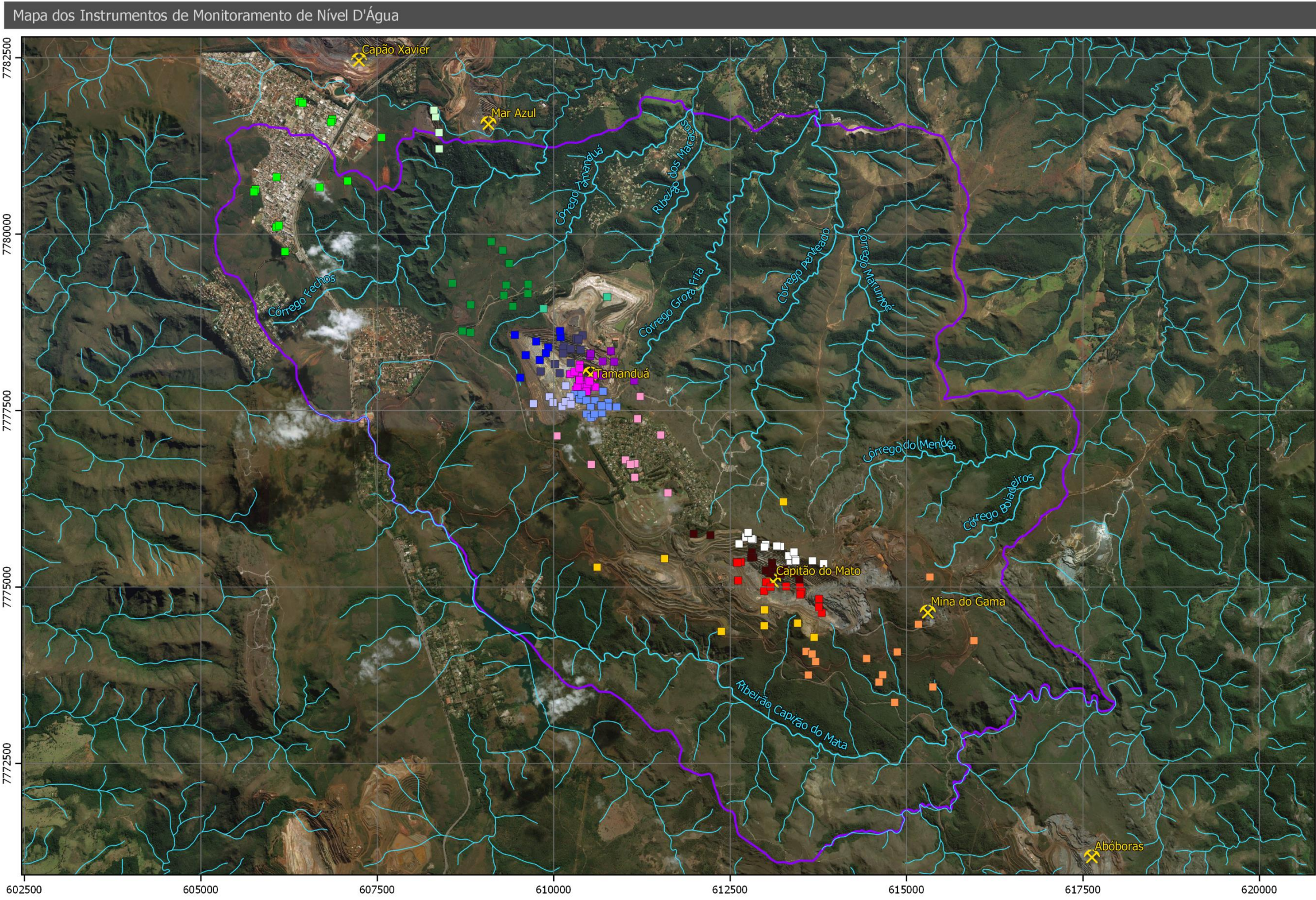
		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE	PÁGINA
		-	19/177
		Nº CONTRATADA	REV.
		-	2

Mina	Nome	Cod. Geotec	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Profundidade	Inclinação	Situação	Histórico de dados de monitoramento	Localização	Fonte
Tamandua	INA-63/13	INA-63/13	610538.8	7777595.9	1244.0	142.1	90	Inativo	0	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	INA-34/17	INA34/2017	610846.4	7777507.1	1313.0	120.8	90	Ativo	6	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	INA-19/01	TAMCVTANA094	610653.6	7777727.7	1246.1	51.0	90	Inativo	14	Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS	VALE, 2019a
	PZ-12/95A	TAMCVTAPZ103	610485.0	7777501.6	1297.0	46.3	90	Inativo	82	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	PZ-12/95B	TAMCVTAPZ104	610485.0	7777501.6	1297.0	17.0	90	Inativo	81	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	PZ-04-Indiano	PZ4 - Indiano_A	610623.2	7777532.0	1277.0	191.1	0	Ativo	1	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-PTP-06/04	TAMCVTANA006	610476.7	7777499.9	1300.8	100.4	90	Inativo	91	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-27/02	TAMCVTANA099	610506.0	7777374.6	1340.0	166.1	60	Inativo	5	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-71/14A	INA-71/14A	610417.3	7777410.8	1338.7	175.0	90	Ativo	79	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-71/14B	INA-71/14B	610417.3	7777410.8	1339.7	127.0	90	Ativo	228	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-70/14B	INA-70/14B	610637.7	7777422.3	1229.3	112.0	90	Ativo	60	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-70/14A	INA-70/14A	610637.7	7777422.3	1342.3	242.0	90	Ativo	61	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-69/14A	INA-69/14A	610481.6	7777359.4	1360.0	255.0	90	Ativo	60	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-69/14B	INA-69/14B	610481.6	7777359.4	1358.0	175.0	90	Ativo	60	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-62/13	INA-62/13	610531.6	7777407.1	1336.0	60.0	90	Inativo	0	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	INA-26/17	INA26/2017	610632.3	7777524.8	1278.4	91.0	90	Inativo	0	Área-09 - CAVA TAM SUL	VALE, 2019a
	PZ-47/07	TAMCVTAPZ047	610276.1	7778479.8	1219.2	45.0	90	Inativo	0	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	PZ-42/07A	TAMCVTAPZ118	610334.0	7778316.6	1220.9	108.3	90	Inativo	2	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	PZ-42/07B	TAMCVTAPZ119	610334.0	7778316.6	1220.9	47.5	90	Inativo	3	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	PZ-30/04	TAMCVTAPZ101	610300.0	7778450.6	1213.8	179.8	70	Inativo	59	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	PZ-45/07A	TAMCVTAPZ123	609972.0	7778113.6	1292.2	143.9	75	Inativo	10	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	PZ-45/07B	TAMCVTAPZ124	609972.0	7778113.6	1292.2	118.0	75	Inativo	13	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	PZ-20/01A	TAMCVTAPZ105	610101.3	7778367.3	1270.1	113.0	90	Inativo	34	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	PZ-20/01B	TAMCVTAPZ106	610083.2	7778329.9	1270.1	61.0	90	Inativo	35	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	INA-PTP-08/04	TAMCVTANA008	610038.9	7777986.0	1291.9	155.5	90	Inativo	11	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	INA-40/06	TAMCVTANA112	609770.0	7778010.6	1355.2	134.6	75	Inativo	2	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	INA-PTP-11/05	TAMCVTANA128	610198.1	7778331.8	1222.4	68.5	90	Inativo	1	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	INA-25/17	INA25/2017	610363.4	7778520.5	1209.0	116.5	90	Ativo	19	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	INA-24/02	TAMCVTANA096	610086.0	7778264.6	1271.0	159.5	60	Inativo	5	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	INA-26/02	TAMCVTANA098	610194.1	7778132.0	1248.4	171.7	90	Inativo	7	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	INA-51/07	INA-51/07	610304.9	7778469.3	1216.5	105.7	90	Inativo	148	Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE	VALE, 2019a
	PZ-04A/17	PZ04 A /2017	610052.3	7778498.1	1227.0	106.3	90	Ativo	18	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	PZ-04B/17	PZ 04 B / 2017	610052.3	7778498.1	1227.0	82.9	90	Inativo	0	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	INA-61/10	TAMCVTANA129	609755.8	7778171.9	1301.2	308.4	90	Inativo	2	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	INA-60/10	TAMCVTANA130	609705.5	7778434.5	1273.4	300.3	90	Inativo	3	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	INA-PTP-10/04	TAMCVTANA010	609876.2	7778349.9	1263.8	139.7	90	Inativo	38	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	INA-15/00	TAMCVTANA093	609844.0	7778269.6	1308.2	78.4	90	Inativo	38	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	INA-76/14	INA-76/14	609556.9	7778240.9	1350.8	200.0	90	Inativo	37	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	INA-74/14	INA-74/14	609403.6	7778527.5	1322.6	240.0	90	Ativo	59	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	INA-72/14	INA-72/14	609481.2	7777921.7	1420.3	200.0	90	Ativo	47	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	INA-49/07	INA-49/07	610043.6	7778583.9	1252.1	106.9	90	Inativo	153	Área-11 - CAVA TAM NORTE	VALE, 2019a
	TAM-INA-PTP-03/03	TAMCVTANA121	610164.1	7777586.2	1180.6	115.8	90	Inativo	0	Área-12 - CAVA TAM OESTE	VALE, 2019a
	INA-78/14	INA-78/14	609665.4	7777554.2	1458.1	200.0	90	Inativo	0	Área-12 - CAVA TAM OESTE	VALE, 2019a
	INA-68/14A	INA-68/14A	609892.9	7777652.6	1361.4	200.0	90	Ativo	52	Área-12 - CAVA TAM OESTE	VALE, 2019a
	INA-68/14B	INA-68/14B	609892.9	7777652.6	1361.4	90.0	90	Inativo	0	Área-12 - CAVA TAM OESTE	VALE, 2019a
	INA-77/14	TAMCVTANA151	610186.4	7777652.6	1229.6	200.0	90	Inativo	0	Área-12 - CAVA TAM OESTE	VALE, 2019a


		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE	PÁGINA
		-	20/177
		Nº CONTRATADA	REV.
		-	2


Mina	Nome	Cod. Geotec	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Profundidade	Inclinação	Situação	Histórico de dados de monitoramento	Localização	Fonte
	INA-67/14	TAMCVTANA136	610071.4	7777515.6	1351.3	250.0	90	Inativo	4	Área-12 - CAVA TAM OESTE	VALE, 2019a
	INA-03/90	-	610123.0	7777582.6	1368.9	-	-	Inativo	11	Área-12 - CAVA TAM OESTE	MDGEO, 2017
	INA-07/91	-	609945.0	7777567.6	-	-	-	Inativo	46	Área-12 - CAVA TAM OESTE	MDGEO, 2017
	INA-PTP-05/04	-	610200.0	7777544.6	-	-	-	Inativo	21	Área-12 - CAVA TAM OESTE	MDGEO, 2017
	INA-PTP-07/04	-	610125.0	7777807.6	-	-	-	Inativo	16	Área-12 - CAVA TAM OESTE	MDGEO, 2017
	PZ-28/03A	TAMCVTAPZ107	610711.0	7779065.5	1302.4	195.7	60	Inativo	3	Área-13 - PILHA TAM	VALE, 2019a
	PZ-28/03B	TAMCVTAPZ108	610711.0	7779065.5	1302.4	129.1	60	Inativo	3	Área-13 - PILHA TAM	VALE, 2019a
	INA-50/07	INA-50/07	609809.7	7778899.7	1218.1	90.0	90	Ativo	191	Área-13 - PILHA TAM	VALE, 2019a
	INA-09/93	TAMATTTANA055	608659.1	7778581.6	1360.2	121.0	90	Inativo	255	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-10/93	TAMATTTANA056	609281.2	7779233.2	1284.6	101	90	Inativo	201	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-32/05	TAMATTTANA043	608774.7	7778562.0	1363.1	231.0671247	60	Inativo	34	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-33/05	TAMATTTANA044	609232.4	7779726.1	1294.6	188.793538	60	Inativo	128	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-34/05	TAMATTTANA045	608517.6	7779260.0	1368.9	109.6965511	60	Inativo	28	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-35/05	TAMATTTANA046	609324.3	7779541.9	1261.41	146.5314983	60	Inativo	137	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-36/05	TAMATTTANA047	609069.6	7779850.6	1306.57	163.6210663	60	Inativo	101	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-37/05	TAMATTTANA048	609592.6	7779245.5	1258.1	131.6358614	60	Inativo	144	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-38/05	AMATTTANA049	608777.9	7778955.4	1356.8	242.4871131	60	Inativo	25	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-39/05	TAMATTTANA050	609374.9	7778933.5	1288.7	179.0940535	60	Inativo	144	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-52/08	TAMATTTANA057	609588.9	7779112.6	1282.29	186.0107097	60	Ativo	128	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	PZ-46/07A	TAMATTTAPZ053	609247.9	7779088.2	1300	195.144391	60	Ativo	131	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
	PZ-46/07B	TAMATTTAPZ054	609247.9	7779088.2	1300	119.2112836	60	Ativo	130	Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS	VALE, 2019a
Capão Xavier	INA-30/08	CPX_INA_30/08	606147.2	7779707.3	1363.2	113.0	90	Ativo	25	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-32/99	CPX_INA_32/99	607514.8	7781325.1	1358.8	123.2	90	Ativo	25	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-33/99	CPX_INA_33/99	607033.9	7780709.1	1377.5	151.0	90	Ativo	25	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PC-04/97	CPX_PC_04/97	606816.1	7781586.4	1353.8	36.1	90	Inativo	5	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PC-26/97	CPX_PC_26/97	606350.0	7781836.0	1375.7	20.5	90	Inativo	2	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PC-28/97	CPX_PC_28/97	606027.5	7780764.4	1352.7	9.3	90	Inativo	8	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PC-30/97	CPX_PC_30/97	606022.4	7780055.0	1352.8	23	90	Inativo	9	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PC-31/1997	CPX_PC_31/97	606061.2	7780078.8	1353.0	23.8	90	Inativo	9	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PZ-31/06A	CPX_PZ_31/06A	606816.9	7781577.5	1357.4	38.8	90	Inativo	20	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PZ-31/06B	CPX_PZ_31/06B	606797.0	7781543.6	1357.4	109.4	90	Inativo	20	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PZ-36/99A	CPX_PZ_36/99A	605727.0	7780589.2	1365.2	105.7	90	Ativo	25	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PZ-36/99B	CPX_PZ_36/99B	605707.1	7780555.3	1366.2	52.0	90	Inativo	0	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	PC-54/05	CPX_PC_54/05	606396.0	7781813.6	1373.0	15.0	90	Inativo	6	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
Mar Azul	INA-11/06	MAZ_INA_11/06	606639.0	7780618.6	1379.8	58.0	90	Ativo	24	Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS	VALE, 2019a
	INA-13/08	MAZ_INA_13/08	608332.0	7781163.6	1294.9	160.0	90	Ativo	25	Área-16 - CAVA MAZ	VALE, 2019a
	INA-21/14	MAZ_INA_21/14	608280.1	7781616.2	1282.1	192.3	90	Ativo	25	Área-16 - CAVA MAZ	VALE, 2019a
	INA-22/14	MAZ_INA_22/14	608329.2	7781395.0	1272.8	195.9	90	Ativo	25	Área-16 - CAVA MAZ	VALE, 2019a
	INA-23/14	MAZ_INA_23/14	608257.0	7781712.1	1291.7	207.8	90	Ativo	25	Área-16 - CAVA MAZ	VALE, 2019a


Coordenadas na projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S.



Legenda


 Minas da Vale

 Rede Hidrográfica

 Limite da área de estudo

Instrumentos de monitoramento de nível d'água

- Área-01 - CAVA CMT NORTE
- Área-02 - CAVA CMT SUL
- Área-02 - CAVA CMT CENTRO-SUL
- Área-02 - PILHA CMT e COR. PENTEADO
- Área-03 - ENTORNO CAVA CMT
- Área-04 - CAVA CMT
- Área-05 - CAVA CMT CENTRO-NORTE
- Área-05 - CAVA CMT NOROESTE
- Área-06 - CONDOMÍNIO MCH
- Área-07 - CAVA TAM CENTRAL
- Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TN
- Área-09 - CAVA TAM CENTRAL TS
- Área-09 - CAVA TAM SUL
- Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE
- Área-11 - CAVA TAM NORTE
- Área-12 - CAVA TAM OESTE
- Área-13 - PILHA TAM
- Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS
- Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS
- Área-16 - CAVA MAZ



Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso: 23S

0 1 2 3 km

Quadrilátero Ferrífero

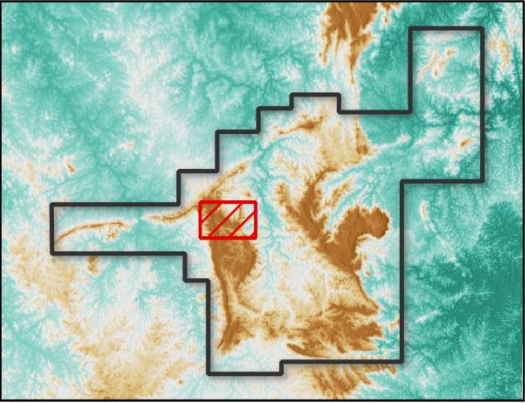


Figura 2.5 - Mapa de localização dos instrumentos de monitoramento de nível d'água agrupados em áreas

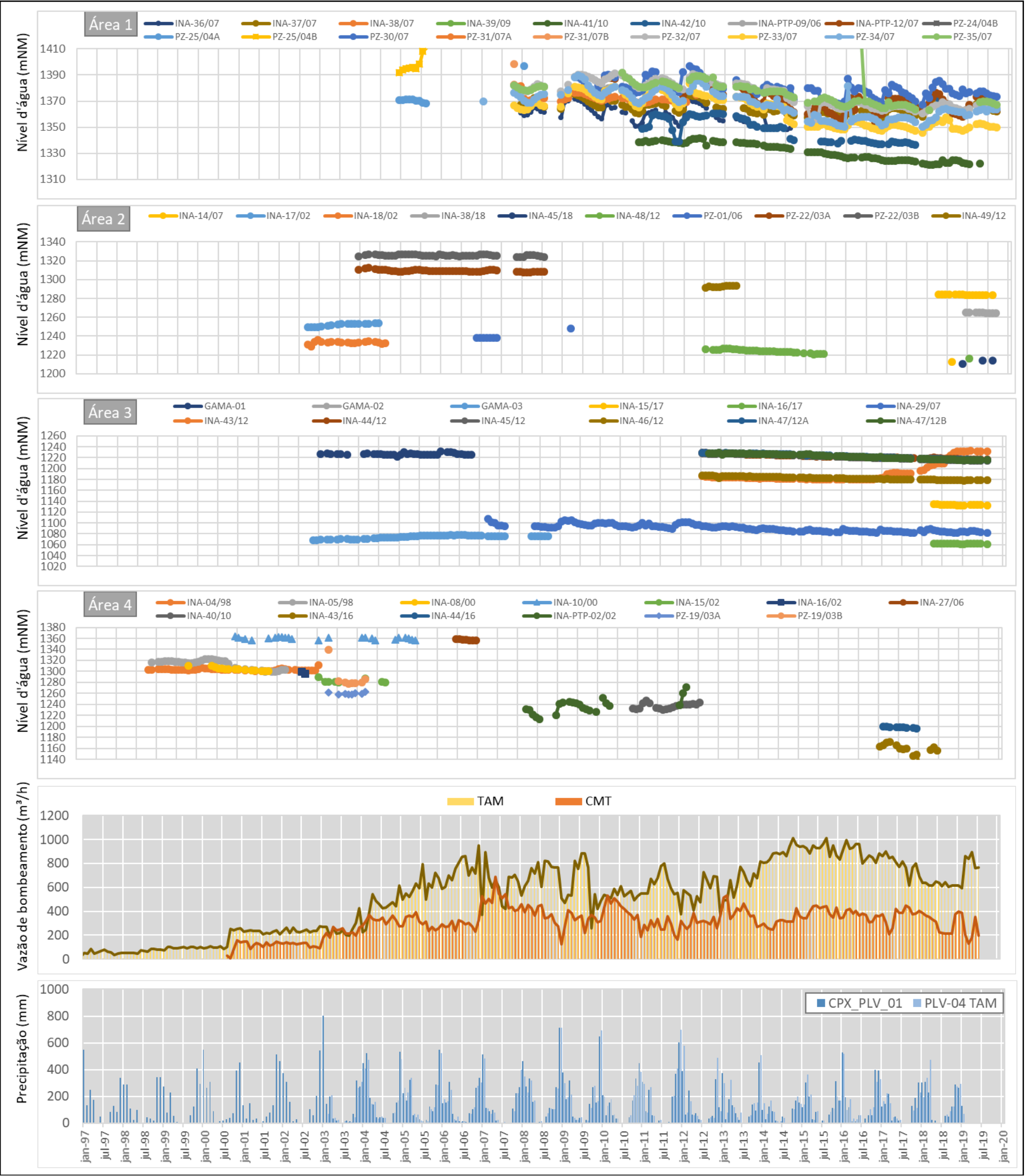


Figura 2.6 - Evolução dos níveis d'água para o instrumentos agrupados nas áreas: Área-01 - CAVA CMT NORTE, Área-02 - CAVA CMT SUL, Área-03 - ENTORNO CAVA CMT, Área-04 - CAVA CMT

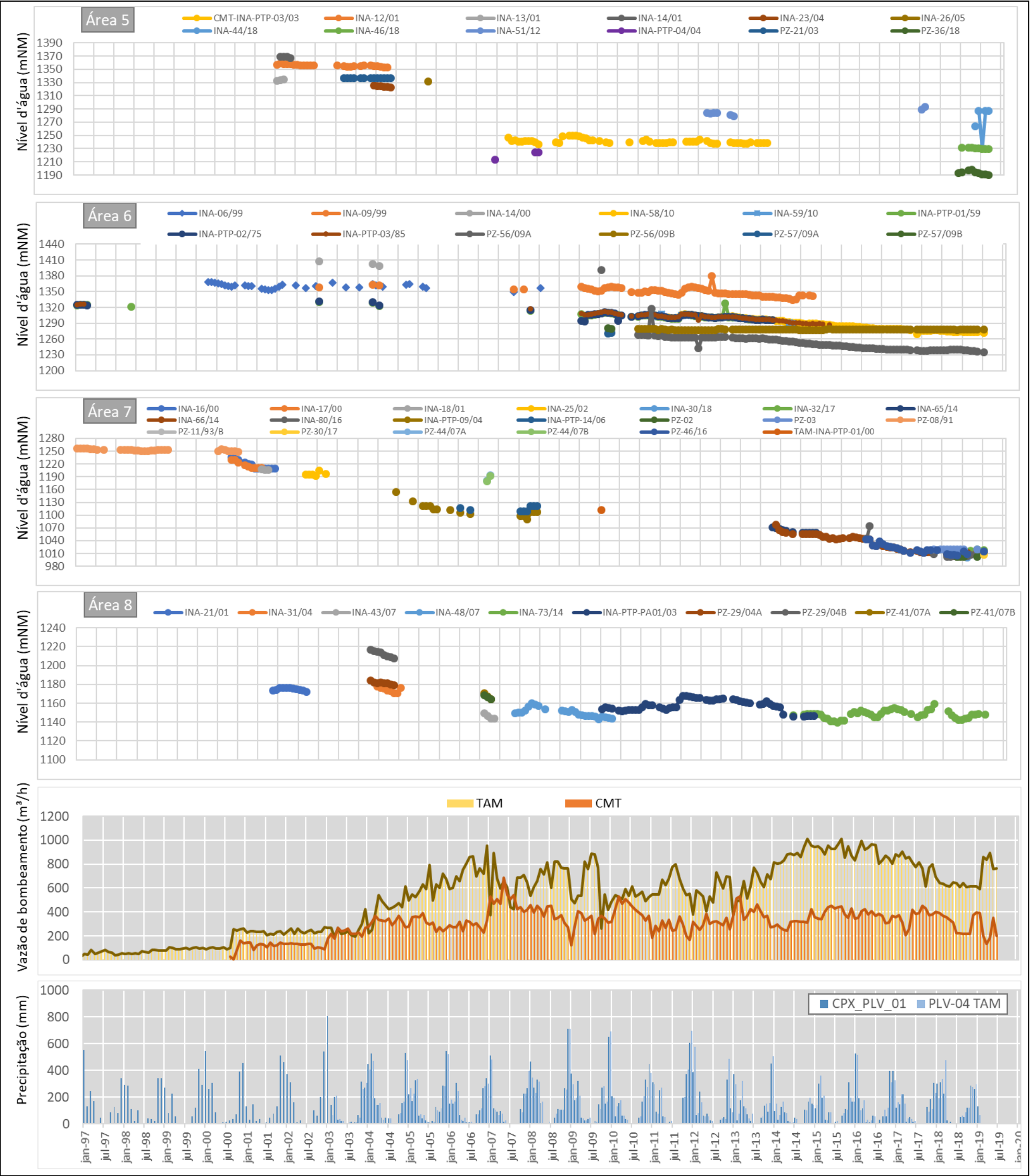


Figura 2.7 - Evolução do níveis d'água para o instrumentos agrupados nas áreas: Área-05 - CAVA CMT CENTRAL-NORTE, Área-06 - CONDOMINIO MCH, Área-07 - CAVA TAM CENTRAL, Área-08 - CAVA TAM CENTRAL TALUDE NORTE

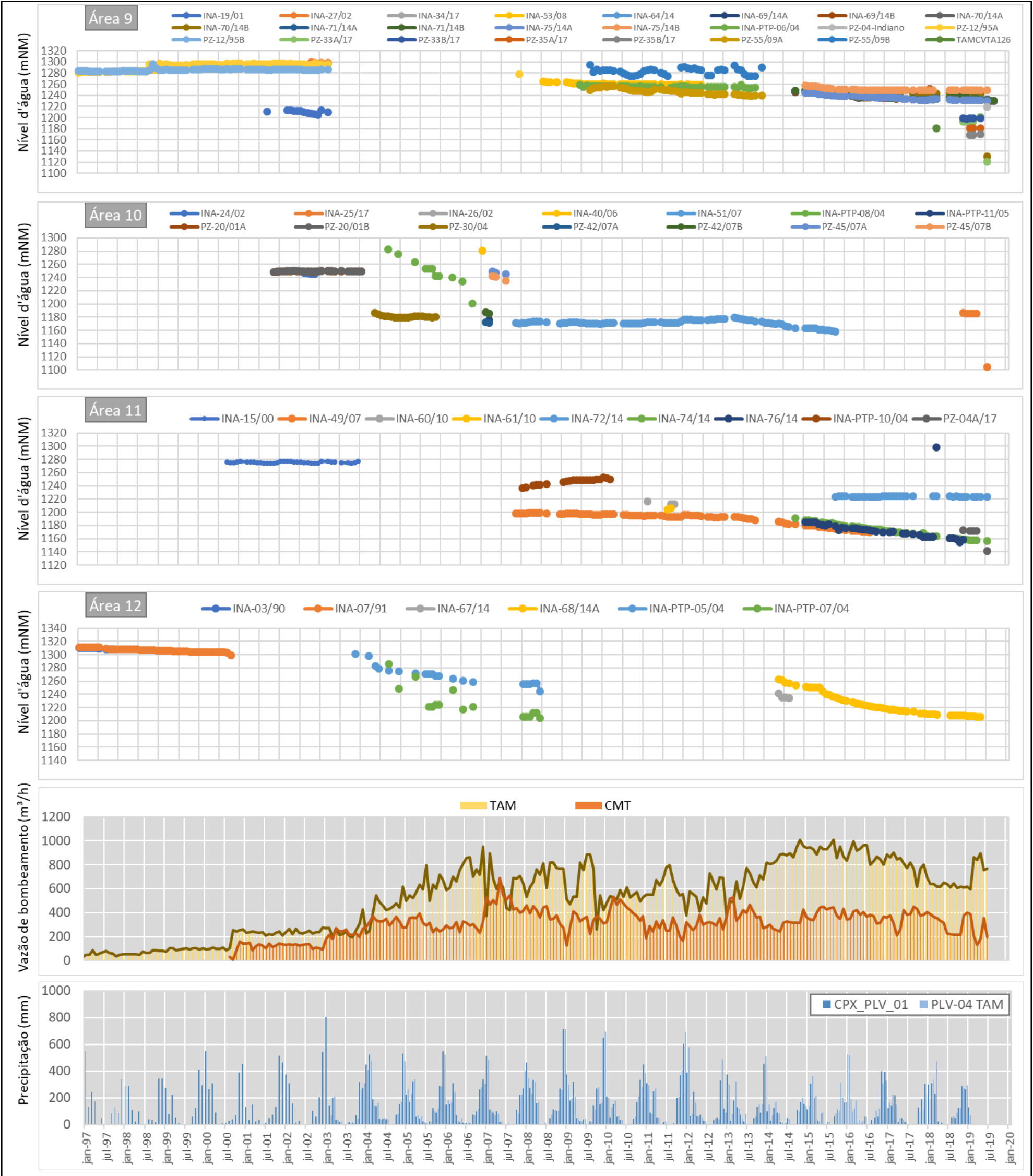


Figura 2.8 - Evolução do níveis d'água para o instrumentos agrupados nas áreas: Área-09 CAVA TAM CENTRAL TALUDE SUL e CAVA TAM SUL, Área-10 - CAVA TAM CENTRO NORTE, Área-11 - CAVA TAM NORTE, Área-12 - CAVA TAM OESTE

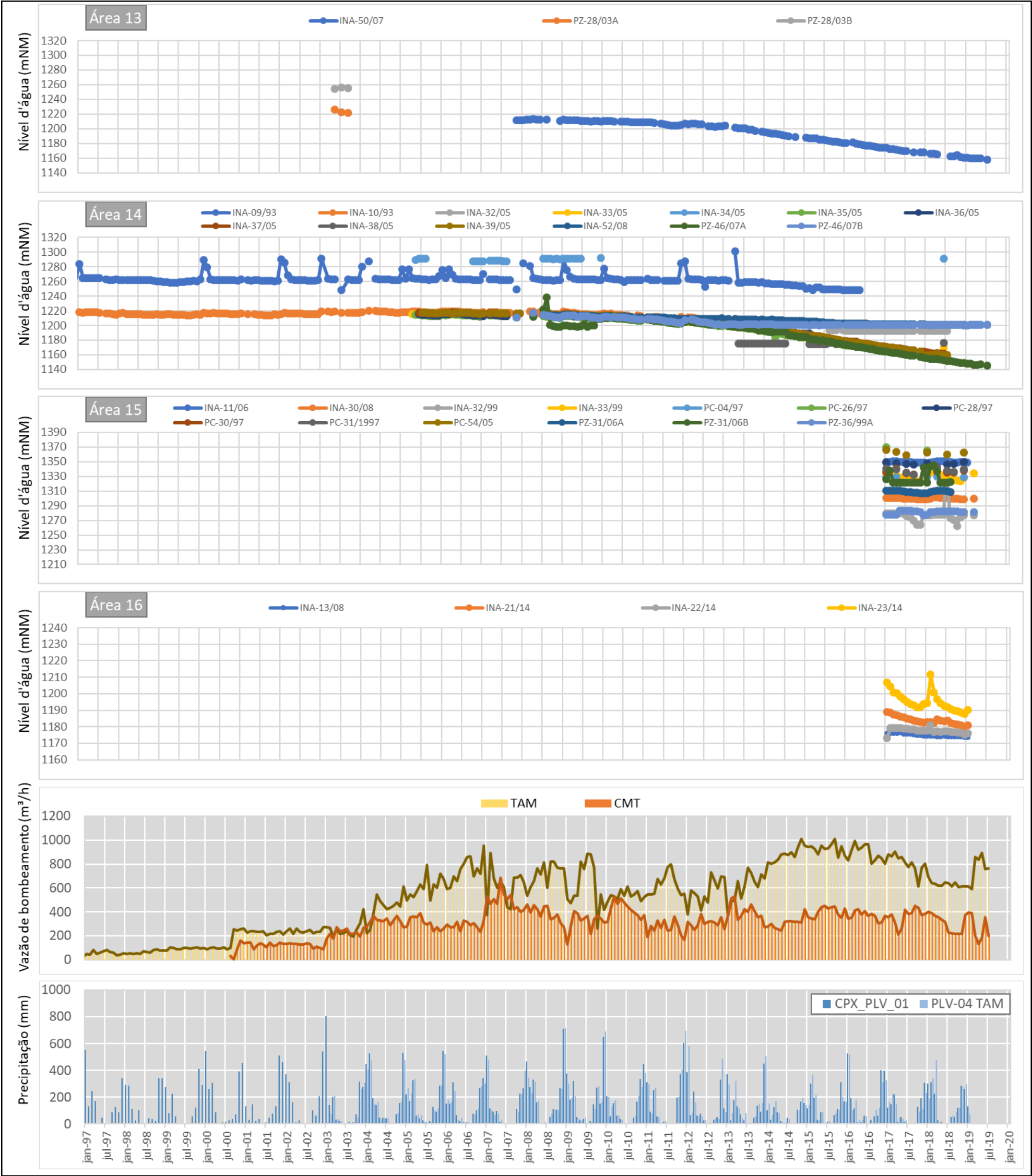




Figura 2.9 - Evolução do níveis d'água para o instrumentos agrupados nas áreas: Área-13 - PILHA TAM, Área-14 - MARGEM DIREITA FECHOS, Área-15 - MARGEM ESQUERDA FECHOS, Área-16 - CAVA MAZ

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 26/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

No total foram compilados 212 instrumentos na área de estudo; entre eles 69 encontram-se ativos em 2019, 18 instrumentos não possuem nenhuma leitura e 66 instrumentos são inclinados ou não possuem informação de inclinação. De forma geral, a quantidade de instrumentos ativos e de leituras realizadas vem aumentando ao longo dos anos, como é observado no gráfico da Figura 2.10. No entanto, a maioria dos instrumentos ainda apresenta leituras descontinuadas e inferiores a 12 leituras por ano, não completando uma séria anual, conforme é observado na Figura 2.11.

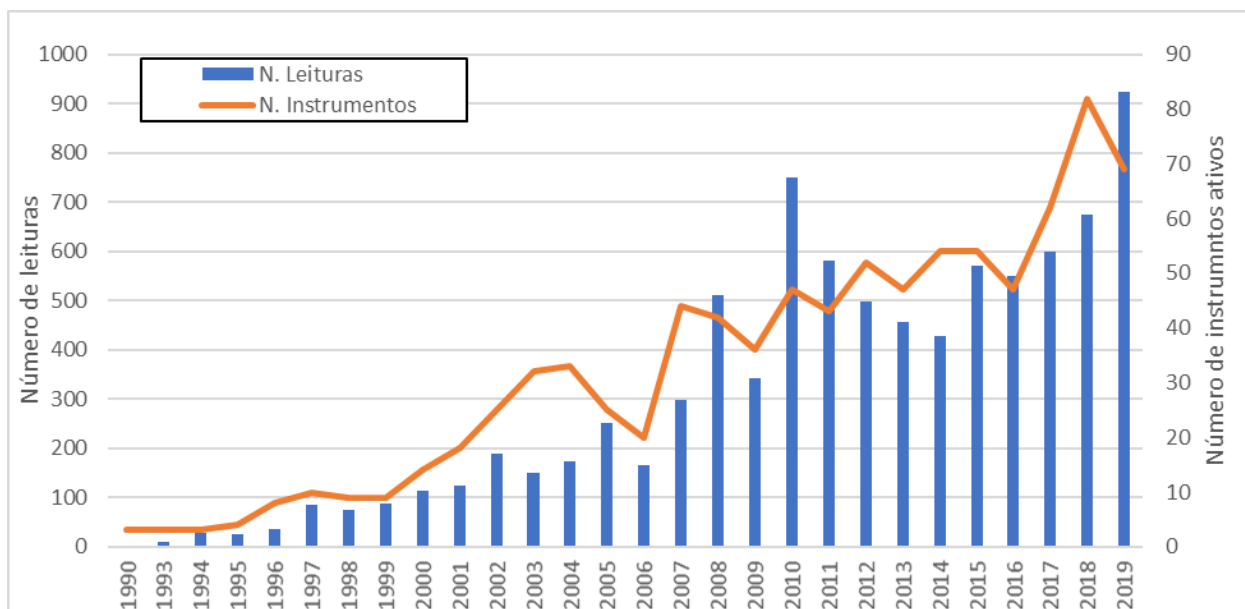


Figura 2.10 - Evolução do número de instrumentos e quantidade de leituras por ano

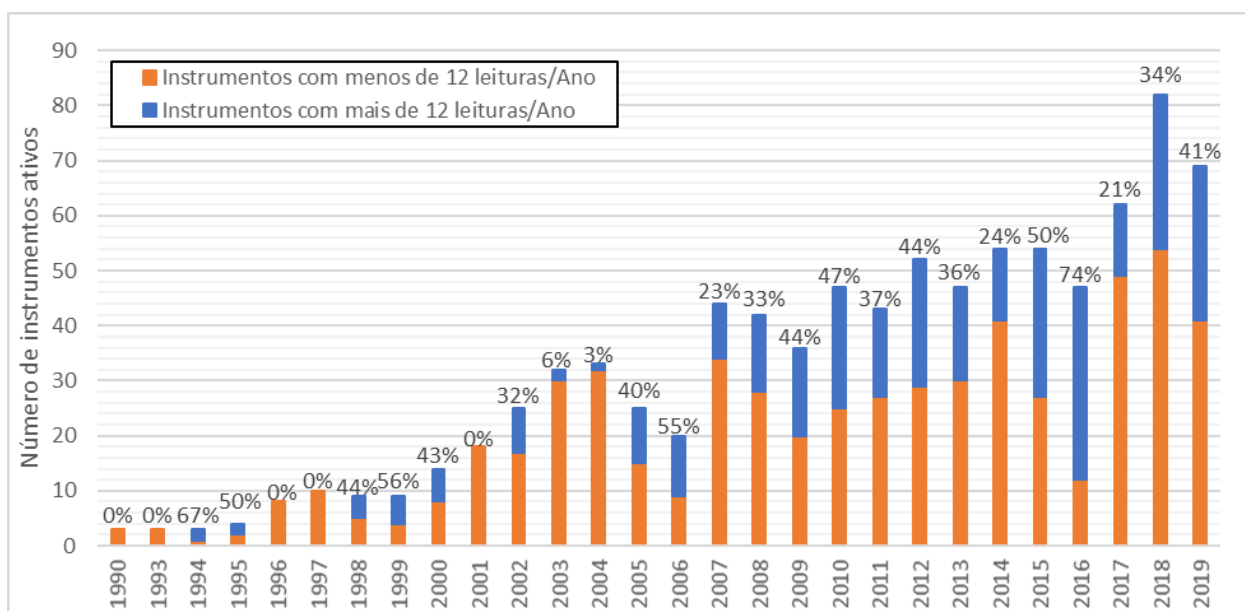




Figura 2.11 - Percentual de instrumentos com pelo menos 12 leituras por ano

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPOSTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 27/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

2.4 Dados Fluviométricos

Os dados de monitoramento fluviométrico obtidos pela VALE nas bacias de interesse próximas às minas Tamanduá e Capitão do Mato foram disponibilizados em planilhas Excel® extraídas em forma de consulta do banco de dados Geotec (Vale, 2019a), com as seguintes informações:

- Mina Tamanduá:
 - Tabela com dados vazões de cursos d'água em 13 instrumentos.
 - Tabelas com coordenadas e informações construtivas dos instrumentos.
- Mina Capitão do Mato:
 - Tabela com dados vazões de cursos d'água em 13 instrumentos.
 - Tabelas com coordenadas e informações construtivas dos instrumentos.

Assim como realizado para o monitoramento piezométrico, além dos dados já mencionados, foram consultadas informações do banco Geotec para as minas vizinhas, nas imediações da área de interesse, onde foram localizados 05 instrumentos monitorados pela mina Capão Xavier, localizados no córrego Fechos. Todos os instrumentos estão ativos.

A Tabela 2.8 apresenta uma síntese das características dos instrumentos de medição fluviométrica compiladas neste estudo. Ressalta-se que dos 13 instrumentos provenientes do monitoramento da mina Capitão do Mato, 02 estão fora da área de estudo.

A Figura 2.12 apresenta a distribuição espacial dos instrumentos com os respectivos limites de bacias. Para os instrumentos VTD-29/94 e CMT_VZ_15/02, não foram delimitadas as áreas de contribuição, pois se trata de monitoramento de águas provenientes de uma galeria e do desaguamento, respectivamente. Para o TAM_VZ-41/01 apesar de também receber água do desaguamento, representa a reposição de um curso d'água alterado pela cava TAM, desta forma optou-se por apresentar a área deste curso d'água previamente à sua alteração.

Nas Figuras 2.13 e 2.14 estão apresentados os gráficos da evolução das vazões para os instrumentos, conforme os agrupamentos. Avaliações e discussões sobre os dados monitorados serão realizadas em etapas subsequentes deste relatório.



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 28/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 2.8 - Informações dos instrumentos de vazão dos cursos d'água nas minas de Capitão do Mato e Tamandua

Curso d'água	Mina	Nome	Cod. Geotec	Tipo	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Área de contribuição (km²)	Situação	Quantidade de dados	Fonte
Córrego Boiadeiros	Capitão do Mato	VZ_CMT01/18	-	Calha Parshall	617302	7776840	1026	6.87	Ativo	41	VALE, 2019a
Córrego Tamandua	Tamandua	TAM_VZ_14/96	TAMATTTAMT042	Trapezoidal	611856	7781675	914	4.23	Ativo	556	VALE, 2019a
Marumbé	Tamandua	VTD 12/96	CPX_VZ_MAR_12/96	Trapezoidal	613716	7781455	1101	16.37	Ativo	1030	VALE, 2019a
Córrego Fechos	Capão Xavier	Galeria Fechos (VTD-29/94)	CPX_VZ_FEC_29/94	Triangular	608273	7780150	1150	-	Ativo	813	VALE, 2019a
Córrego Fechos	Capão Xavier	V2	CPX_VZ_FEC_02/01 e CPX_VZ_FEC_02/16	Trapezoidal	609472	7780820	1073	8.87	Ativo	251	VALE, 2019a
Córrego Fechos	Capão Xavier	V1	CPX_VZ_FEC_01/01 e CPX_VZ_FEC_02/16	Trapezoidal	608714	7780661	1120	8.14	Ativo	256	VALE, 2019a
Córrego Fechos	Capão Xavier	Fechos Principal	CPX_VZ_FEC_CP	Calha Parshall	608281	7780104	1150	6.46	Ativo	42	VALE, 2019a
Córrego Fechos	Capão Xavier	Surgência Cástica	CPX_VZ_FEC_Surgência Cástica	Medição Direta	607556	7779443	1247	4.77	Ativo	781	VALE, 2019a
Grota Fria	Tamandua	TAM_VZ-41/01	TAMPGFMT013	Trapezoidal	611128	7778213	1177	0.03	Ativo	731	VALE, 2019a
Grota Fria	Tamandua	TAM_VZ_21/96	TAMPGFMT012	Trapezoidal	611139	7778125	1140	0.04	Ativo	613	VALE, 2019a
Grota Fria	Tamandua	TAM_VZ_11/96	TAMATTTAMT040	Trapezoidal	613656	7781715	957	3.89	Ativo	367	VALE, 2019a
Afluente Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	CMT_VZ_15/02	CMTATTCMT008	Trapezoidal	612181	7774315	1218	-	Ativo	668	VALE, 2019a
Afluente Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	CMT_VZ_17/02	CMTATTCMI009	Triangular	612883	7773402	1185	0.60	Ativo	415	VALE, 2019a
Afluente Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	VZ_CMT_02/18	-	Triangular	614904	7773467	1156	1.57	Ativo	37	VALE, 2019a
Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	CMT_LD-06/14	CMTATTCMO004	Medição Direta	612563	7773386	1133	44.59	Ativo	222	VALE, 2019a
Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	CMT_LD-05/14	CMTATTCMO003	Medição Direta	610365	7774111	1161	35.34	Ativo	216	VALE, 2019a
Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	Ponto de Medição a Jusante dos Vertedouros	CMTBPOMO001	Medição Direta	608461	7775752	1106	8.67	Ativo	32	VALE, 2019a
Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	MEDIDOR DE VAZAO NA OMBREIRA ESQUERDA	CMTBPEMI002	Triangular	608468	7775800	1220	0.28	Ativo	158	VALE, 2019a
Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	VERTEDOR DO DRENO DE FUNDO	CMTBPEMI001	Triangular	608439	7775805	1220	8.38	Ativo	158	VALE, 2019a
Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	MV - Dreno de Fundo - Extrativa fase II	CMTPEXMI001	Triangular	611256	7774455	1162	0.60	Ativo	19	VALE, 2019a
Ribeirão Capitão do Mato	Capitão do Mato	Medidor de vazão localizado no Dreno C.	CMTPEXMI003	Triangular	611328	7774286	1203	0.67	Ativo	3	VALE, 2019a
Ribeirão dos Macacos	Tamandua	TAM_VZ_13/96	TAMATTTAMT041	Trapezoidal	611886	7781675	913	7.08	Ativo	468	VALE, 2019a
Ribeirão dos Macacos	Tamandua	TAM_VZ_22/18	-	Trapezoidal	611824	7780921	928	6.47	Ativo	32	VALE, 2019a
Ribeirão dos Macacos	Tamandua	VTD-66/03	TAMBCSMI237	Triangular	611255	7779524	1046	4.78	Ativo	272	VALE, 2019a
Ribeirão dos Macacos	Tamandua	MV- 01/17	TAMPECSMI001	Triangular	611360	7779547	1030	4.78	Ativo	20	VALE, 2019a
Ribeirão dos Macacos	Tamandua	VTD-67/03	TAMBCSMI238	Triangular	611756	7780855	935	6.47	Ativo	662	VALE, 2019a
Ribeirão dos Macacos	Tamandua	LD-01 Flow Tracker	TAMBCSMO247	Medição Direta	611766	7780875	935	6.37	Ativo	99	VALE, 2019a
Ribeirão dos Macacos	Tamandua	DRENO 66/03	TAMBCSMO235	Medição Direta	611255	7779524	1046	4.78	Ativo	29	VALE, 2019a

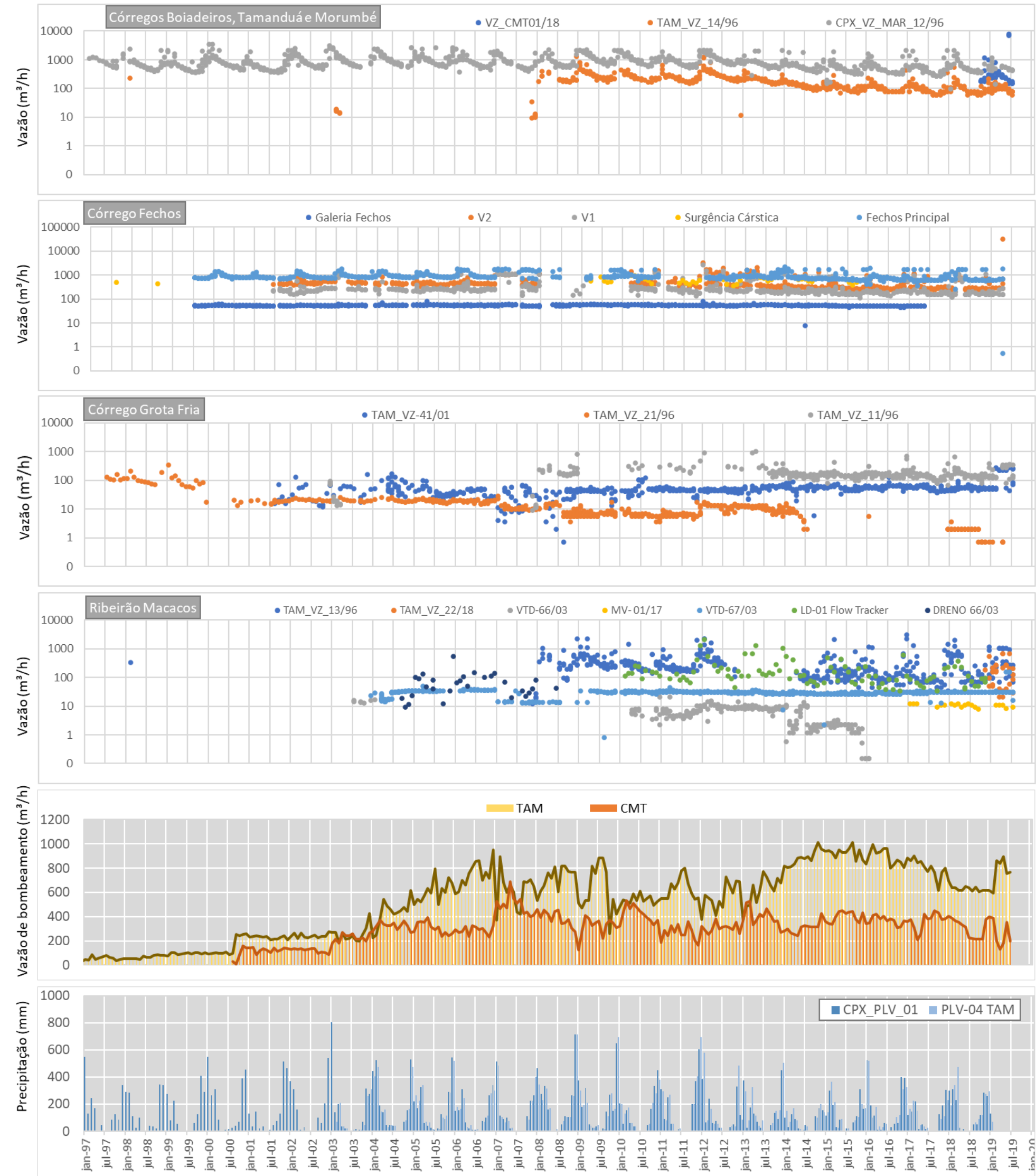


Figura 2.13 - Variação temporal das vazões (m³/h) nos cursos d'água do Ribeirão Macacos e dos córregos Grota Fria, Fechos, Boiadeiros, Tamanduá e Morumbé

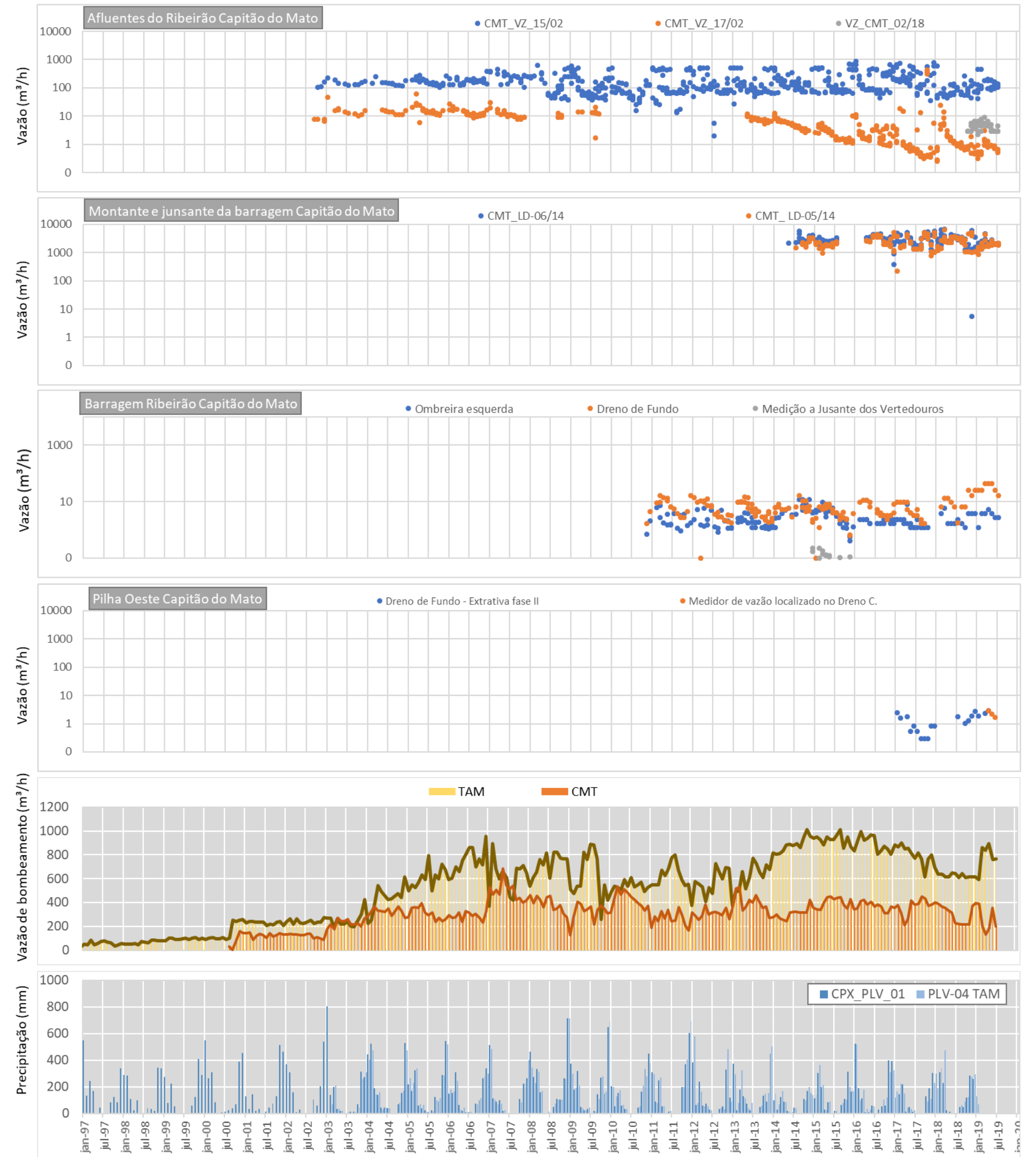




Figura 2.14 - Variação temporal das vazões (m³/h) nos afluentes do Ribeirão Capitão do Mato, Ribeirão Capitão do Mato a jusante e montante da barragem homônima, das estruturas de drenagem da barragem Capitão do Mato e da pilha oeste

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPOSTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 32/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

3.0 GEOLOGIA

Os dados geológicos constituem uma das principais base de dados para o desenvolvimento dos estudos hidrogeológicos, uma vez que as rochas constituem o meio por onde as águas subterrâneas circulam. Durante a fase de compilação e tratamento dos dados foram levantadas bases relacionadas ao tema geologia, acerca do contexto litoestratigráfico e litoestrutural, de modo a caracterizar o arcabouço geológico da área. Essas bases incluem tanto os dados públicos como os dados disponibilizados pela Vale.

Destaca-se a existência de três bases geológicas regionais:



- i) Endo *et al.* (2004), que reflete o mapeamento na região de junção da Serra do Curral com a Serra da Moeda, escala 1:50.000;
- ii) Lobato *et al.* (2005), que reúne os dados de Dorr II (1969) e Baltazar & Silva (1996), escala 1:50.000; e,
- iii) Mourão (2007), sobre a reinterpretação de Alkmim *et al.* (1996) com base no mapeamento de parte das quadrículas Ibirité e Macacos, escala 1:100.000.

Além dos dados de mapeamentos regionais, também foram analisados os dados disponibilizados pela Vale: pontos de campo e contatos interpretados pelo geólogo da Vale, Anderson Miyashita, entre 2018 e 2019, no entorno da junção do Sinclinal Moeda com a Serra do Curral; modelos geológicos de blocos desenvolvidos para as minas de Capão Xavier, Mar Azul, Tamanduá e Capitão do Mato; e, por fim, seções geológicas na mina de Tamanduá, interpretada pelo geólogo da Vale, Eduardo Motta, em 2019.

Buscando estabelecer uma base capaz de caracterizar o arcabouço geológico da área de estudo, foi realizada uma avaliação integrada, em ambiente georreferenciado, das bases geológicas existentes e, posteriormente, foi gerado um mapa base, reinterpretado pela Hidrovia, resultante da integração das informações analisadas.

As bases de Lobato *et al.* (2005) e Mourão (2007) propõem uma evolução tectônica comum para a área em questão (ALKMIM & MARSHAK, 1998), divergindo apenas pela posição dos contatos geológicos em algumas regiões. Por exemplo, na junção do Sinclinal Moeda com o homoclinal da Serra do Curral, a norte da área de estudo, onde a base de Lobato *et al.* (2005) apresenta uma maior exposição da Formação Gandarela e na base de Mourão (2007) é apresentada esta unidade já erodida e, portanto, com exposição da Formação Cauê. Os mapas divergem também nos contatos das Unidades Mestre Caetano e Córrego do Sítio do grupo Nova Lima e na bacia hidrológica do córrego Fechos, nesta última, a base de Lobato *et al.* (2005) apresenta uma lente de Nova Lima entre as Formações Cauê e Batatal, a qual não está presente no mapeamento de Mourão (2007).

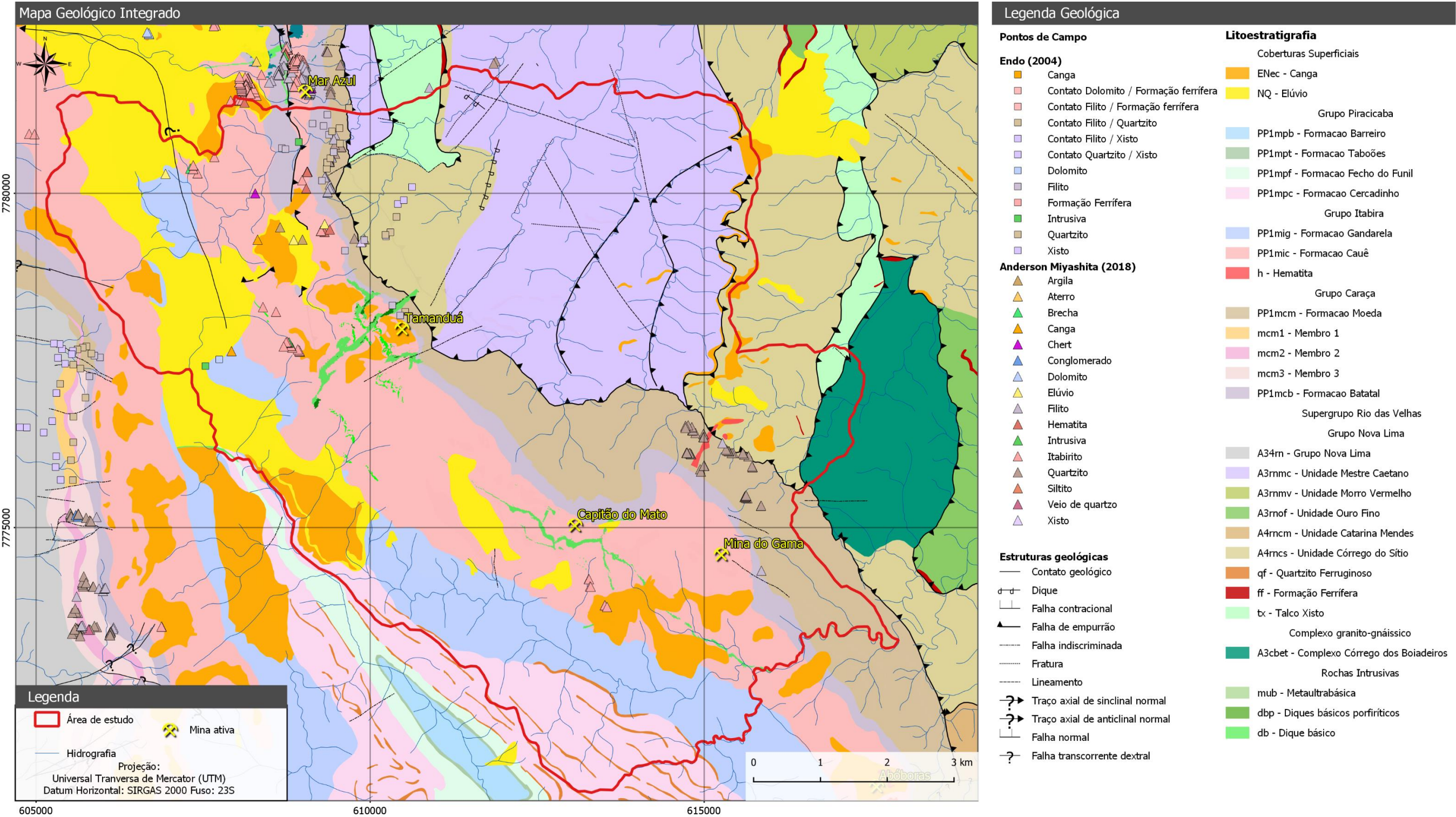
A base geológica de Endo *et al.* (2004) engloba apenas uma parcela da área de estudo, na região norte, e, como apresentado, traz uma proposta de evolução tectônica diferente



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPOSTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 33/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

das demais, formada essencialmente por grandes dobramentos sem a presença das falhas. O trabalho de Endo et al. (2004) traz informações relativas aos pontos de campo utilizados na geração do mapa, com descrições detalhadas e medidas estruturais. Além disso, os contatos, de forma geral, proporcionam maior relação com os elementos do relevo e de sensoriamento remoto. Portanto, esta base é um importante apoio na reinterpretação dos limites dos contatos geológicos.

Para a confecção da base geológica integrada também foram incorporados os dados de campo levantados pelo geólogo da Vale, Anderson Miyashita, no ano de 2018. Neste trabalho, foi mapeado o entorno das minas de interesse e traçados os contatos das unidades usando métodos de sensoriamento remoto. Por fim, foram utilizados os modelos de blocos das minas Tamanduá (Vale, 2015) e Capitão do Mato (Vale, 2018) como guias para a composição dos limites dos contatos.

Desta forma, visando à construção do modelo hidrogeológico conceitual, foram avaliados os dados geológicos disponibilizados e padronizados. A Figura 3.1 contém o mapa geológico integrado a partir dos dados disponibilizados.



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 35/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

4.0 MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEITUAL

O modelo hidrogeológico conceitual tem como objetivo desenvolver um entendimento físico que mais se aproxima da realidade hidrogeológica da área de estudo. As avaliações dos componentes hidrológicos, bem como das caracterizações geológica e estrutural da área de estudo, foram utilizadas para apoiar o desenvolvimento de um modelo de fluxo de águas subterrâneas. Os componentes avaliados são aqueles que afetam o balanço hídrico, a caracterização e geometria das unidades hidrogeológicas e a potenciometria.

4.1 SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS

Os principais litotipos denotam, em função de suas propriedades hidráulicas naturais, uma maior ou menor capacidade de condução e armazenamento das águas subterrâneas, definindo os sistemas/unidades hidrogeológicas predominantes.

As unidades hidrogeológicas foram conceituadas em função das unidades estratigráficas da região, sendo estas relacionadas aos aquíferos e aquíferos envolvidos e suas relações com as estruturas condutoras de água. As unidades hidrogeológicas foram classificadas como na Tabela 4.1 e especializadas no mapa da Figura 4.1.



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 36/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 4.1 - Correlação entre unidades geológicas e sistemas/unidades hidrogeológicas e intervalos de possíveis valores de condutividade hidráulica e recarga

Sistema Hidrogeológico	Unidades Hidrogeológicas	Intervalos típicos de K (m/s)	Intervalos típicos de Recarga, r (% da precipitação plurianual)	Unidade Geológica
Coberturas Sedimentares	Cangas e Lateritas	$1,0 \times 10^{-07}$ a $1,0 \times 10^{-04}$	$15\% < r < 40\%$	Laterita
	Sedimentos Inconsolidados			Cangas
				Depósitos terciários
				Solo
				Colúvio
				Argila
				Aluvião
Elúvio				
Formação Ferrífera	Aquífero em Formações Ferríferas Friáveis	$1,0 \times 10^{-06}$ a $1,0 \times 10^{-04}$	$25\% < r < 40\%$	Hematita Friável
	Aquífero em Hematítias Compactas	$1,0 \times 10^{-07}$ a $1,0 \times 10^{-05}$		Itabirito Friável
				Itabirito Friável Rico
				Hematita Compacta
				Hematita Dolomítica
				Hematita Goetítica
	Aquífero em Formações Ferríferas Compactas	$1,0 \times 10^{-08}$ a $1,0 \times 10^{-06}$		Itabirito Compacto
				Itabirito Goetítico
				Itabirito Magnesífero
				Itabirito Aluminonoso
Itabirito Argiloso				
Fm Cauê Indivisa				
Rochas Quartzíticas	Aquífero Moeda	$1,0 \times 10^{-07}$ a $1,0 \times 10^{-05}$	$15\% < r < 25\%$	Fm Moeda - Quartizitos
	Aquífero Cercadinho			Fm Cercadinho
Rochas Carbonáticas	Aquífero em Rochas Dolomíticas	$5,0 \times 10^{-08}$ a $1,0 \times 10^{-06}$	$10\% < r < 20\%$	Dolomito
	Aquífero/Aquitarde Gandarela			Fm Gandarela
Rochas Xistosas	Aquífero/Aquitarde Córrego do Sítio	$1,0 \times 10^{-10}$ a $1,0 \times 10^{-07}$	$10\% < r < 20\%$	Fm Córrego do Sítio
	Aquífero/Aquitarde Fecho do Funil			Fm Fecho do Funil
	Aquífero/Aquitarde Mestre Caetano			Fm Mestre Caetano
Rochas Cristalinas	Aquífero/Aquitarde Rochas Cristalinas	$1,0 \times 10^{-08}$ a $1,0 \times 10^{-06}$	$10\% < r < 20\%$	serpentinitos, metagabros e esteatitos
Rochas Metasedimentares	Aquiclude Moeda			Fm Moeda - Filito
	Aquiclude Batatal			Fm Batatal
	Aquiclude Barreiro			Fm Barreiro
Rochas Metabásicas	Aquiclude em Metabásicas	$1,0 \times 10^{-10}$ a $1,0 \times 10^{-08}$	$r < 5\%$	Vulcânicas e Intrusivas

Nota: Dados de recarga obtidos com base nas vazões específicas de contribuição de fluxo de base dos litotipos presentes na área em apreço

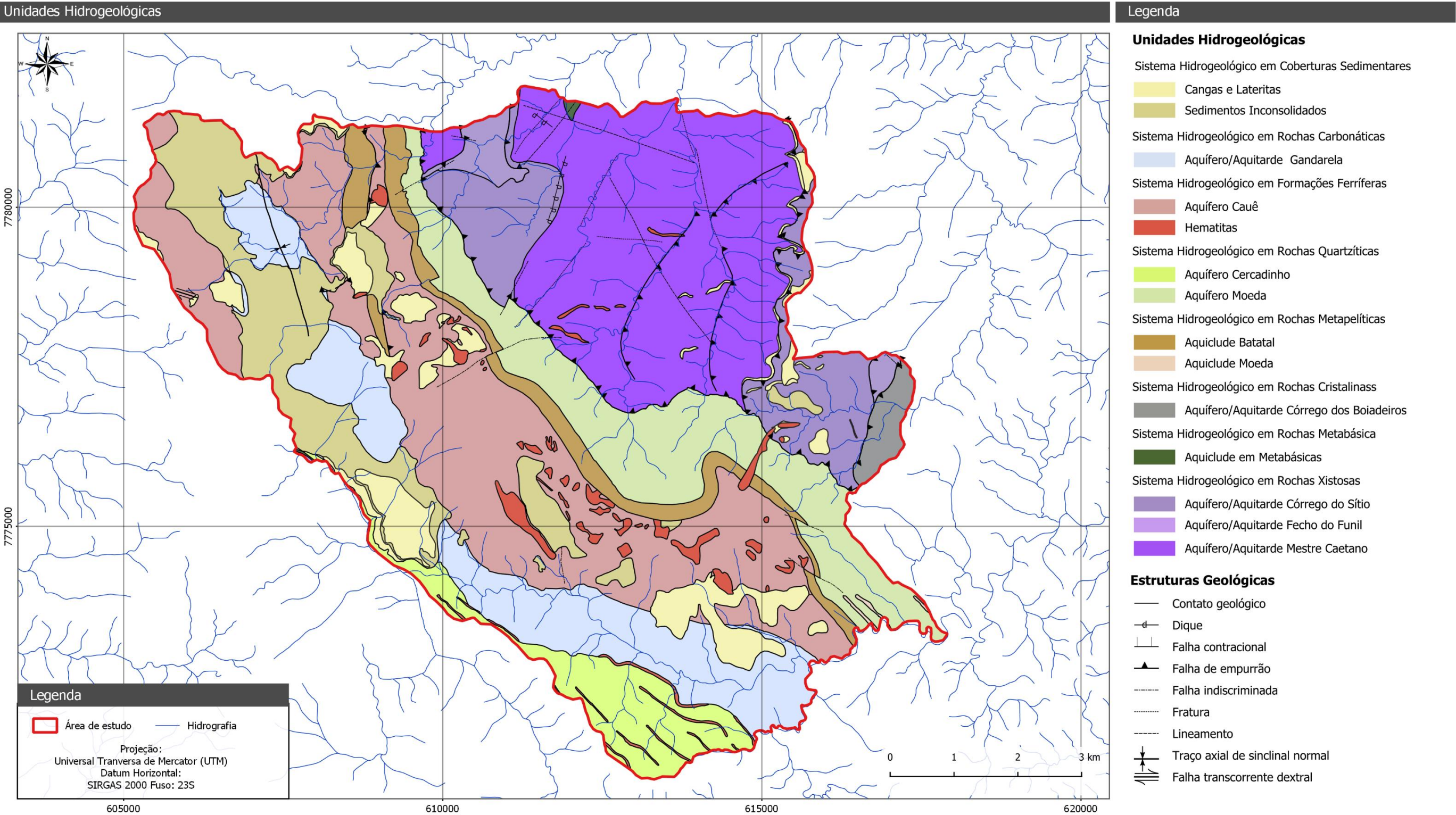




Figura 4.1 - Mapa Hidrogeológico da área de estudo

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 38/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

4.1.1 Sistema Hidrogeológico em Coberturas Sedimentares

As coberturas sedimentares deste sistema hidrogeológico se estruturam em zonas localizadas, descontínuas, livres, fortemente heterogêneas e anisotrópicas, caracterizando, por vezes, zonas de circulação rasa ou hipodérmica e, consequentemente, sazonal.



Na área destacam-se coberturas cenozoicas formadas por cangas e laterita e sedimentos inconsolidados, tais como: depósitos terciários, solo, colúvio, argila, aluvião e elúvio. As porosidades e permeabilidades são bastante variadas em razão da diversidade dos fatores físico-químicos na formação dos sedimentos e meteorização das rochas. Podem apresentar porosidade e permeabilidade altas, quando compostas por materiais arenosos e granulares com forte interconexão; ou baixas, quando formados por sedimentos com expressiva quantidade de fração argila que dificulta a infiltração e o escoamento subterrâneo. Em alguns locais, onde o substrato está impermeabilizado, formam pequenas nascentes de comportamento sazonal.

As cangas ocupam, principalmente, as zonas não saturadas do Aquífero Cauê, e, nessas condições, essa carapaça ferruginosa não funciona como aquífero. Porém, a canga, em geral, tem função para regulação da infiltração. Em alguns casos, a canga pode armazenar água por um breve período de tempo, formando zonas saturadas suspensas, que são drenadas por meio de surgências temporárias nas encostas e/ou pela infiltração vertical em direção ao aquífero em profundidade.

Como ressaltam os trabalhos de Schaefer (2016) e Maurity (1995), as cangas desenvolvidas pelo intemperismo das rochas ferruginosas são submetidas ao retrabalhamento, sobretudo em climas úmidos, existindo, portanto, associadas aos perfis lateríticos maduros, depósitos coluvionares grosseiros, depósitos de brechas pouco transportadas, bolsões de solos argilosos e afloramentos de rocha apresentando graus de intemperismo variáveis. Essas variações estão associadas às diferenças do substrato rochoso, diferentes estágios de desenvolvimento e destruição do perfil laterítico e os distintos compartimentos geomorfológicos nos quais esses materiais ocorrem, que são influenciados por variações climáticas cíclicas ocorridas ao longo do tempo. Portanto, a superfície no domínio das rochas ricas em ferro é composta por um mosaico de substratos distintos e heterogêneo, conferindo um comportamento de circulação subterrânea complexo, contudo servem como importantes zonas de trânsito das infiltrações dos aportes pluviométricos e meios reguladores de transferência desses aportes.

4.1.2 Sistema Hidrogeológico em Rochas Carbonáticas

Este sistema está representado na área de estudos pela Formação Gandarela, pelos itabiritos dolomíticos e pela unidade denominada “dolomito”, definida a partir do modelo geológico de blocos.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 39/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Estratigraficamente, o Aquífero Gandarela na área encontra-se sotoposto ao Aquífero Cauê, através de contato gradacional, com possibilidade de interconexão entre os diferentes sistemas. As rochas dolomíticas formam aquíferos descontínuos, do tipo fissural, condicionados ao desenvolvimento de falhas, fraturas, diáclases e juntas. São aquíferos livres a semiconfinados, fortemente anisotrópicos e heterogêneos. A presença de materiais de alteração dos dolomitos, cuja afinidade é comumente argilosa, configura zonas de baixa permeabilidade e condutividade hidráulica, na forma de aquitardes.



Predominam nestas unidades o calcário dolomítico, cuja solubilidade não favorece, como os calcários calcíticos, a existência de importantes estruturas cársticas que permitam o armazenamento e a circulação de água subterrânea. No entanto, no vale do Córrego de Fechos, observa-se a existência de camada dolomítica, com feições cársticas. Segundo Medina et al. (2005), neste vale, observa-se que o relevo suave do Plateau da Moeda está sendo rejuvenescido ao longo do córrego condicionado por estruturas tectônicas. Esta feição tem interesse particular no estudo da dinâmica de fluxo subterrâneo na área, visto que este ponto de abertura do sinclinal, pelo processo de captura de drenagem, representa um importante ponto de descarga dos aquíferos, incluindo o de maior potencial na região, o aquífero Cauê (Mourão, 2007).

4.1.3 Sistema Hidrogeológico em Formação Ferrífera

Este sistema se refere às áreas de ocorrência das formações ferríferas da formação Cauê, que incluem as formações ferríferas friáveis e compactas. Tais litotipos constituem um sistema aquífero misto, com dupla porosidade, intergranular e fissural. A porosidade intergranular é decorrente da gênese do minério de ferro, e apresenta-se mais pronunciada em locais em que a lixiviação dos itabiritos foi mais intensa.

O comportamento do Aquífero Cauê é fortemente anisotrópico, devendo apresentar valores maiores de condutividade hidráulica ao longo do plano de foliação e valores menores em direção ortogonal a este. Além disso, reconhece-se que os horizontes hematíticos e silicosos, principalmente os friáveis, apresentam as melhores condições de circulação e armazenamento das águas subterrâneas, principalmente nas zonas mineralizadas submetidas a processos de enriquecimento supergênico. A recarga se dá pela infiltração de águas pluviais diretamente sobre os espessos horizontes intemperizados, sendo mais eficiente quando esses horizontes estão cobertos por cangas ou colúvios de elevada porosidade.

Os fluxos subterrâneos, de modo geral, têm direções preferenciais segundo as principais direções de fratura, planos de estratificação e ao longo dos contatos com as barreiras impermeáveis. O Aquífero Cauê representa o mais importante sistema hidrogeológico sob o ponto de vista regional e local, dada sua função como manancial de abastecimento e objeto principal do processo de rebaixamento para atendimento das necessidades operacionais das minas de ferro do Quadrilátero Ferrífero.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 40/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

4.1.4 Sistema Hidrogeológico em Rochas Quartzíticas

Este sistema hidrogeológico está presente nas unidades onde predominam quartzitos, ainda que contenham níveis interestratificados de filito. São representantes deste sistema hidrogeológico os aquíferos Moeda e Cercadinho, além da unidade indiferenciada “quartzito” presente nas informações do modelo geológico de blocos disponibilizado pela Vale. São unidades geológicas de diferentes idades e posições estratigráficas com grandes variações faciológicas que acarretam alterações significativas nas propriedades hidrodinâmicas. Os aquíferos são descontínuos, do tipo fissural, livres a confinados pelos metapelitos interestratificados de baixa permeabilidade, anisotrópicos e heterogêneos. A porosidade e permeabilidade são secundárias, resultantes dos esforços tectônicos. A recarga se dá pela infiltração de águas pluviais, através do manto de intemperismo conectado com as fraturas. Sedimentos alúvio-coluvionares são comuns e podem contribuir para a recarga profunda. A estruturação tectônica, com dobras, fraturas e falhas, favorece a conexão hidráulica com outros sistemas aquíferos, influenciando tanto a recarga como a descarga.



4.1.5 Sistema Hidrogeológico em Rochas Metapelíticas

Este sistema contempla unidades geológicas com condutividade hidráulica muito baixa (10^{-09} a 10^{-07} m/s) e ocorre por toda a região como formações contínuas e níveis interestratificados. A principal unidade metassedimentar que constitui este aquífero é a formação Batatal, além das intercalações de filito da Formação Moeda. De maneira geral, tratam-se de unidades geológicas metassedimentares de baixo armazenamento e transmissividade. Embora as rochas deste sistema armazenem água, elas não são capazes de transmiti-la bem. São rochas de permeabilidade secundária pouco desenvolvida, dada a sua composição mineralógica propícia à transformação em argilas e à sua plasticidade que origina o desenvolvimento de fraturas fechadas. Exercem um importante papel de barreiras hidráulicas para as unidades produtoras de água. Podem se configurar em aquíferos em zonas de fraturas ou de descontinuidades.

4.1.6 Sistema Hidrogeológico em Rochas Xistosas

Na área de interesse este sistema é representado em quase totalidade pelas unidades Mestre Caetano e Córrego do Sítio, do Grupo Nova Lima, e uma pequena parcela pela Formação Fecho do Funil, em função da ocorrência predominantemente de xistos em suas distintas unidades geológicas. De maneira geral, este sistema exibe porosidade fissural e baixo potencial hidrogeológico, evidenciado pela pouca produtividade de poços tubulares e por vazões menos expressivas em nascentes. É extremamente heterogêneo, pois é formado por xistos de composição variada, intercalados com litotipos como metarenitos, metagrauvacas e até mesmo formações ferríferas.

A recarga principal é pluvial, pela infiltração nas formações superficiais conectadas às fraturas. A circulação se dá nas principais direções de fraturamento e, também, nas direções dos acamamentos. O fluxo tende aos baixos topográficos, onde os cursos de

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 41/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2



água perenes drenam o sistema. Os exutórios naturais são nascentes pontuais ou difusas ao longo dos vales com pequenas vazões.

4.1.7 Sistema Hidrogeológico em Rochas Cristalinas

Esse sistema compreende o domínio constituído localmente pelos serpentinitos, metagabros e esteatitos do Complexo Córrego dos Boiadeiros, recobertas por seu manto de alteração. Em condições de clima tropical úmido, os terrenos cristalinos constituem aquíferos que podem ser divididos em duas porções distintas: superior intergranular e inferior fissural. No manto de alteração ocorre porosidade intergranular, que determina a presença de aquíferos permeáveis e capazes de armazenar e de contribuir tanto para a recarga da rocha sã fratura sotoposta, quanto para a restituição hídrica de cursos de água. A porosidade fissural ocorre na rocha sã, onde se desenvolvem estruturas planares penetrativas. Esta porção do aquífero apresenta, relativamente, uma razoável condutividade hidráulica e baixa capacidade de armazenamento, geralmente em espessuras inferiores a 100 metros. O fluxo de águas subterrâneas é condicionado pela conexão entre estas estruturas. A recarga principal é pela infiltração de águas pluviais nos horizontes alterados e conectados às fraturas da rocha sã.

4.1.8 Sistema Hidrogeológico em Rochas Metabásicas

Os corpos intrusivos de rochas básicas são frequentes e por estarem comumente intemperizados, são identificados nas escavações das minerações e através de testes de aquífero, constituindo importantes barreiras hidráulicas entre aquíferos do mesmo sistema, estando presentes, principalmente, nas sequências metassedimentares. Os corpos intrusivos seccionam todos os sistemas aquíferos em diversas direções, compartimentando-os em aquíferos isolados e alterando os fluxos subterrâneos. Este comportamento é comumente identificado no Aquífero Cauê pelas atividades de rebaixamento dos níveis de água, onde são observadas alterações no comportamento dos cones de rebaixamento e diferenças significativas de níveis piezométricos em pontos de observação próximos. Dessa maneira, funcionam como aquícludes (aquicluda em metabásicas). Na área investigada foram mapeados importantes diques de rocha básica que seccionam parte do Aquífero Cauê em toda área da cava de Tamanduá e também na porção sul da cava de Capitão do Mato. Os diques funcionam como barreiras hidráulicas, camadas confinantes e também como divisores de água subterrânea, conforme apresentado mais adiante nas seções potenciométricas elaboradas para este estudo.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 42/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

4.2 DINÂMICA DE CIRCULAÇÃO E INTERAÇÃO HÍDRICA

Além de considerar as características específicas de cada unidade hidrogeológica, a dinâmica de fluxo das águas subterrâneas no domínio de interesse local também é influenciada por aspectos morfológicos e estruturais, capazes de condicionar as direções dos fluxos subterrâneos.

Buscando estabelecer o modelo conceitual de fluxo das águas subterrâneas na área de influência das minas de Tamanduá e Capitão do Mato, foi descrito a evolução do fluxo por meio da potenciometria.

Para a análise da dinâmica de circulação e interação hídrica da água subterrânea da área de estudo, é apresentada a seguir a avaliação da potenciometria local entre os anos de 2001 a 2019, conforme apresentado nos gráficos das Figuras 4.2 a 4.5 e nas seções verticais das Figuras 4.6 a 4.15.

Para a elaboração e interpretação das seções foram selecionados os instrumentos contidos na linha da seção ou que estivessem próximos, bem como a topografia das cavas. Também foram traçados os polígonos das rochas intrusivas e vulcânicas, obtidos a partir dos modelos de bloco.



Por fim, na Figura 4.16 é apresentada a interpretação da potenciometria em planta, equivalente ao final do período seco de 2009, sendo este o ponto de partida para a calibração do modelo numérico.

Cava TAM:

Como descrito anteriormente, a cava TAM é seccionada por rochas intrusivas e vulcânicas. O seccionamento por estas rochas impermeáveis é capaz de gerar distintos compartimentos hidrogeológicos. Essa compartimentação está representada de forma evidente na evolução dos níveis d'água nas seções verticais, principalmente nos anos de 2016 e 2019 (Figuras 4.13 e 4.14). Para o ano de 2019, observa-se um desnível de aproximadamente 100 m, entre o nível d'água do fundo de cava para um segundo *pit* situado a NW. Esta variação se dá em menos de 300 metros de distância entre eles.

Da mesma forma, para o sentido SE do *pit* da cava, também se observa a presença de rochas intrusivas compartimentando o nível d'água neste sentido, onde se nota uma variação superior a 250 metros entre o nível no fundo da cava e o nível d'água subterrânea no condomínio Morro do Chapéu em 2019.

Desde 2001, cerca de 230 metros já foram rebaixados no compartimento localizado na região do fundo da cava, partindo da cota 1230 m.a.n.m (INA-17/00) e atingindo a cota 1002 m.a.n.m (PZ-2), no início de 2019, conforme pode ser observado na Figura 4.2.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 43/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Observam-se dois períodos de aumento expressivo dos bombeamentos e consequente avanço do rebaixamento: o primeiro entre 2004 e meados de 2006 e o segundo entre 2013 até meados de 2016.

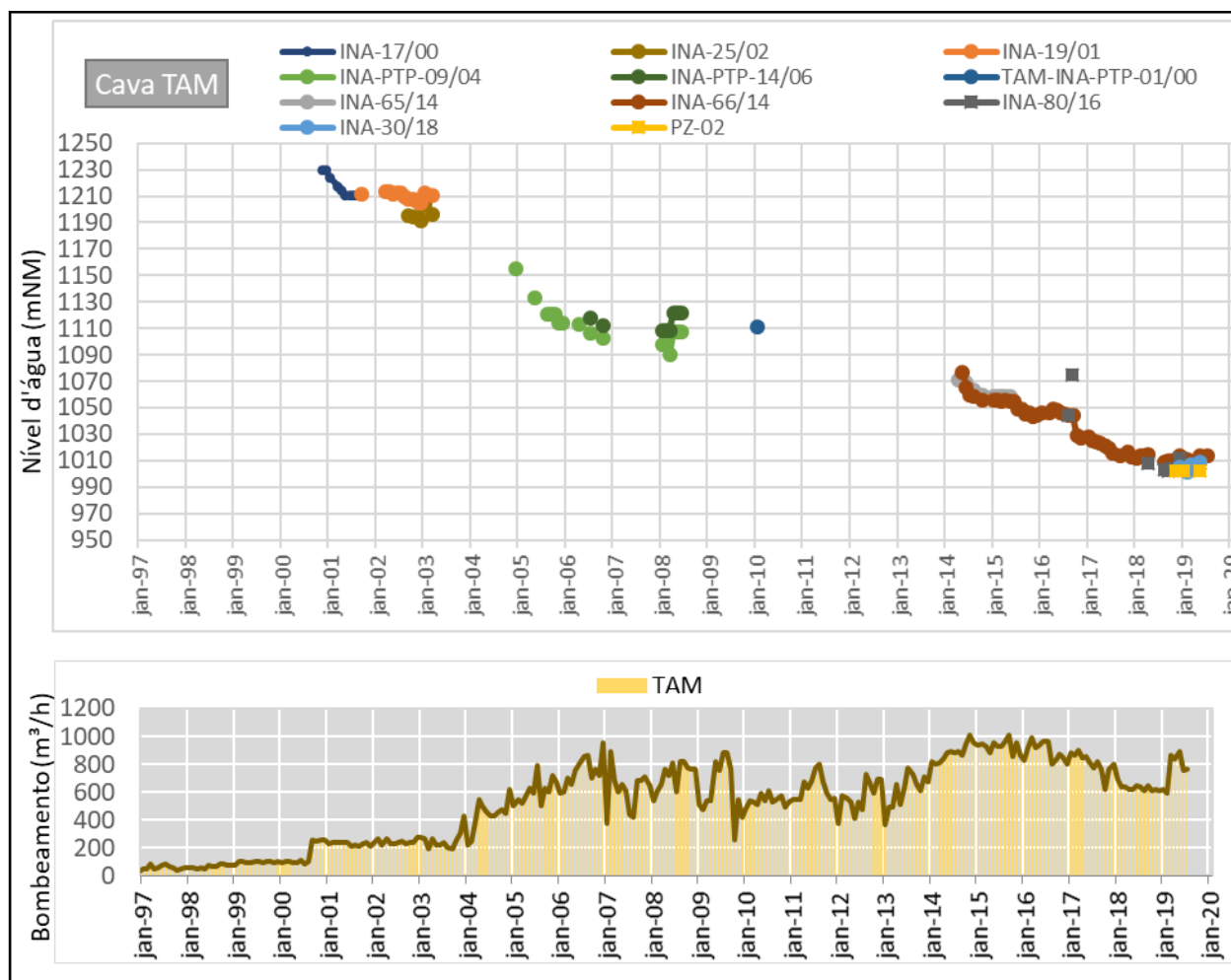




Figura 4.2 - Gráfico da evolução do nível água na Cava TAM

Cava CMT:

Na cava CMT também é observada a presença de rochas intrusivas, porém, nesta mina a presença das rochas intrusivas não segmenta o aquífero em compartimentos, como observado em TAM. Apesar disso, estas intrusivas podem ter importante papel na redução do avanço do rebaixamento no sentido SE. Por outro lado, sua ausência na porção NW da cava permite a propagação do rebaixamento até as proximidades do condomínio Morro do Chapéu.

Desde 1999, foram rebaixados cerca de 160 metros, partindo da cota 1316 m.a.n.m (INA-05/98) e atingido a cota 1155 m.a.n.m (INA-43/16) em 2019, conforme ilustra a Figura 4.3.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 44/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

De forma geral, não se observam aumentos expressivos do bombeamento, com exceção do ano de 2007. Em média são bombeados entre 300 a 400 m³/h de água para o rebaixamento de CMT. No entanto, vale ressaltar que apesar dos bombeamentos se manterem constantes, a partir de 2012 a precipitação se reduziu expressivamente e, consequentemente, a recarga. Desta forma, observa-se um avanço significativo do rebaixamento, principalmente em direção a SE.

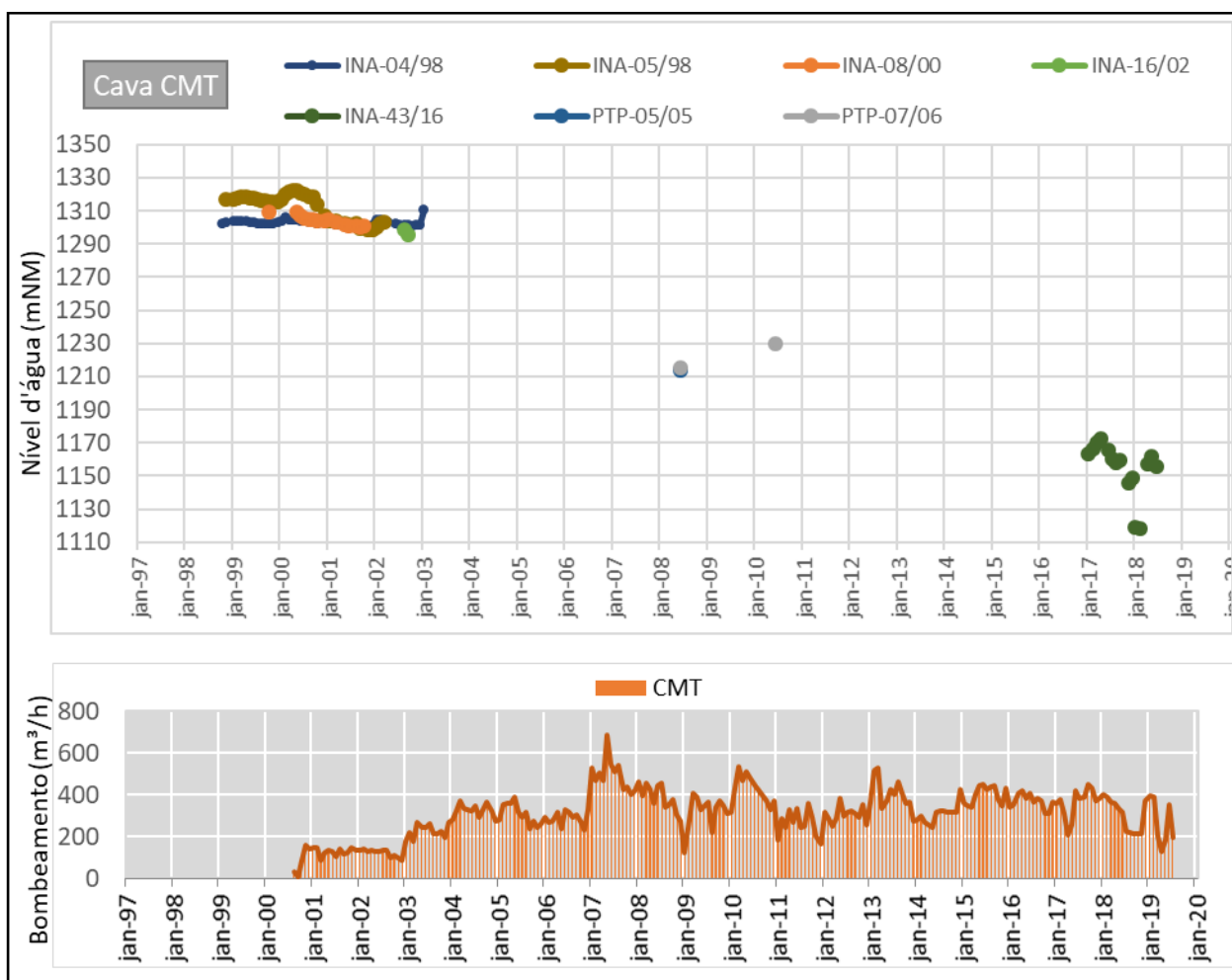




Figura 4.3 - Gráfico da evolução do nível água na Cava CMT

Condomínio Morro do Chapéu:

Na região do condomínio Morro do Chapéu há monitoramento desde 1997, no entanto, as leituras são esporádicas até o ano de 2009. Neste período o rebaixamento é pouco proeminente, cerca de 10 metros.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 45/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

A partir de 2009 observa-se um rebaixamento mais intenso nesta região, cerca de 40 metros, partindo da cota 1310 m.a.n.m (INA-PTP-03/85) e atingindo a cota 1272 m.a.n.m (INA-58/10), conforme Figura 4.4.

Esta região esta sob a influência do bombeamento do poço PTP-04/95 e, mais recentemente, pelo poço PRP-39/17 que abastece o condomínio, com vazões da ordem de 100 m³/h e muito provavelmente sob a influência do rebaixamento da mina de CMT com vazões médias de 300 m³/h.

A partir da interpretação das seções verticais, não é evidente que o rebaixamento realizado em Tamanduá afete diretamente os níveis na região do condomínio. Como mencionado anteriormente, a presença de rochas intrusivas compartimenta e evita a expansão do rebaixamento nesta direção. Ademais, os poços TAM-PTP-18 e TAM-PTP-28, os quais se situam próximos às rochas intrusivas e ao condomínio, apresentam vazões muito baixas, que somadas não ultrapassam uma média de 4 m³/h.

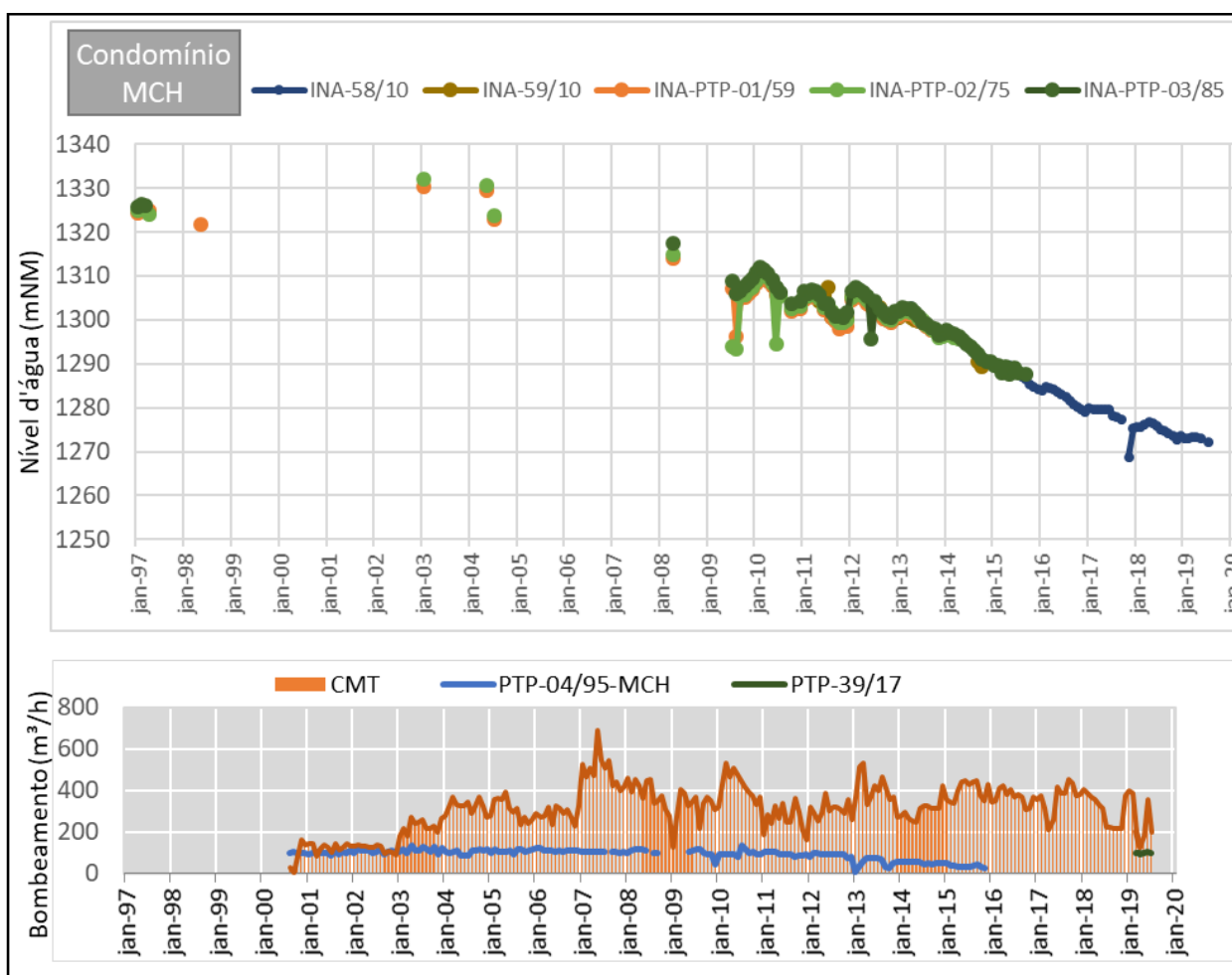




Figura 4.4 - Gráfico da evolução do nível água no condomínio MCH

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 46/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Margem direita da bacia do Córrego Fechos:



O monitoramento nos instrumentos instalados na Fm. Cauê, na bacia do córrego Fechos, iniciou em 2005. Observa-se que até o ano de 2011 o rebaixamento foi inferior a 10 metros, partindo da cota 1217 m.a.n.m. (INA-37/05) atingindo, em janeiro de 2011, a cota 1210 m.a.n.m (INA-37/05). Esse rebaixamento está associado aos bombeamento dos poços TAM-PTP-10 e TAM-PTP-19, os quais se localizam na porção NW da cava TAM.

De 2011 em diante iniciou-se uma intensificação no rebaixamento, sendo verificado após este período um rebaixamento de cerca de 50 metros, e o nível d'água atingiu a cota 1160 m.a. n.m (INA-37/05). Desta forma, o rebaixamento da formação Cauê sob a área de contribuição da margem direita do córrego Fechos atinge 60m desde o início do monitoramento, conforme Figura 4.5. A intensificação deste rebaixamento pode ser associada ao início da operação do poço TAM-PTP-24 em conjunto ao poço TAM-PTP-19, que somados aproximam vazões médias de 200 m³/h. Ademais, para o período mencionado, também houve uma redução expressiva da precipitação e, conseqüentemente, da recarga, o que pode ter contribuído para a redução do nível d'água.

Considerando a cota de base do córrego Fechos sobre a faixa da Formação Cauê, próxima de 1095 m.a.n.m, estima-se que houve uma perda de gradiente hidráulico na margem direita, junto a esta Formação, de aproximadamente 45%, partindo-se de uma espessura saturada de cerca de 120 metros para 65 metros. Ressalta-se que a perda de carga de gradiente hidráulico implica na redução da vazão de base dos cursos d'água na área de influência. No entanto, esta redução não é linear, sendo necessário o monitoramento das vazões e/ou modelos numéricos para estimar a perda.

Ressalta-se que os registros de nível d'água medidos no instrumento INA-52/08 apresentam discrepância em relação aos dados de monitoramento dos demais instrumentos, sendo necessário realizar um teste de vida para validação deste dispositivo.

Também, se ressalta que nesta área há um poço da Copasa para abastecimento do condomínio Vale do Sol, com portaria de outorga aprovada no ano 2002 e com validade de 20 anos (Portaria 965/2002). A vazão outorgada para este poço é de 126 m³/h, com bombeamento de 22 horas/dia.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 47/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

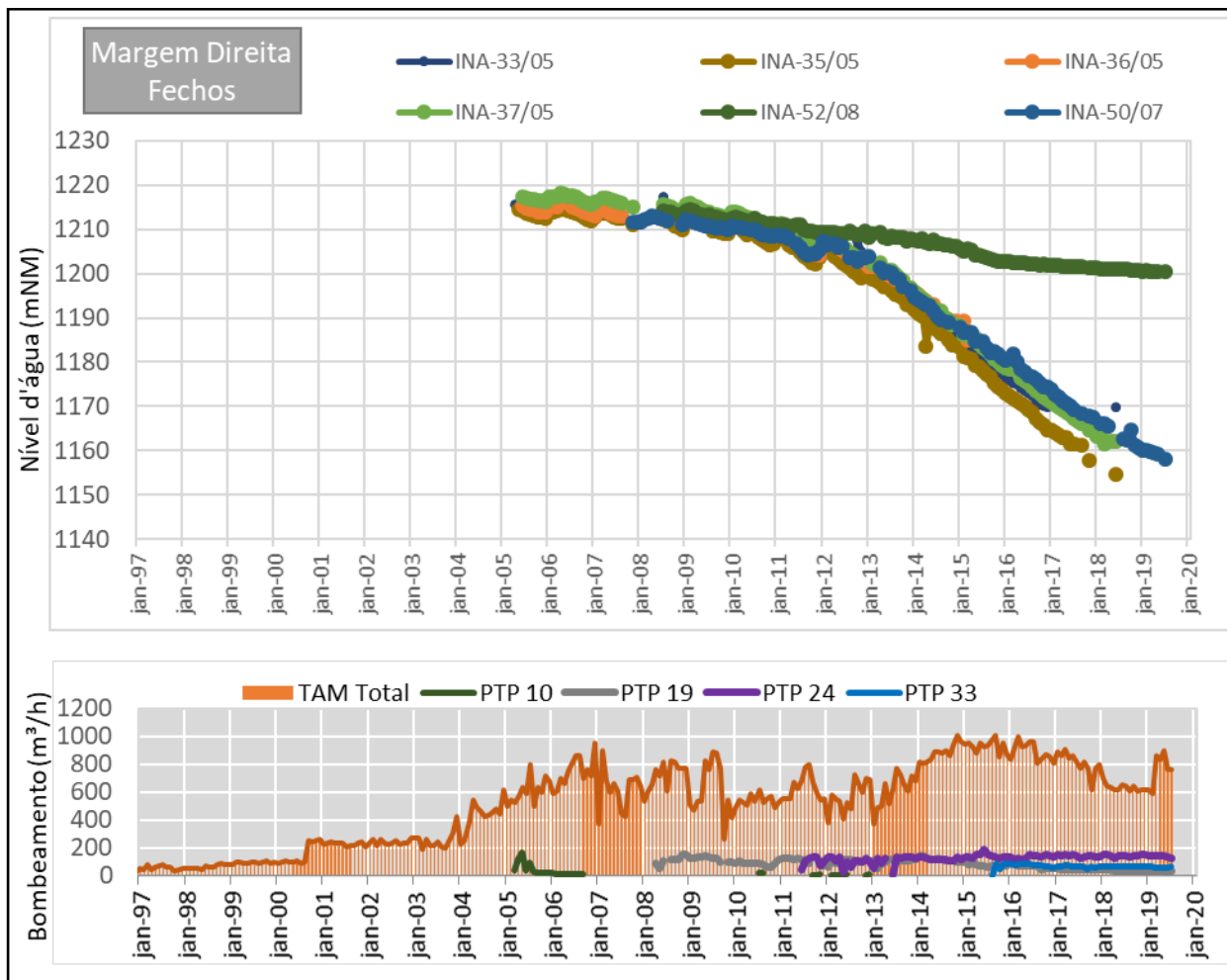
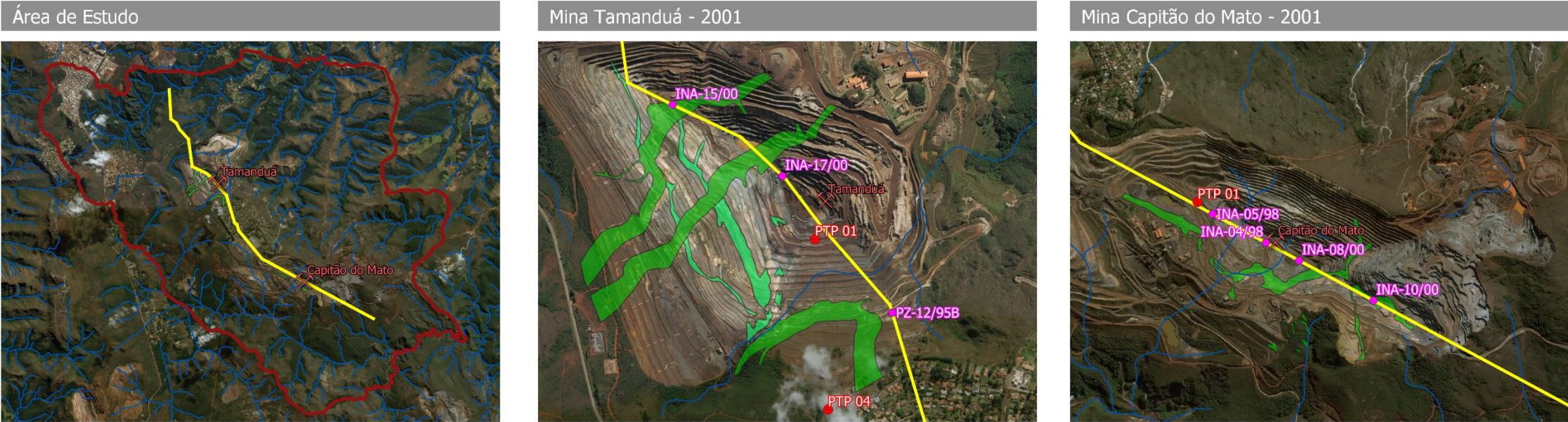
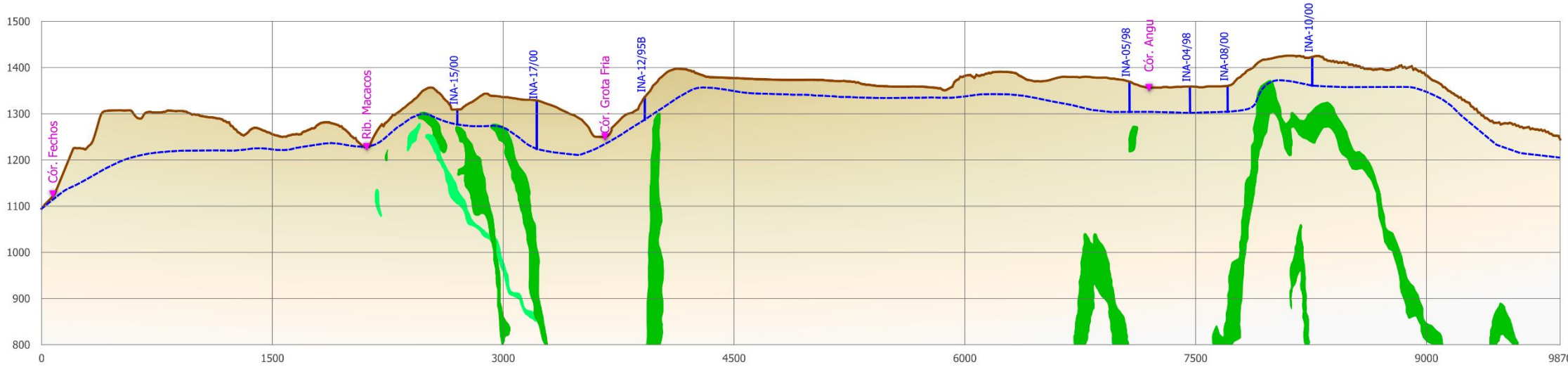


Figura 4.5 - Gráfico da evolução do nível água na margem direita da bacia do córrego Fechos



Seções Piezométricas - 2001



Piezômetros

Poços tubulares

Minas

Rede hidrográfica

Seção

Área de estudo

Intrusiva

Vulcânica

Principais drenagens

Posição do nível de água

Topografia restituída

Intrusiva

Vulcânica



Projeção:
Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso: 23S

Figura 4.6 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE para o ano de 2001

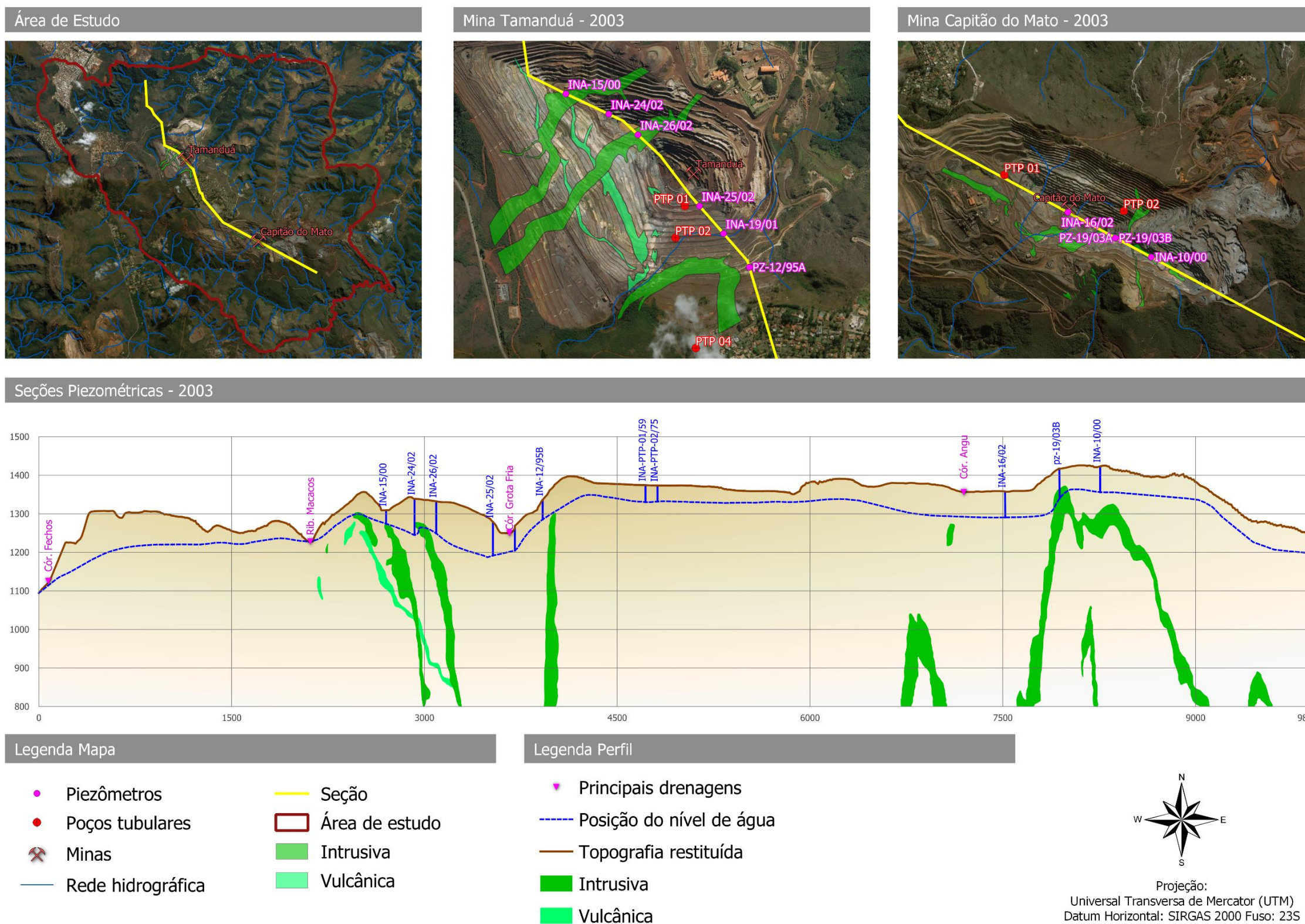
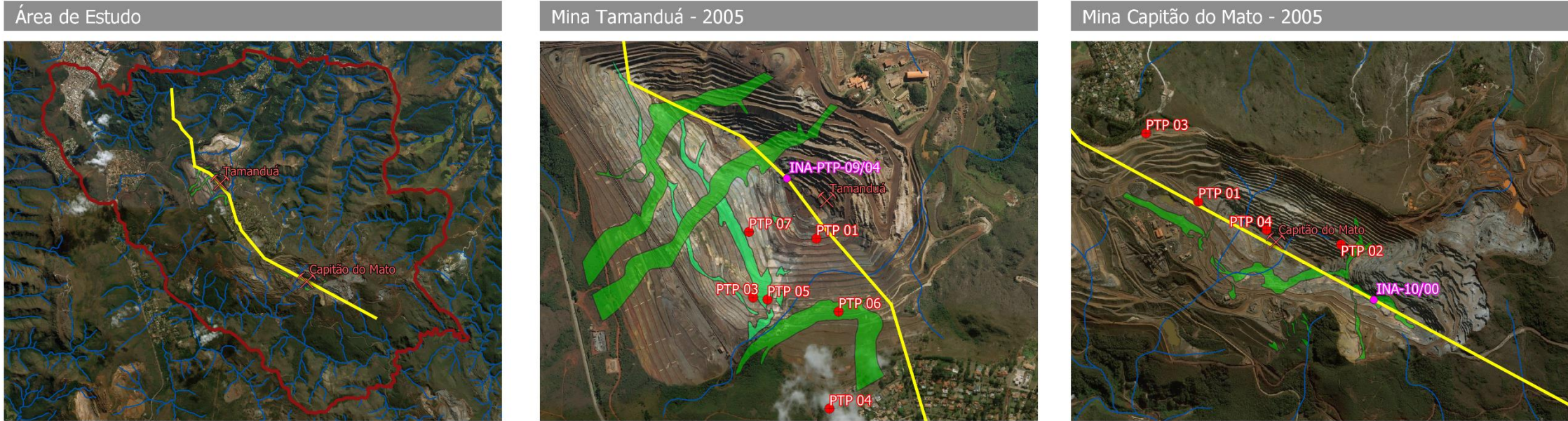


Figura 4.7 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE para o ano de 2003



Seções Piezométricas - 2005

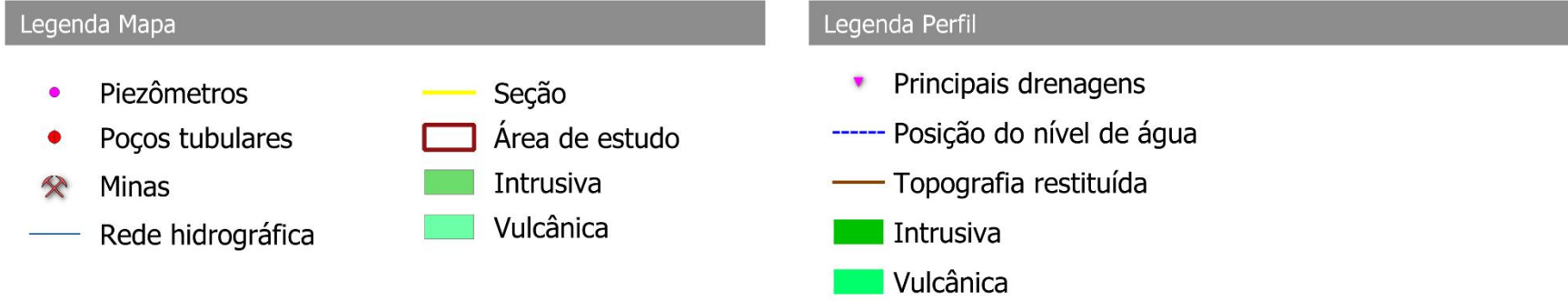
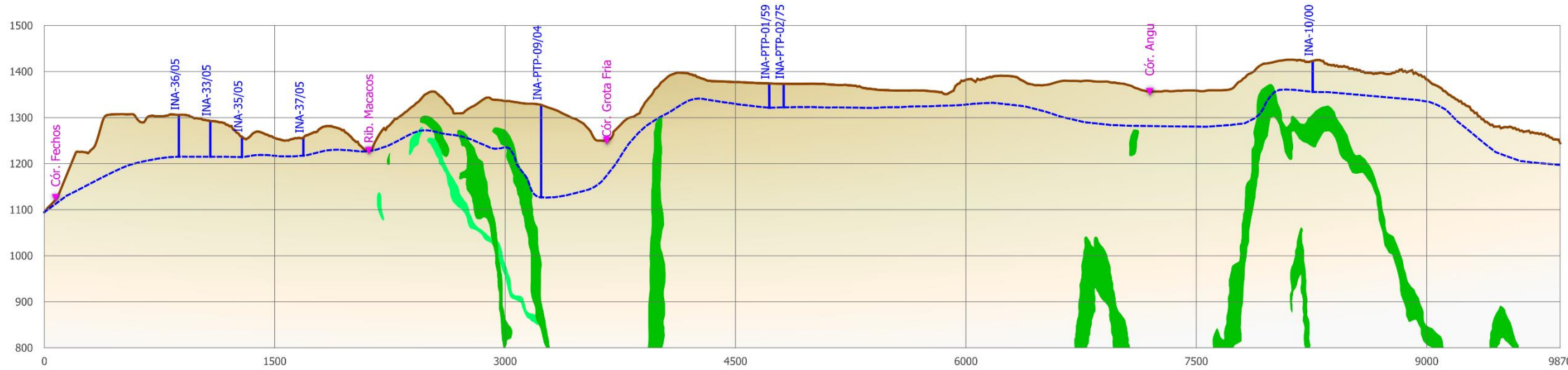


Figura 4.8 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE para o ano de 2005

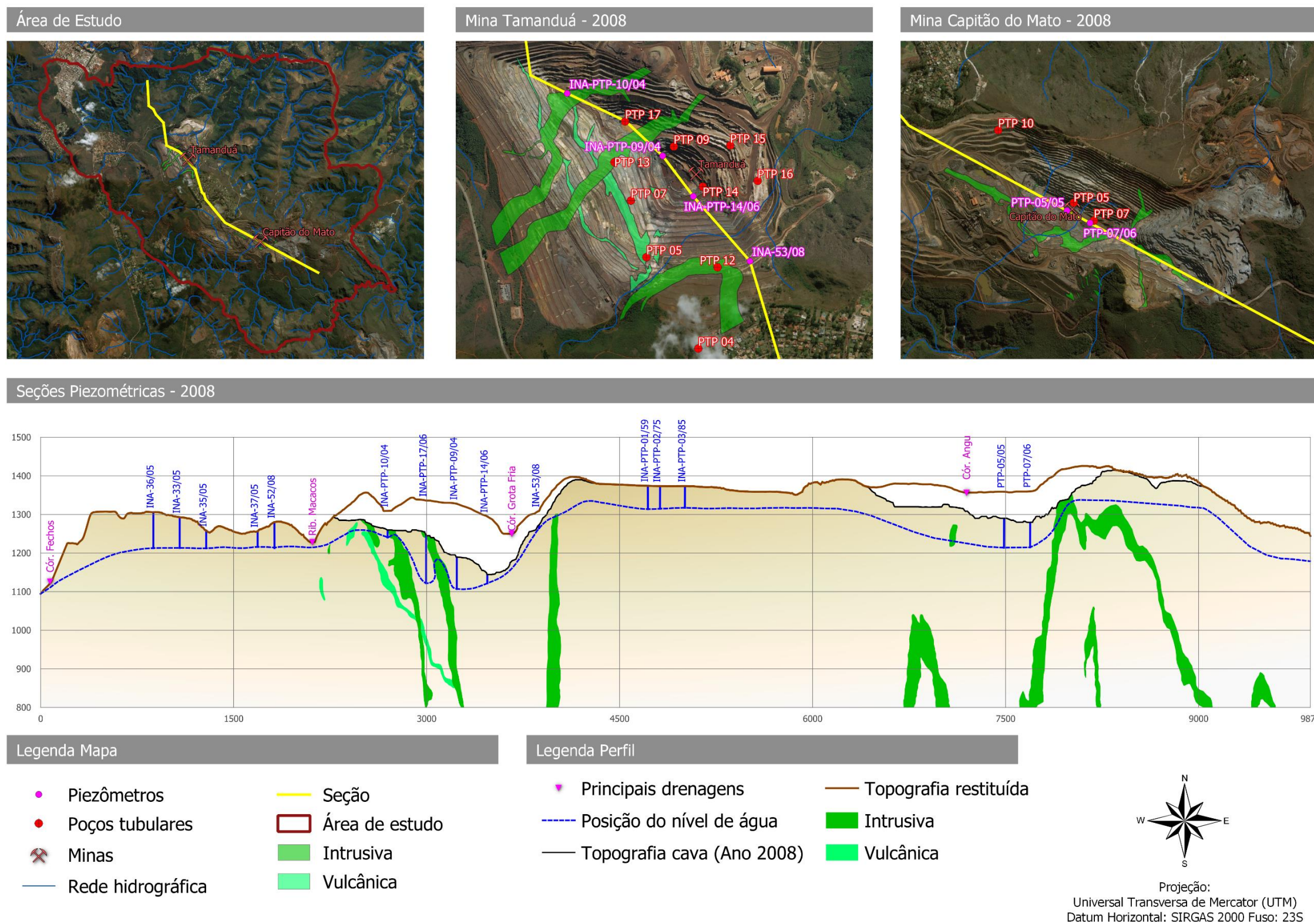
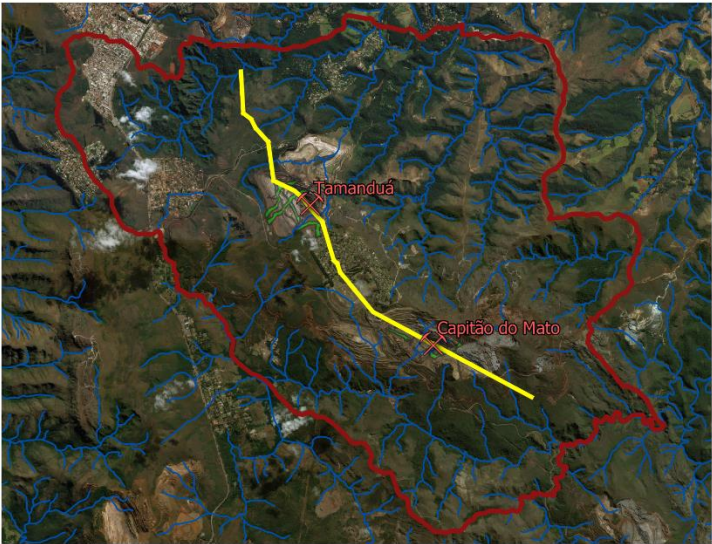
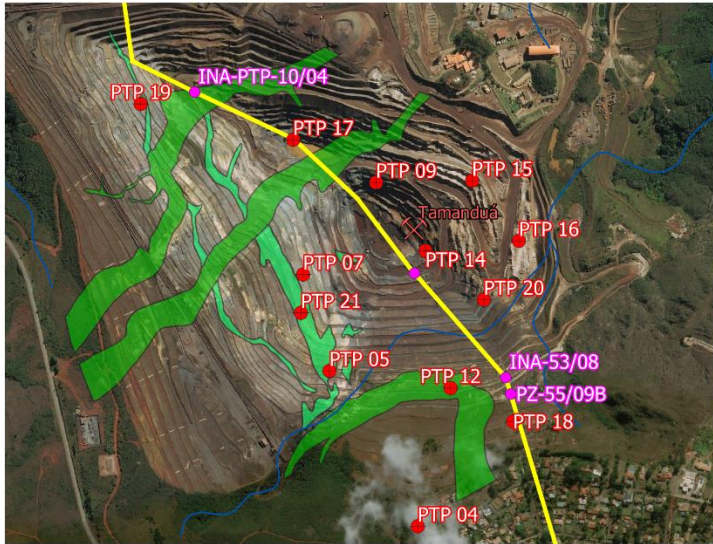


Figura 4.9 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE para o ano de 2008

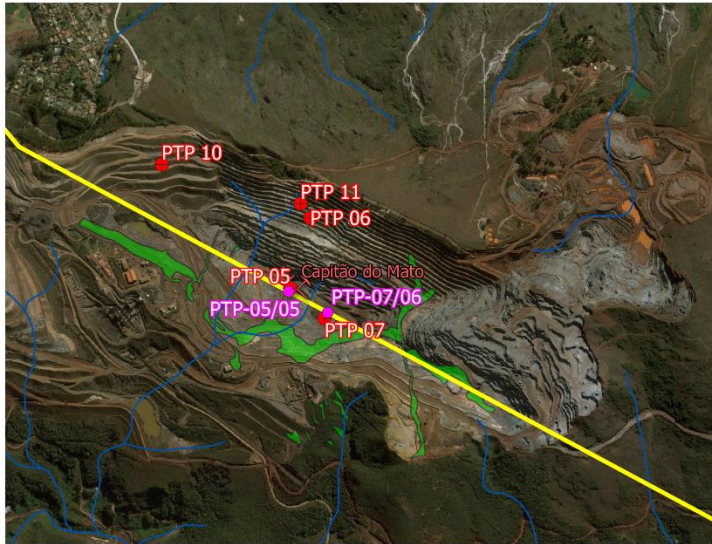
Área de Estudo



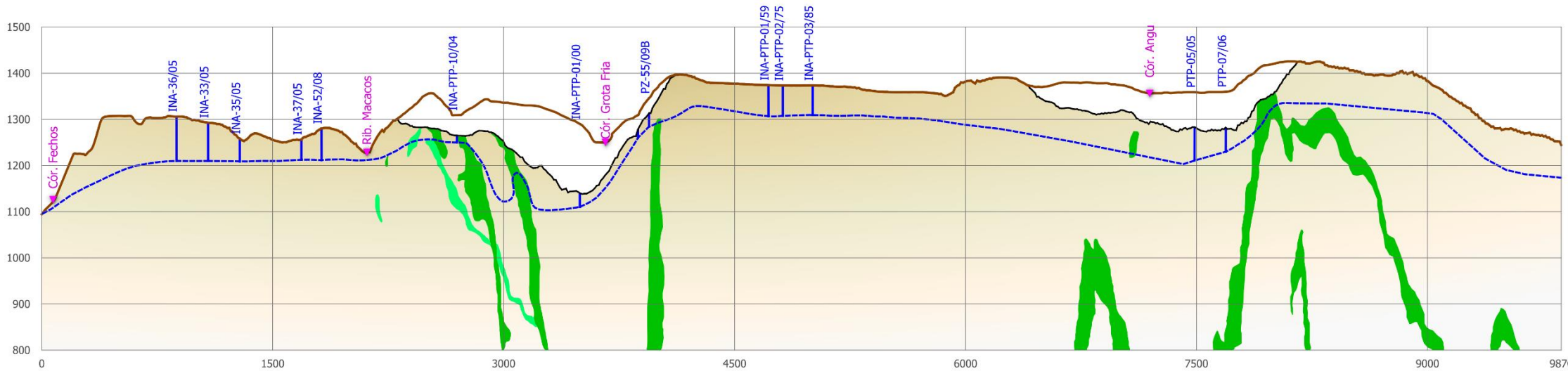
Mina Tamandua - 2010



Mina Capitão do Mato - 2010



Seções Piezométricas - 2010

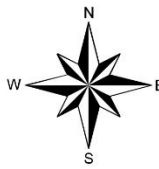


Legenda Mapa

- Piezômetros
- Poços tubulares
- Minas
- Rede hidrográfica
- Seção
- Área de estudo
- Intrusiva
- Vulcânica

Legenda Perfil

- Principais drenagens
- Posição do nível de água
- Topografia cava (Ano 2009)
- Topografia restituída
- Intrusiva
- Vulcânica



Projeção:
Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso: 23S

Figura 4.10 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE para o ano de 2010

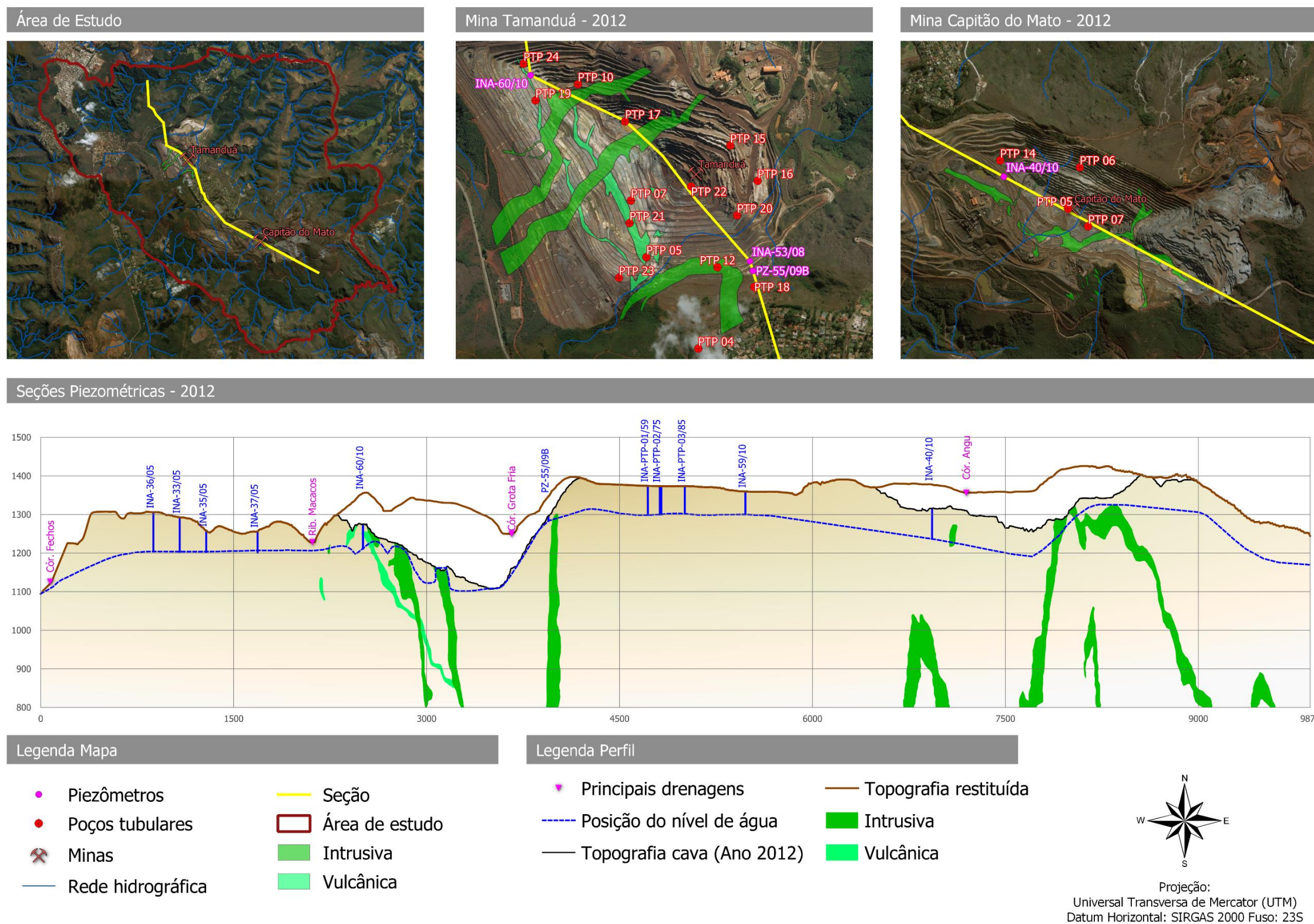


Figura 4.11 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE para o ano de 2012

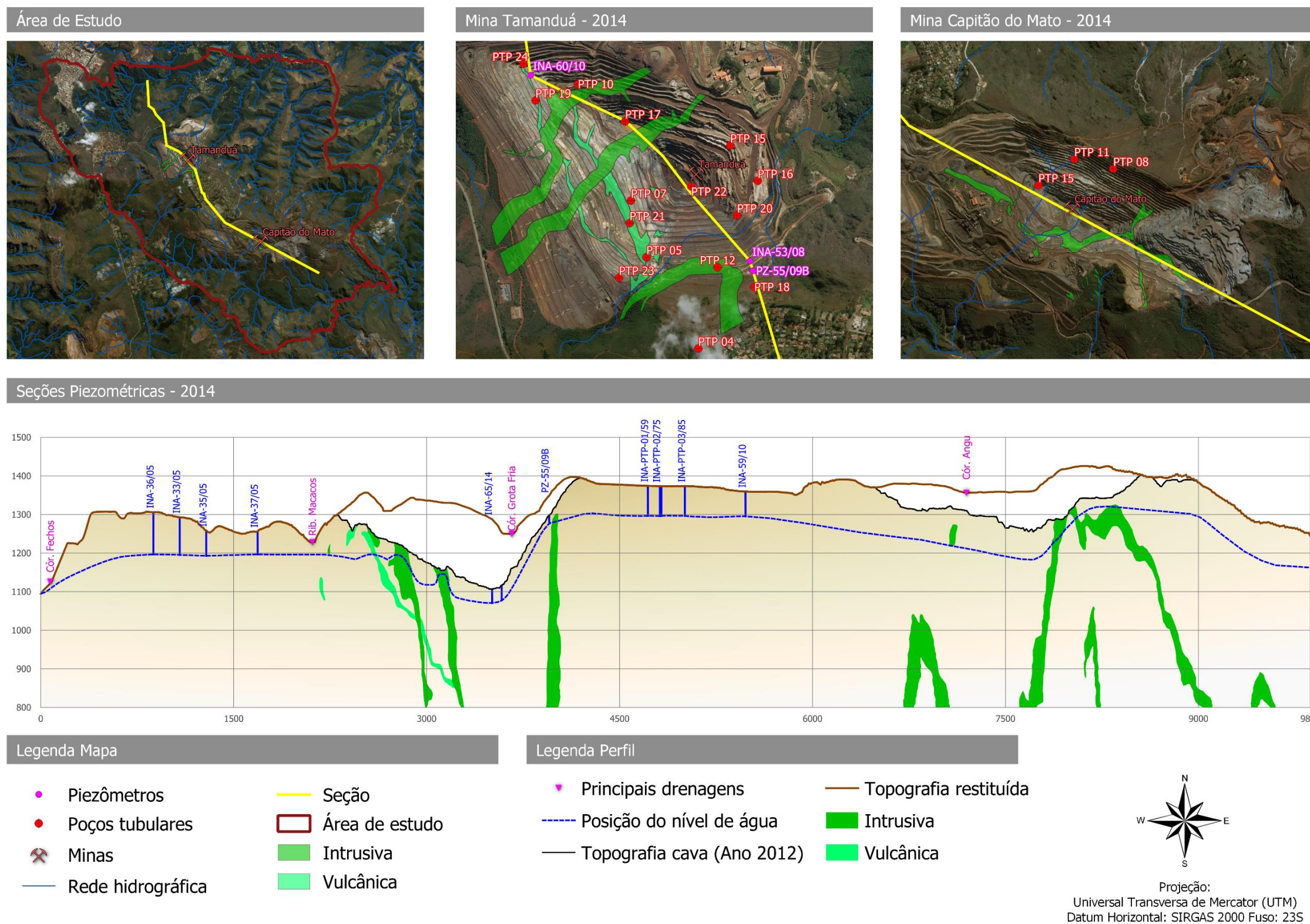
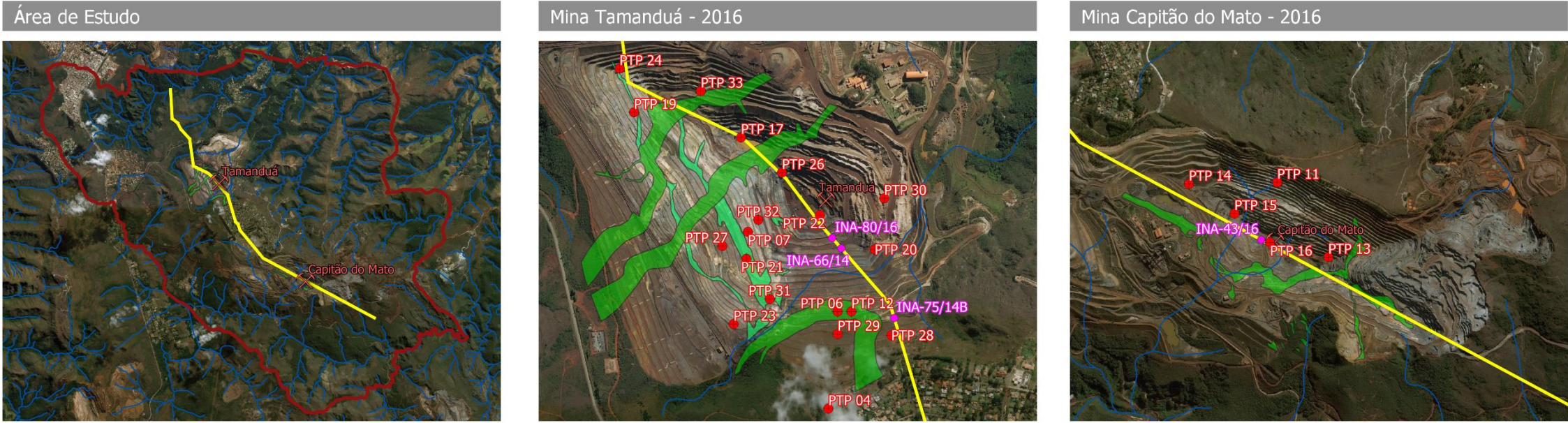


Figura 4.12 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE para o ano de 2014



Seções Piezométricas - 2016

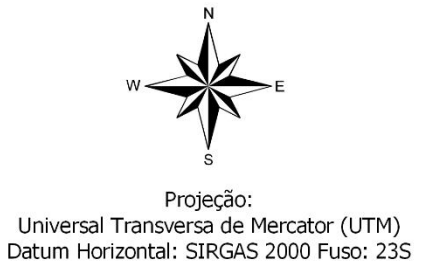
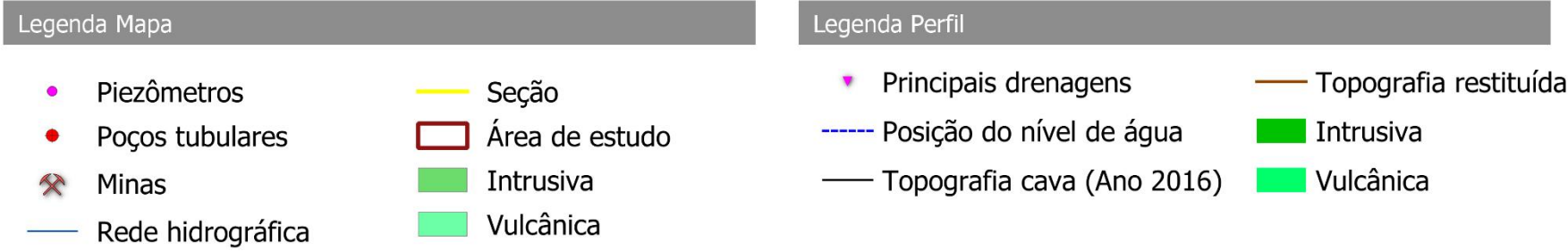
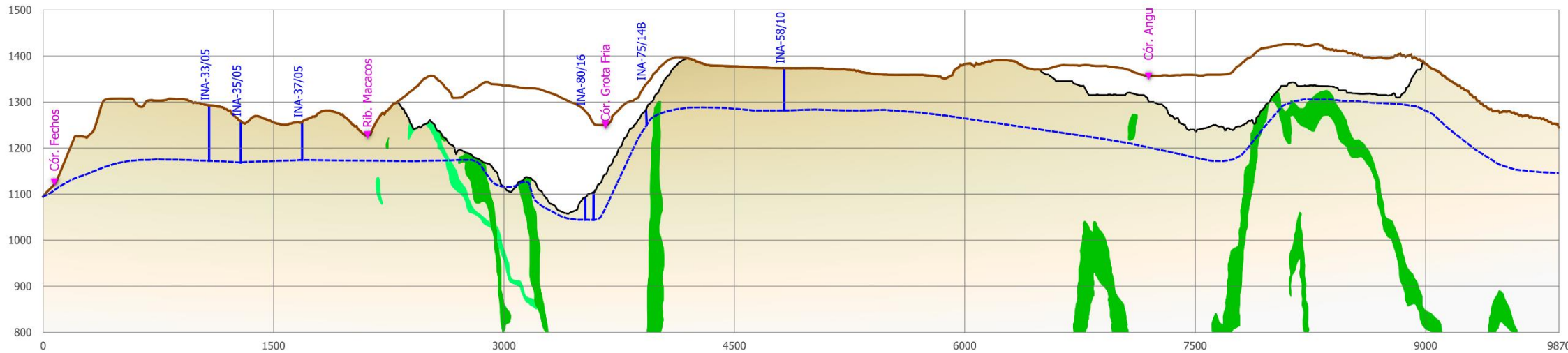
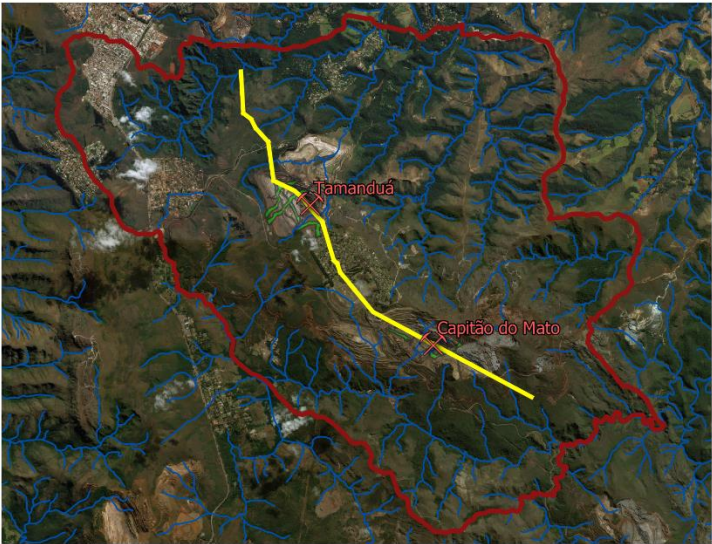
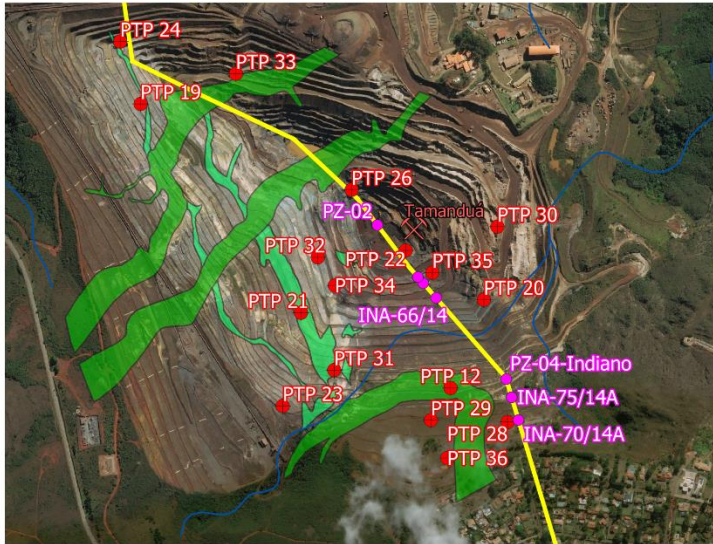


Figura 4.13 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE para o ano de 2016

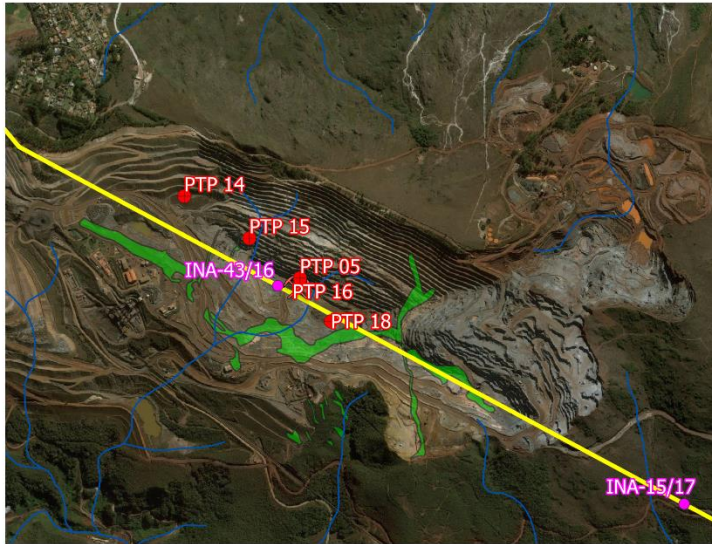
Área de Estudo



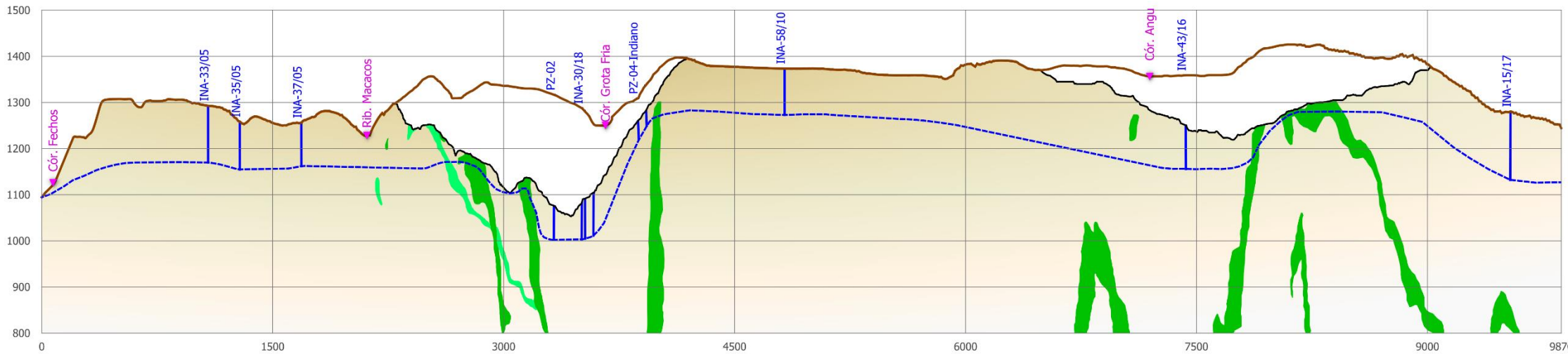
Mina Tamandua - 2019



Mina Capitão do Mato - 2019



Seções Piezométricas - 2019

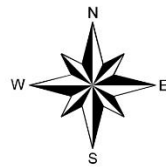


Legenda Mapa

- Piezômetros
- Poços tubulares
- Minas
- Rede hidrográfica
- Seção
- Área de estudo
- Intrusiva
- Vulcânica

Legenda Perfil

- Principais drenagens
- Posição do nível de água
- Topografia cava (Ano 2018)
- Topografia restituída
- Intrusiva
- Vulcânica



Projeção:
Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso: 23S

Figura 4.14 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE para o ano de 2019

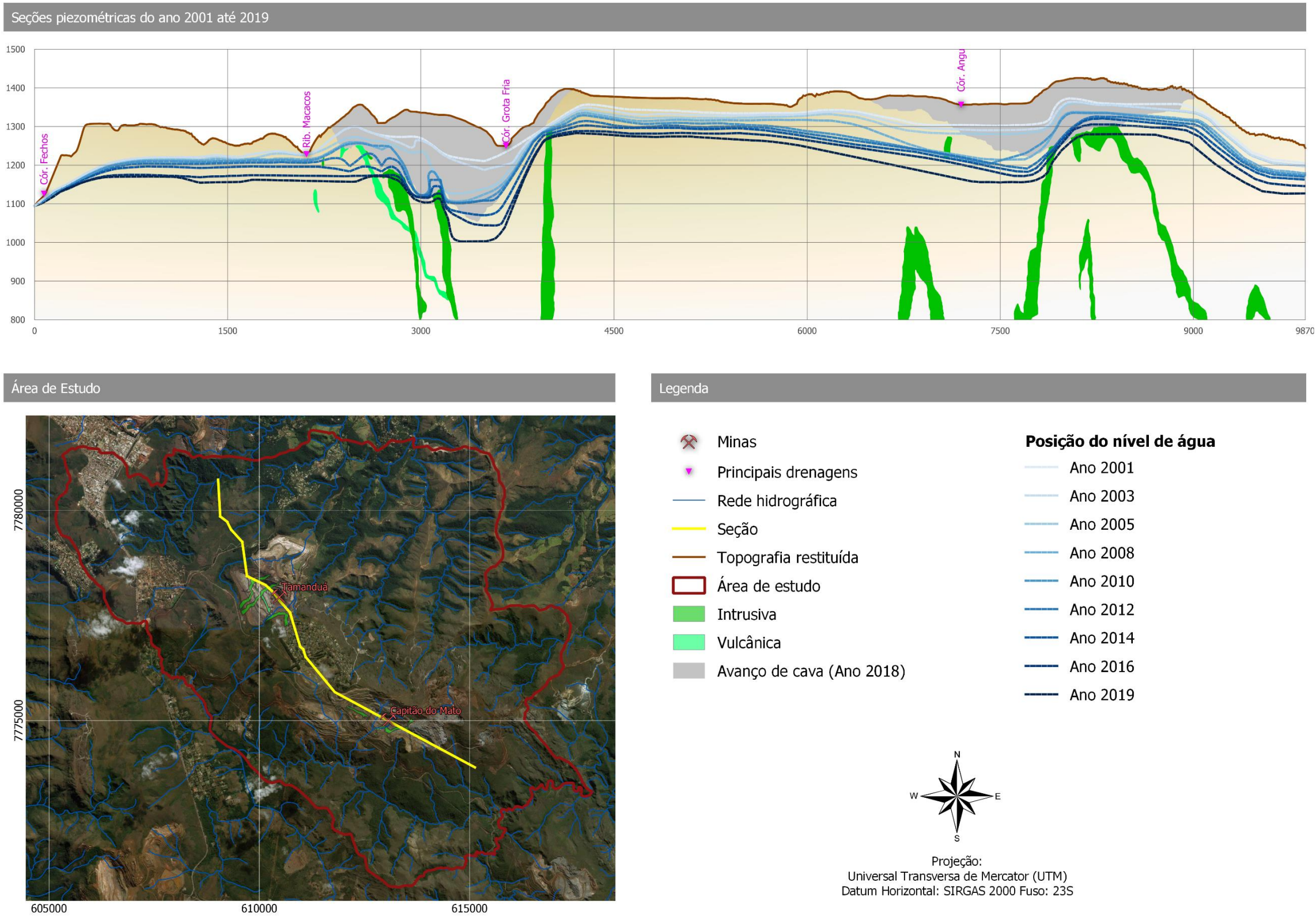
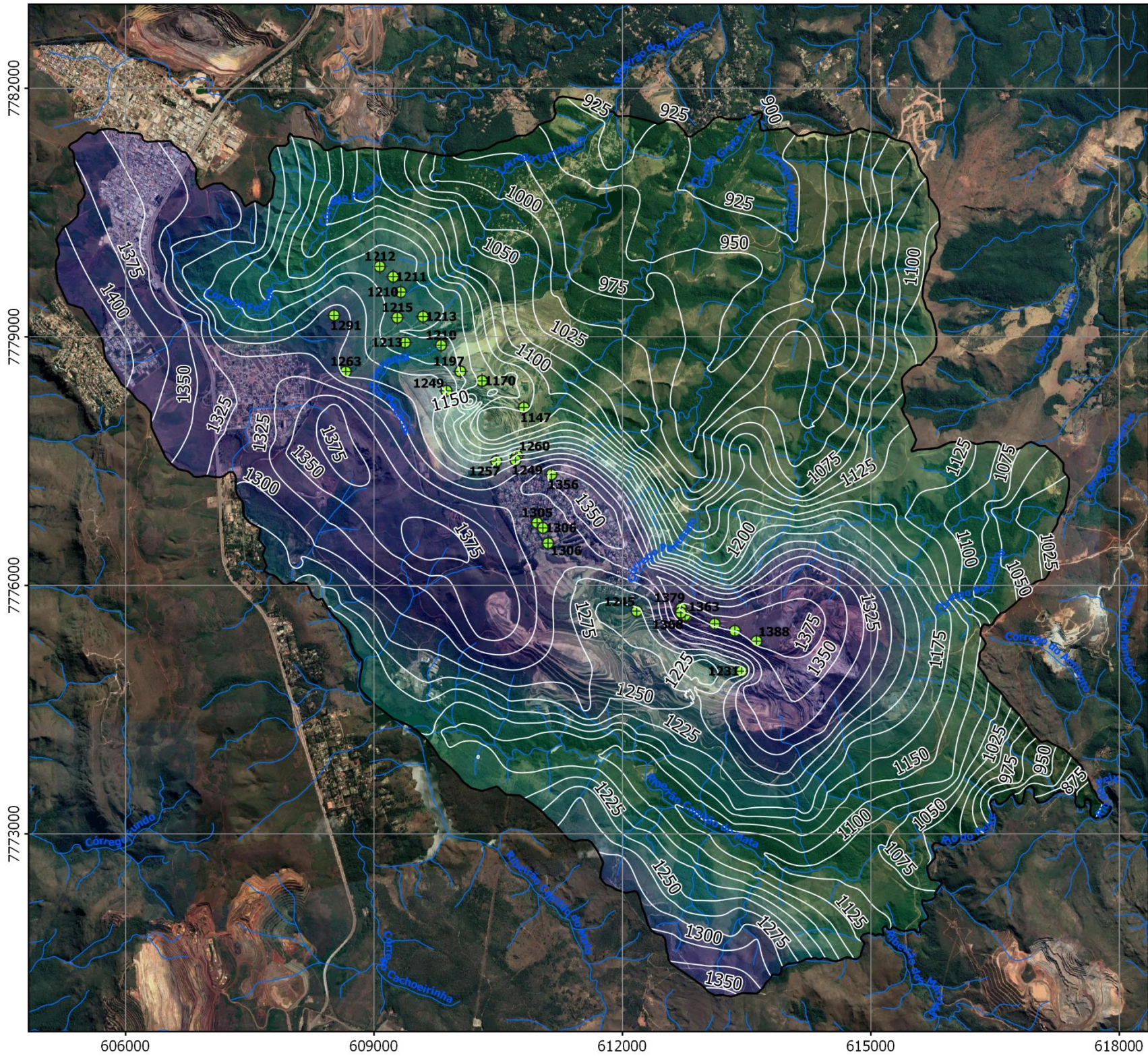
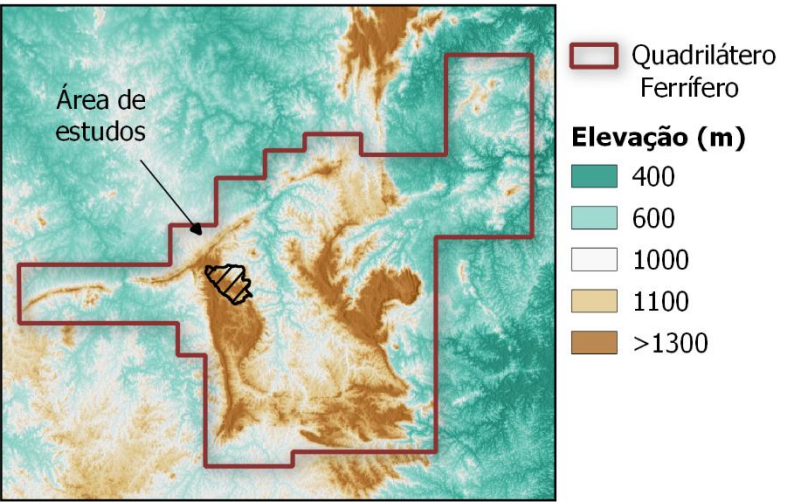


Figura 4.15 - Evolução do nível d'água na seção vertical na Fm. Cauê – NW-SE entre 2001 e 2019

Mapa potenciométrico do ano de 2009



Quadrilátero Ferrífero



Legenda

- Rede hidrográfica

— Potenciometria

● Instrumentos

□ Limite da área de estudo
- Superfície Potenciométrica

1000

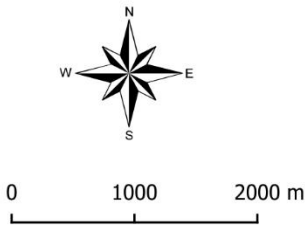
1150

1200

1250

1300

1355



Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso 23S

Figura 4.16 - Mapa potenciométrico conceitual interpretado para setembro de 2009, em planta

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 59/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Bacia do Córrego Fechos:

De particular interesse ao estudo, a seguir é apresentada uma caracterização da bacia de Fechos.

O córrego dos Fechos é afluente da margem esquerda do ribeirão Macacos, que por sua vez é afluente da margem esquerda do rio das Velhas, cuja confluência se dá a montante da captação de água de Bela Fama. O curso de água tem suas nascentes no limite sudeste do Platô da Moeda (em sua porção norte), no Bairro Jardim Canadá, a 1.340 m de altitude.

Grande parte da bacia está localizada dentro do domínio da Estação Ecológica de Fechos. Nesse domínio a mata ciliar está preservada e a vegetação de mata cobre uma vasta área ao longo do vale principal e dos vales secundários os quais compõem a bacia de Fechos (Figura 4.18). No entorno da estação ecológica de Fechos está o bairro Jardim Canadá, o bairro Vale do Sol, os condomínios Serra dos Manacás e Jardim Monte Verde, e as minas de Capão Xavier, Mar Azul e Tamanduá.

O leito do córrego de Fechos mostra evidências de ocorrência de enxurradas e um aumento grande na vazão circulante durante o período das chuvas. As encostas são íngremes e os vales laterais apresentam canais de escoamento que podem funcionar sazonalmente. Os talwegues a montante esculpem uma superfície de canga que recobre sedimentos avermelhados, sendo essa superfície coberta por vegetação herbácea e arbustiva (Figura 4.17). Os cortes expõem também as rochas alteradas abaixo do solo, as quais sustentam escarpas íngremes. Olhando a bacia de Fechos a partir do bairro Vale do Sol, nota-se as diferenças fisiográficas que manifestam a erosão diferencial sobre as rochas da Fm. Gandarela e Fm. Cauê (Figura 4.17).

Existem quatro captações para abastecimento público na bacia do córrego dos Fechos: Barragem Principal de Fechos, Galeria de Fechos (Mina de Água), Barragem Auxiliar de Fechos e Casa de Máquinas (inoperante desde 2008). Existe monitoramento nesses pontos e em mais dois vertedores (V1 e V2) antes da confluência com o córrego Seco.

A principal surgência de Fechos ocorre na Formação Gandarela (denominada surgência cárstica de Fechos) e apresenta uma vazão média aproximada de 600 m³/h. Essa surgência ocorre a montante da Barragem Principal de Fechos. As águas que circulam na seção onde é realizada a medição da surgência cárstica de Fechos reúnem um conjunto de olhos d'água (Figura 4.18). O ponto de maior vazão ocorre em uma fenda na rocha (Figura 4.18A), dando origem a um curso d'água de largura centimétrica a métrica que aumenta de volume com a chegada dos aportes dos olhos d'água laterais

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPOORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 60/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

que brotam próximo ao contato solo-rocha (Figura 4.18B). Existe um gradiente topográfico forte até a confluência com o vale principal de Fechos, formando um escoamento de fluxo turbulento (Figura 4.18C e Figura 4.19A), condição que dificulta a realização da medição de vazão com precisão. Devido às dificuldades de acesso a essa área, esse ponto não é monitorado pela Vale semanalmente, como ocorre em pontos a jusante da bacia de Fechos.

O córrego de Fechos até a barragem Principal tem sua vazão mantida principalmente pelas águas da surgência cárstica. As contribuições provenientes dos talvegues a montante são secundárias. Antes da confluência com as águas da Surgência Cárstica de Fechos, nota-se um fluxo lento e, apesar da água ser límpida, há presença de algas e mal cheiro nas poças de água parada que se formam nas margens e zonas de fluxo lento (Figura 4.19B e 4.19C). Esses aspectos da água associados ao lixo acumulado nas margens junto aos sedimentos (ex. garrafas e sacos plásticos, pneus, embalagens de alumínio) mostra a poluição decorrente de descarte inadequado de resíduos sólidos e efluentes provenientes da ocupação do entorno na cabeceira do córrego. Após a confluência com as águas da surgência Cárstica, além de um aumento considerável de vazão existe uma aparente melhora da qualidade da água, embora ao longo do leito e margens ainda exista lixo. Essas condições mostram que a estação ecológica de Fechos está extremamente vulnerável à contaminação de seus mananciais de água, os quais fazem parte do sistema de abastecimento da Copasa.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 61/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

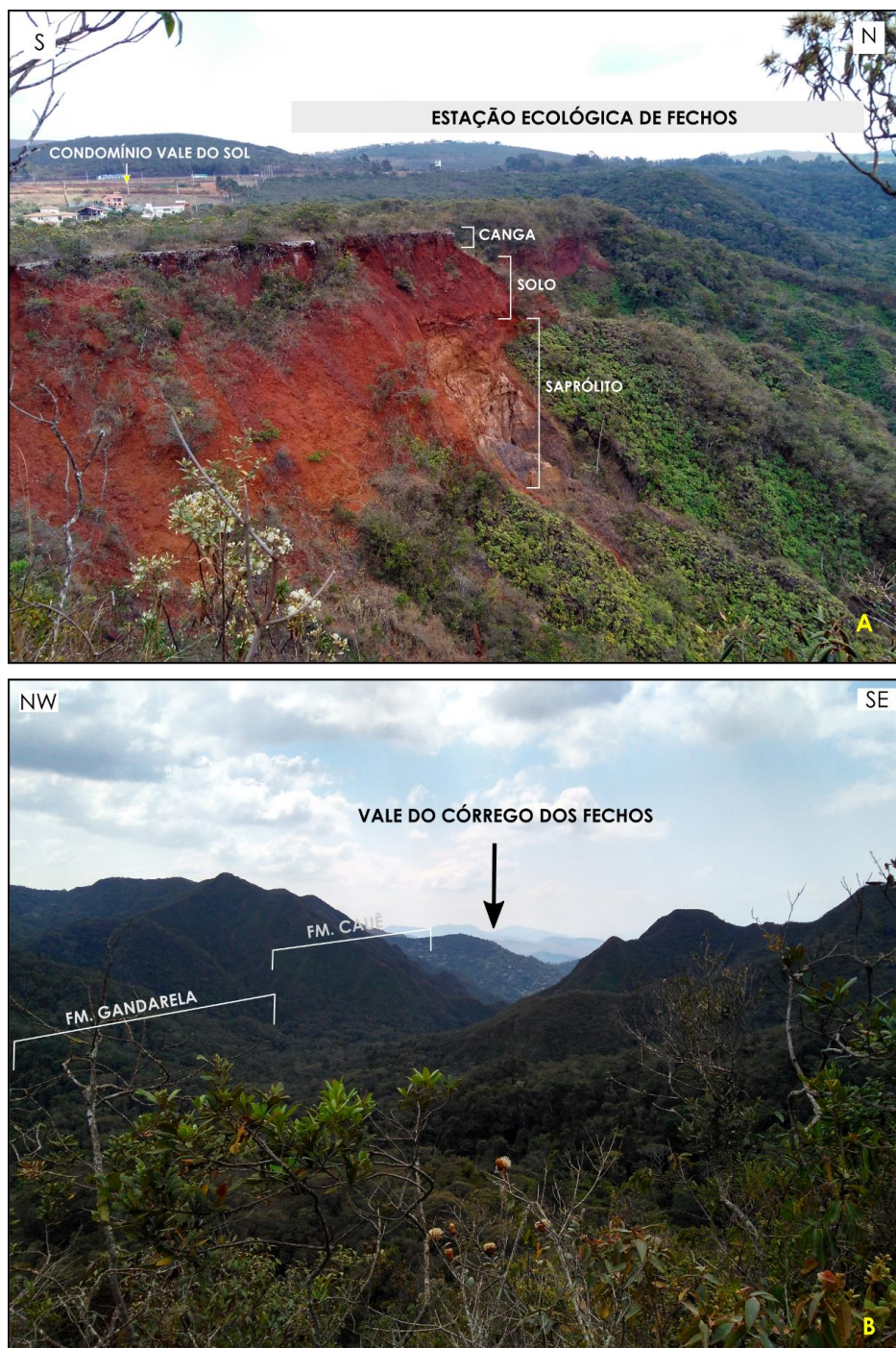


Figura 4.17. Estação Ecológica de Fecho e aspectos fisiográficos e geomorfológicos

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 62/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2





Figura 4.18. Surgência Cárstica de Fechos. A) Surgência Principal. B) Exemplo de surgência secundária que ocorre próximo à surgência principal. C) Volume total de água da Surgência Cárstica de Fechos

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 63/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2



Figura 4.19. A) Confluência do córrego de Fechos com as águas provenientes da Surgência Cárstica de Fechos. B) e C) Aspecto da água do córrego de Fechos antes da confluência. Observa-se o lodo no fundo e lixo nas margens

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPOORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 64/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

A **Barragem Principal de Fechos** consiste na primeira barragem situada no córrego dos Fechos com uma bacia hidrográfica vertente de 6,34 km². Durante a estiagem, capta-se a totalidade da vazão circulante pelo leito, ocorrendo transbordamentos ocasionais em períodos de chuvas intensas. As águas circulantes por esta barragem resultam da mistura das contribuições de escoamento superficial e descargas de dois sistemas hidrogeológicos: aquífero em sedimentos inconsolidados e aquífero da Formação Gandarela, principalmente na Surgência Cárstica de Fechos (a 1200 m de altitude). A Surgência Cárstica mantém um fluxo expressivo, tanto em períodos de chuva quanto de estiagem.

A interpretação existente hoje é que o aporte de água captado na barragem principal tem origem em um aquífero de alto poder de regularização, abastecido pela infiltração nas coberturas, sendo aventada a possibilidade de fluxos em condutos cársticos. As vazões mínima e máxima medidas nesse ponto foram 260 e 2277 m³/h, sendo o valor médio igual a 920 m³/h. Em cinquenta por cento das medidas, as vazões oscilaram de 737 a 945 m³/h. A vazão média dos meses de setembro e outubro é de 826 m³/h, enquanto a mínima nesse mesmo período é de 568 m³/h. Nos registros nota-se uma tendência de diminuição das vazões do curso d'água ao longo do tempo a partir de 2012, ano que marca o início de um período prolongado de seca, com chuvas abaixo da média histórica.

O ponto **Galeria de Fechos** (ou Mina D'Água) localiza-se imediatamente a jusante da barragem principal de Fechos, na margem direita do córrego. Consiste em uma pequena galeria de captação de águas subterrâneas, cujas águas, depois de captadas, são reunidas na mesma adutora com as procedentes da barragem principal. As vazões medidas nesse ponto são muito regulares, em média 54 m³/h, indicando que a origem da água se relaciona, fundamentalmente, ao aquífero profundo (Aquífero Cauê). As vazões mínima e máxima, respectivamente, são: 8 e 79 m³/h. No entanto, em 50% das medidas os valores oscilaram no intervalo de 52 e 56 m³/h. A vazão média nos meses de setembro e outubro é de 54 m³/h.

O ponto **Fechos Auxiliar** localiza-se em um afluente da margem esquerda do córrego dos Fechos, onde foi construída uma represa de captação de água, a 1.144 mNM de altitude. É um ponto de captação da Copasa e integra o sistema de Morro Redondo junto com as águas dos pontos Galeria Fechos e Fechos Principal. As vazões captadas apresentam certa regularidade, que se reflete muito levemente na evolução de vazões com uma defasagem que pode ser de 5 ou 6 meses, indicando uma origem eminentemente subterrânea de circulação profunda. As vazões oscilam entre 70 e 230 m³/h, sendo a vazão média igual a 138 m³/h. A área da bacia é da ordem de 0,47 km², muito pequena em relação às vazões monitoradas, indicando aporte de águas de fora

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPOORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 65/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

da bacia hidrográfica. As vazões, em 50% das medidas realizadas, ocorrem no intervalo entre 110 e 160 m³/h. Nos meses de setembro e outubro a vazão média é de 130 m³/h.



Casa de Máquinas de Fechos era também um ponto de captação no córrego dos Fechos onde foi construída uma barragem na qual se elevava água à rede de adução da Copasa (69 metros de desnível). O monitoramento de vazões neste ponto (a montante da barragem) teve início no ano 2001, empregando-se um vertedor denominado **vertedor V2** (elevatória). As vazões médias mensais no vertedor V2 oscilaram entre 190 e 3310 m³/h ao longo do período monitorado, sendo a média dos valores igual a 490 m³/h. O menor valor foi medido no curso d'água no período de outubro de 2015. A vazão média nos meses de setembro e outubro corresponde a 384 m³/h. É notável a queda das vazões a partir do ano de 2013, sendo o período mais crítico as estações secas dos anos de 2015 e 2016.

Ainda no córrego de Fechos, cerca de 900 m a montante do ponto V2 e a 750 m a jusante da barragem principal de Fechos, instalou-se outro ponto de monitoramento, denominado **vertedor V1**. Neste vertedor, a situação é muito semelhante à do vertedor V2, com extravasão no período de dezembro de 2006 a junho de 2007. O vertedor V1 apresenta as mesmas tendências observadas para os valores de vazão no vertedor V2, no entanto apresenta sempre vazões menores. As vazões monitoradas ao longo do tempo (2001-2018) oscilaram entre 109 e 2640 m³/h, sendo a menor vazão observada em julho de 2016, e a média correspondente a 345 m³/h. Em 50% das medidas realizadas, as vazões oscilaram no intervalo de 194 e 275 m³/h. A vazão média nos meses de setembro e outubro corresponde a 236 m³/h.

A Barragem Principal e a Barragem Auxiliar, ambas a montante do Vertedor V1, captam toda a água circulante nos respectivos cursos d'água, consequentemente, as águas circulantes pelo Vertedor V2 têm origem em nascentes distribuídas ao longo do próprio córrego, neste trecho de 750 m, ou em sua bacia vertente. O aporte de água do aquífero, para este trecho do córrego, é obtido pela diferença entre as vazões dos dois vertedores (V1 e V2). Observa-se uma regularidade no aporte de água subterrânea (diferença entre os dois pontos durante o período seco) correspondente a vazões médias em torno dos 180 m³/h.

Conforme mostram os dados de monitoramento, na bacia de Fechos a montante da confluência com o córrego Seco, existem três entradas de água principais:

- Surgência Cárstica de Fechos, cujas águas são provenientes do sistema hidrogeológico em rochas carbonáticas (Fm. Gandarela) e coberturas sedimentares.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPOSTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 66/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

- Talvegue de Fechos Auxiliar, cujas águas são provenientes do sistema hidrogeológico em Formações Ferríferas (Fm. Cauê) e coberturas sedimentares associadas, no contexto do Sinclinal Moeda.
- Talvegue do córrego de Fechos entre os vertedores V1 e V2, cujas águas são provenientes do sistema hidrogeológico em Formações Ferríferas (Fm. Cauê) e coberturas sedimentares associadas, no contexto da Faixa Tamanduá-Mutuca.

Além dessas formas, existe a descarga distribuída ao longo dos talvegues secundários e ao longo do próprio leito do córrego de Fechos.

A Figura 4.20 apresenta uma síntese do entendimento da circulação hídrica, destacando as formas de aporte subterrâneo para o córrego dos Fechos. O perfil AB mostra a seção detalhada na Figura 4.21 para explicar a interpretação das condições hidrogeológicas que mantêm a surgência cárstica de Fechos. A Figura 4.21 ressalta a contribuição da infiltração no conjunto de cangas e sedimentos que ocorre sotoposto à Formação Gandarela. Interpreta-se que existe a circulação de água em uma rede de fraturas e condutos desenvolvidos em estruturas ao longo do eixo do Sinclinal Moeda na Fm. Gandarela potencializada pela percolação e dissolução do maciço no contato sedimentos-rocha (epicarste). A surgência cárstica seria o ponto de descarga desse sistema.

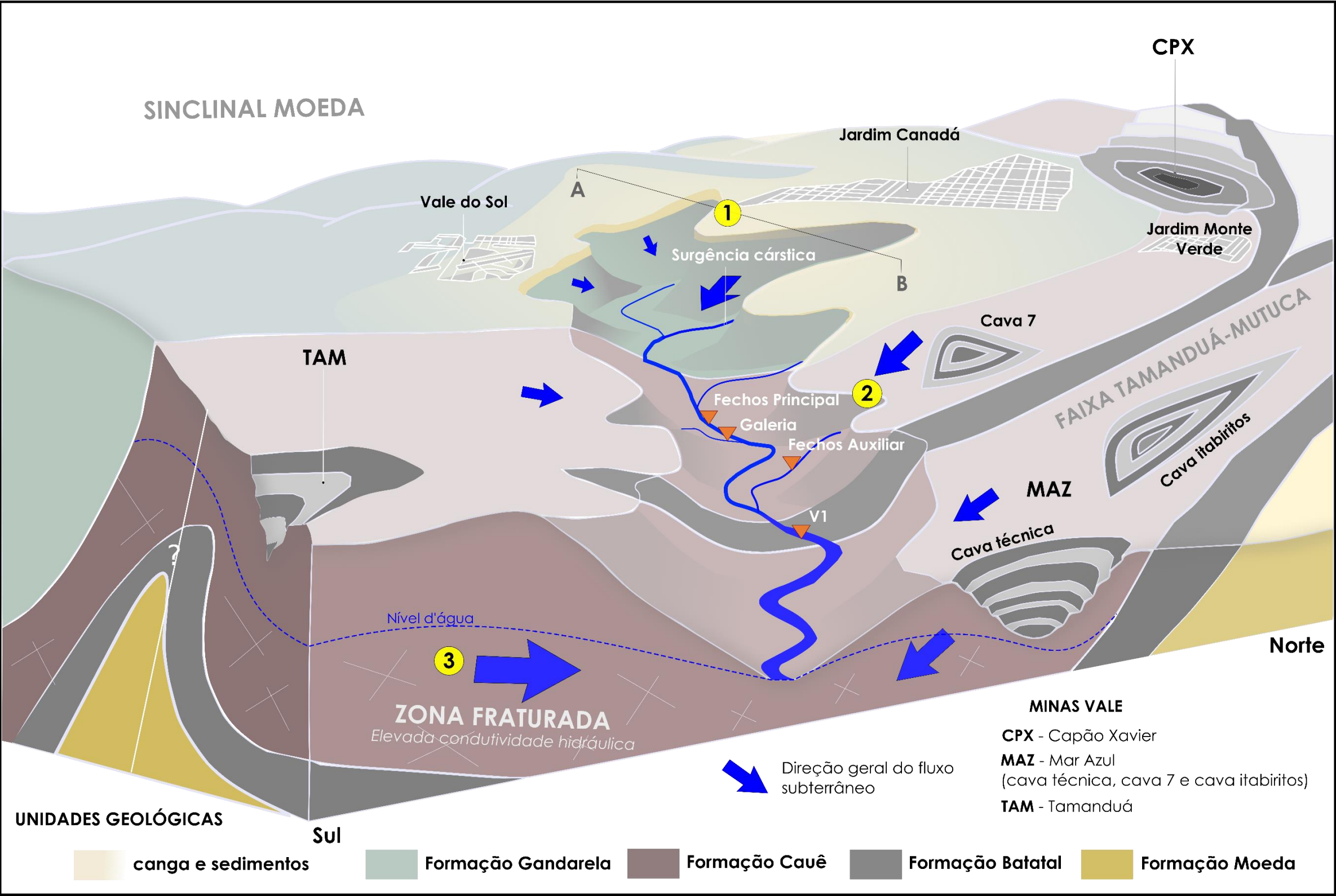


Figura 4.20. Contexto geológico-geomorfológico da bacia de Fecho destacando as formas de aporte subterrâneo que mantêm as vazões de base na bacia a montante da confluência com o córrego Seco

RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº VALE

-

PÁGINA

68/177

Nº CONTRATADA

-

REV.

2

Formações Geológicas

Gandarela

Batatal

Cauê

Moeda

~ Infiltração

→ fluxo subterrâneo em fraturas e condutos

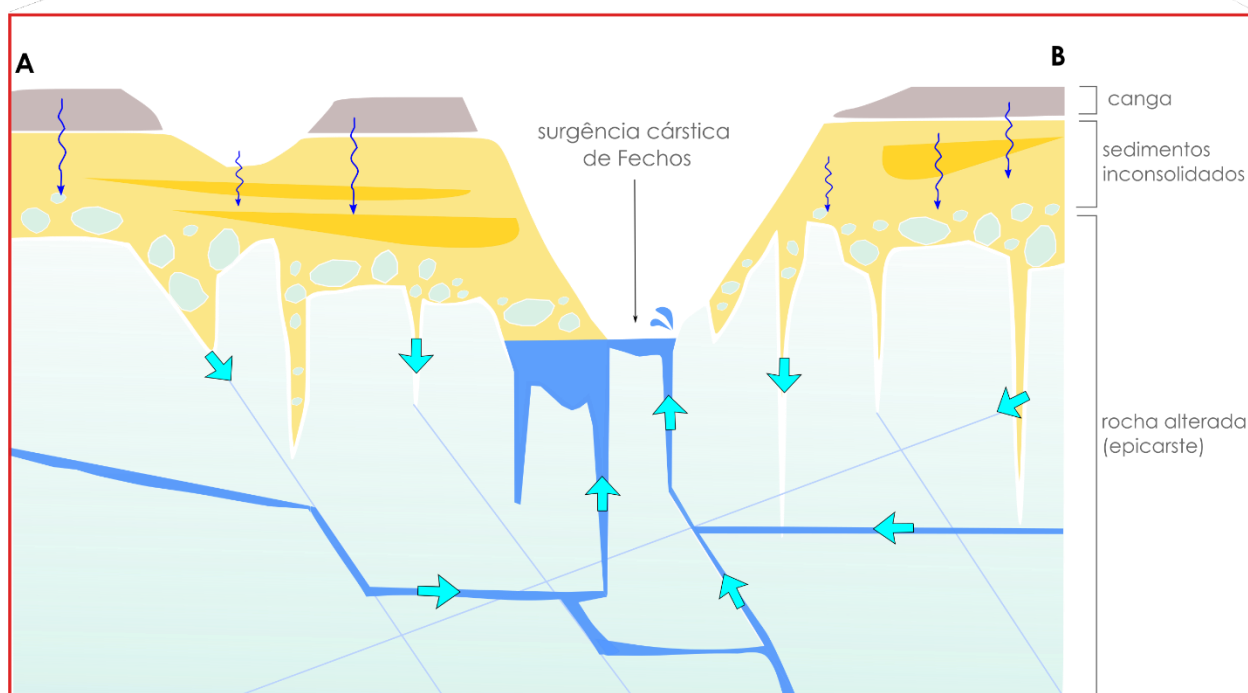
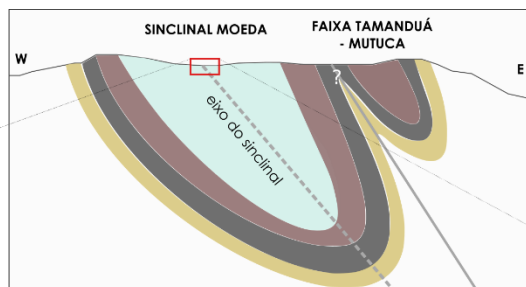




Figura 4.21. Interpretação das condições hidrogeológicas que mantêm a surgência cárstica de Fechos

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 69/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

5.0 CONSTRUÇÃO DO MODELO NUMÉRICO



A construção do modelo numérico, destinado à simulação hidrogeológica do Projeto Ampliação Cavas Tamanduá e Capitão do Mato, compreendeu a inserção das informações do modelo conceitual, desde a definição dos limites do domínio, à geometria das unidades hidrogeológicas, a definição da malha de cálculo e das condições de contorno. A seguir estão descritas as fases de construção do modelo numérico, as quais envolvem o tratamento da base topográfica, análise da hidrografia, definição da malha de cálculo, análise da qualidade da malha e representação da geometria das unidades hidroestratigráficas.

5.1 BASE TOPOGRÁFICA E HIDROGRÁFICA

Para o desenvolvimento do modelo foi necessário o tratamento das superfícies topográficas, capazes de representar o desenvolvimento das atividades minerárias com a presença de suas principais estruturas. A superfície inicial desenvolvida para a construção da malha é uma reconstituição da região de estudo, ou seja, uma superfície com o relevo original, com as cumeadas e demais feições topográficas, sem as intervenções das cavas, barragens e pilhas.

Deste modo, foi realizado um tratamento das informações topográficas fornecidas pela Vale, sendo nas regiões onde houve intervenção da mineração (TAM e CMT) utilizadas as curvas de nível reconstituídas, datadas de 1966, e nas demais áreas, dentro do limite, foi utilizada a topografia levantada na campanha de aerolevantamento a laser, realizada em 2009. Todas as informações contêm curvas altimétricas com resolução de 5 metros.

Após o devido tratamento das informações, a partir das curvas topográficas, foi gerado o modelo digital de terreno, por meio de interpolação *topo to raster*, conforme apresentado na Figura 5.1. Neste contexto, cumpre ressaltar que a malha de drenagem, em função do detalhe apresentado na topografia, foi desenhada de forma automática, para coincidir com os talwegues obtidos no modelo digital de terreno, dirimindo erros nas delimitações de bacias e cálculo de suas respectivas áreas de contribuição.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 70/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

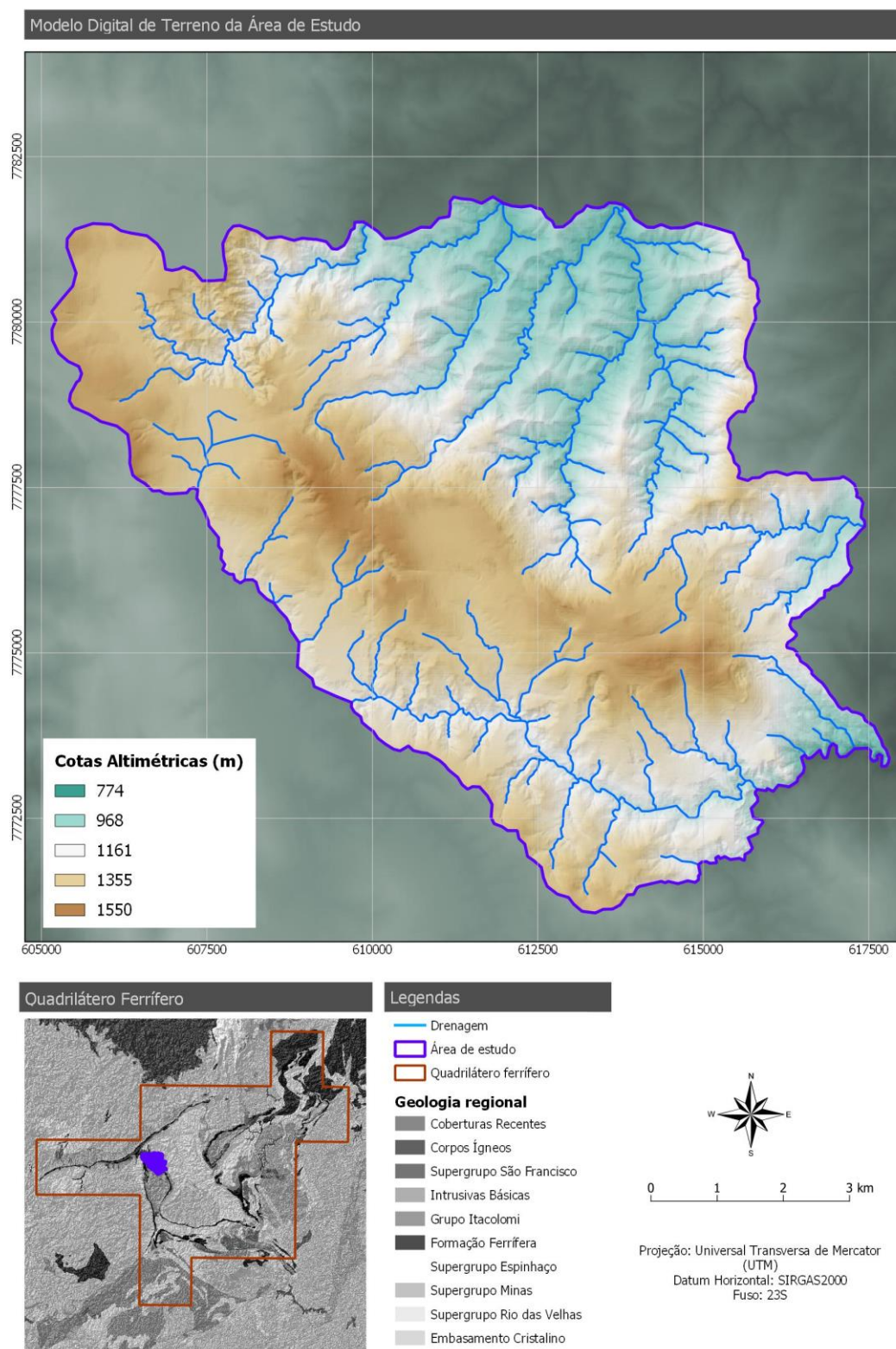




Figura 5.1 - Modelo digital de terreno (topografia reconstituída) construído para subsidiar o modelo hidrogeológico

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 71/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

5.2 MALHA DE CÁLCULO

A malha de cálculo foi definida de modo a representar com maior concisão a geometria dos sistemas hidrogeológicos de maior interesse. A discretização, bem como a localização e a extensão da malha de elementos finitos do modelo estão apresentadas na Figura 5.2. A malha incorporou todo o domínio descrito anteriormente, correspondendo a uma área de aproximadamente 82 km².

Buscando maximizar a malha de cálculo, levando em conta a necessidade de maior detalhe em áreas de interesse do modelo e a sua exequibilidade, a malha do modelo foi refinada nas áreas das formações Gandarela, Moeda, Batatal e Cauê e, especialmente, nas áreas de cava, no entorno das rochas intrusivas e onde há a presença dos poços de bombeamento. A malha também foi projetada levando em consideração as principais estruturas de controle de fluxo, como drenagens, contatos geológicos e falhas geológicas mais representativas.

Feitos os ajustes necessários, a malha foi gerada utilizando-se a opção *automatic triangle* (SHEWCHUK, 2002), para a geração de prismas triangulares regulares. Os prismas triangulares foram definidos com ângulos iguais ou superiores a 20° e, em média, os lados dos triângulos possuem aproximadamente 300 m nas regiões sem refinamento, 100 m nas regiões um pouco mais adensadas, entre 30 a 50 m nas regiões de cava e intrusivas e cerca de 1,5 m na região dos poços. Desta forma, foram discretizados 42.873 elementos para cada uma das 18 camadas, totalizando 771.714 elementos que conformam a malha total. Ressalta-se que o refinamento foi realizado buscando atender à otimização dos processos de cálculos computacionais bem como o objetivo deste trabalho de caráter ambiental.

Buscando garantir a otimização do modelo, verticalmente foi definida uma espessura constante de 455 metros, distribuída em 18 camadas, variando entre 10 e 55 metros de espessura, sendo garantida a condição de que nenhuma camada seja maior que 1,5 vezes a camada vizinha.

O máximo ângulo interno é um parâmetro que auxilia na identificação de elementos com grandes ângulos internos e que potencialmente levam à instabilidade nos cálculos. Quanto mais próximos os máximos ângulos internos estiverem de 60°, melhor a qualidade geral da malha. Contudo, deve-se evitar os elementos com ângulos maiores que 90°, em formato obtuso, e principalmente os que ultrapassam 120°.

A malha em questão apresentou a média dos máximos ângulos internos próximo a 80° indicando a boa qualidade da malha, sendo que aproximadamente 82% dos elementos apresentam ângulos internos inferiores a 90° e 100% inferiores a 120°.

O *condition number* é outro parâmetro utilizado como indicador para a qualidade da malha. Seu resultado indica a proximidade dos elementos da malha com um elemento de forma ideal (triângulo equilátero). Quanto mais próximo de 1 for o valor, maior a semelhança dos elementos com o formato equilátero e conseqüentemente, melhor a qualidade da malha. Desta forma, obteve-se um valor médio para o *condition number* de 1,16, sendo que aproximadamente 95% dos elementos do modelo apresentam valor inferior a 1,5.

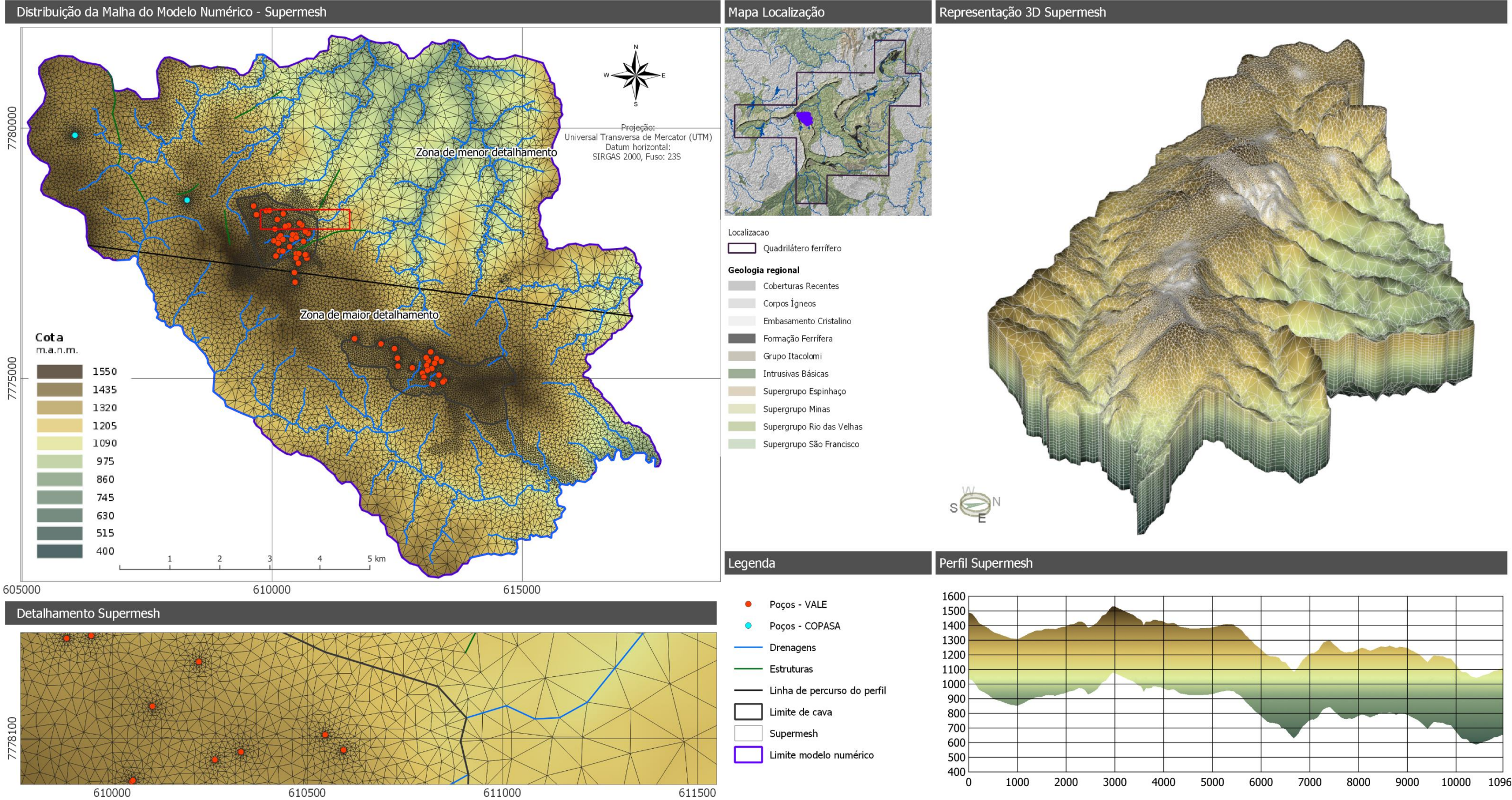




Figura 5.2 - Discretização da malha de cálculo do modelo em planta e em perfil

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 73/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

5.3 GEOMETRIA DAS UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS

A representação tridimensional do modelo foi interpretada a partir de mapas de superfície e de informações de furos de sondagem traduzidas para o modelo geológico de blocos. Na Figura 5.3 é mostrado o resultado da tradução do modelo geológico tridimensional para o ambiente FEFLOW.

Devido à condição de mergulho das camadas geológicas, a variação das unidades hidrogeológicas em profundidade foi representada por 18 camadas numéricas. Como já mencionado, a definição do número de camadas bem como os limites de adensamento da malha buscou otimizar o modelo e garantir o grau de informações geológicas existentes e relevantes ao modelo de fluxo subterrâneo.

As informações de litologia do modelo geológico 3D foram transpassadas para a malha do modelo de fluxo por meio do software *Leapfrog Works*, possibilitando a caracterização da distribuição das condutividades hidráulicas no sistema de fluxo tridimensional.

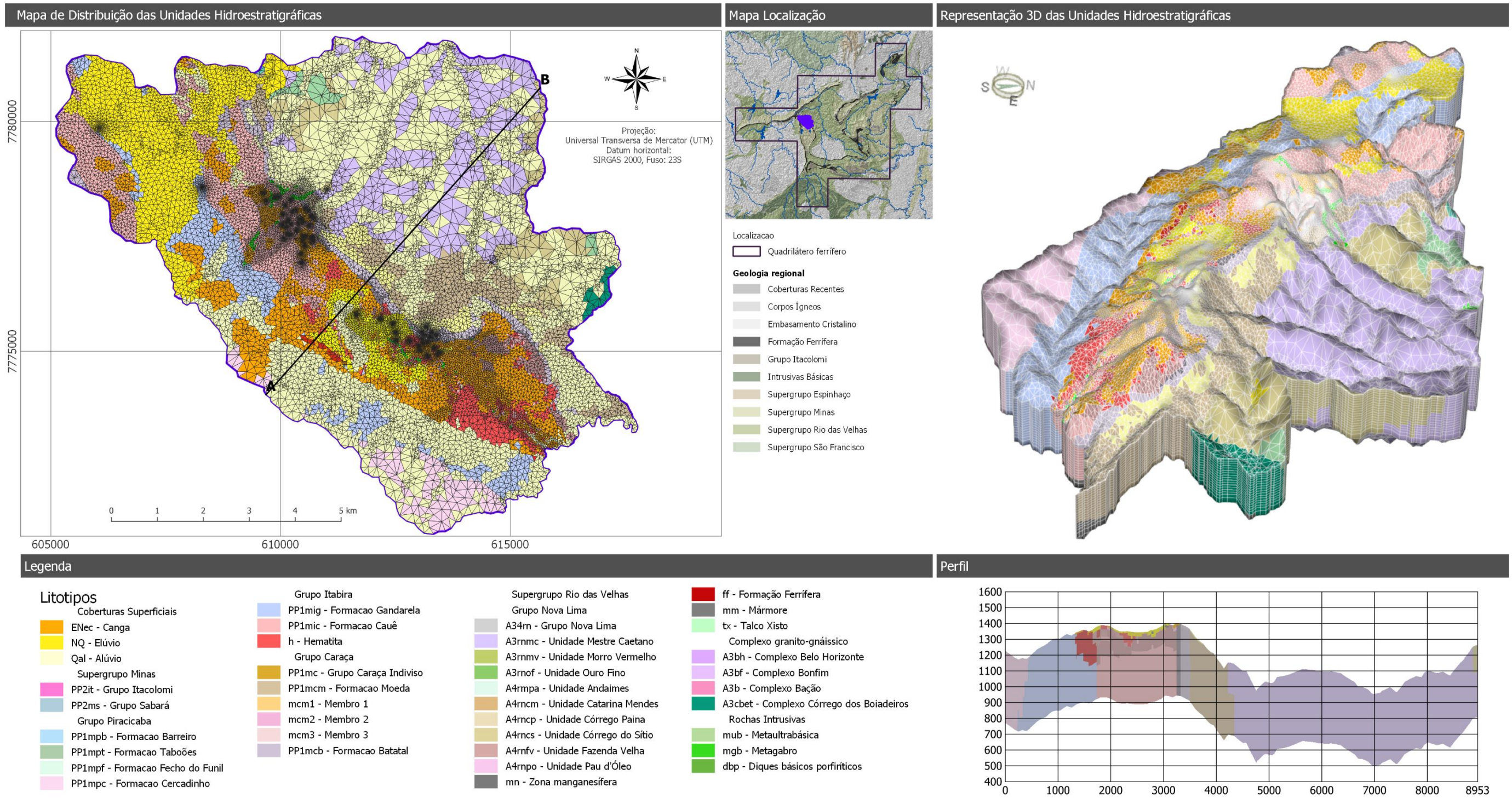




Figura 5.3 - Visualização 3D das unidades litológicas no modelo numérico FEFLOW

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 75/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

6.0 CALIBRAÇÃO

Um aspecto importante da modelagem hidrogeológica consiste em comparar e verificar o modelo conceitual com as condições reais demonstradas pelos dados de monitoramento. Este procedimento se traduz na calibração e é o que permite obter um modelo estatisticamente representativo das condições monitoradas em campo.

Neste estudo, a calibração foi realizada em duas etapas: na primeira etapa, em regime permanente e na segunda, em regime transiente. A calibração em regime permanente busca estabelecer as condições iniciais para a calibração em regime transiente, bem como aproximar-se dos valores de condutividade hidráulica e taxas de recarga.

Desta forma, a seguir são apresentados os resultados das calibrações do modelo numérico, em regime permanente para a condição equivalente ao período seco do ano 2009, definido como ponto de partida, e em regime transiente, realizada por um período de 10 anos, entre 01/09/2009 a 30/09/2019.

6.1 REGIME PERMANENTE

A calibração em regime permanente foi conduzida por meio de uma abordagem iterativa, manual, de tentativa e erro, sendo utilizados os níveis de água medidos em piezômetros e INAs. Nesta abordagem, as cargas hidráulicas calculadas no modelo são comparadas àquelas observadas nos dados de monitoramento e os parâmetros de entrada do modelo são reajustados para alcançar uma melhor concordância entre os dados calculados e as condições observadas. Assim, o procedimento de calibração permanente do modelo envolveu o ajuste de valores de condutividade hidráulica e recarga para fazer com que os valores calculados pelo modelo estejam dentro de um intervalo de erro aceitável quando comparados aos medidos em campo.

Cabe ressaltar que o valor de NRMS (*Normalized Root Mean Square*) alvo é inferior a 10%, considerado a melhor medida de uma boa calibração de modelos numéricos quanto à variação das cargas hidráulicas locais (Anderson & Woessner, 1992). Outro aspecto importante da modelagem é a garantia do balanço de massa do modelo, que revela os quantitativos de entrada e saída de água do sistema aquífero. Este balanço é particularmente importante para a avaliação dos métodos numéricos realizados. Neste caso, espera-se que a diferença entre as entradas e saídas de água do modelo seja próxima de zero, revelando, assim, boas condições de cálculos e, conseqüentemente, validando os valores obtidos na calibração.

As taxas de recarga utilizadas foram representadas a partir de percentuais relativos da precipitação, conforme distribuição apresentada na Tabela 6.1. Estes percentuais foram obtidos durante as calibrações do modelo, buscando ajustar os valores dos níveis d'água bem como ajustar as vazões nos córregos, sendo os valores efetivos de recarga estabelecidos de acordo com os dados de precipitação correspondentes ao período adotado. A precipitação média de referência para o ano hidrológico de 2008/2009 é da ordem de 2019 mm/ano, considerando-se os dados do pluviômetro TAM PLV-04.



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 76/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 6.1 - Taxas de recarga (mm/ano) aplicadas na calibração permanente.

Unidades Hidrogeológica	Recarga (mm/ano)	Percentual de Recarga
Filitos e intrusivas	162	8%
Dolomitos	363	18%
Itabiritos Compactos	505	25%
Xistos	305	15%
Quartzitos	444	22%
Itabiritos Friáveis	565	28%
Cobertura	848	42%
Cangas	727	36%



O modelo se mostrou bastante sensível à variação das condutividades hidráulicas, sendo a melhor distribuição de valores de calibração obtida apresentada na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Valores de condutividade hidráulica obtidos na calibração do modelo numérico.

Unidades Hidrogeológicas	Condutividade hidráulica (m/s)		
	Kx	Ky	Kz
Cobertura	1.50E-05	1.50E-05	1.50E-05
Coberturas - Fechos	5.00E-05	5.00E-05	5.00E-05
Dep. Antrópico	5.00E-08	5.00E-08	5.00E-08
Cangas e Lateritas	1.00E-05	1.00E-05	1.00E-05
Fm. Fecho do Funil	8.00E-08	8.00E-08	8.00E-08
Cercadinho	2.00E-07	2.00E-07	2.00E-07
Gandarela	8.00E-08	8.00E-08	8.00E-08
Fm. Cauê - Itab. Dolomítico	1.00E-08	1.00E-08	1.00E-08
Fm. Cauê - Itab. Manganêsífero	9.00E-08	9.00E-08	9.00E-08
Fm. Cauê - Itab. Goethítico	1.50E-07	1.50E-07	1.50E-07
Fm. Cauê - Itab. Aluminoso	1.50E-07	1.50E-07	1.50E-07
Fm. Cauê - Itab. Compacto	3.50E-07	3.50E-07	3.50E-07
Fm. Cauê - Hematita Compacta	5.00E-06	5.00E-06	5.00E-06
Fm. Cauê - Norte Tamanduá	2.00E-05	2.00E-05	2.00E-05
Fm. Cauê - Itab. Friável	6.50E-06	6.50E-06	6.50E-06
Fm. Cauê - Hematita Friável	1.50E-05	1.50E-05	1.50E-05
Fm. Moeda	1.00E-07	1.00E-07	1.00E-07
Fm. Batatal	7.50E-09	7.50E-09	7.50E-09
Gr. Nova Lima	6.00E-08	6.00E-08	6.00E-08
Talco xisto	6.00E-08	6.00E-08	6.00E-08
Complexo Cor. Boiadeiros	1.00E-07	1.00E-07	1.00E-07
Intrusiva	1.00E-09	1.00E-09	1.00E-09

Durante a calibração, foi identificada na região norte do modelo, no contexto morfotectônico da Faixa-Tamanduá Mutuca, uma grande influência da geometria dos filitos da Fm. Batatal e das formações ferríferas da Fm. Cauê. nos resultados produzidos. Conforme discutido no modelo conceitual, nesta região há uma grande incerteza quanto à tectônica e morfologia destas unidades, podendo ser uma região de dobramento, falhas ou mesmo mista entre as ambas as estruturas.

Para este estudo, por meio da concepção do modelo geológico em conformidade com os modelos de bloco e demais evidências e interpretações geológicas já levantadas pela equipe Vale, na região da Faixa Tamanduá-Mutuca foi atribuída a morfologia de dobra, configurando

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 77/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

um sinclinal e anticlinal para explicar a duplicação das unidades geológicas a leste do Sinclinal Moeda. No entanto, durante a calibração, assumiu-se também a hipótese de que a Fm. Cauê na Faixa Tamanduá-Mutuca esteja muito fraturada e/ou falhada uma vez que para a calibração dos instrumentos, na região mencionada, na Fm. Cauê – Norte TAM (Figura 6.1), foi necessária a acomodação de uma condutividade hidráulica mais elevada que nas demais regiões.

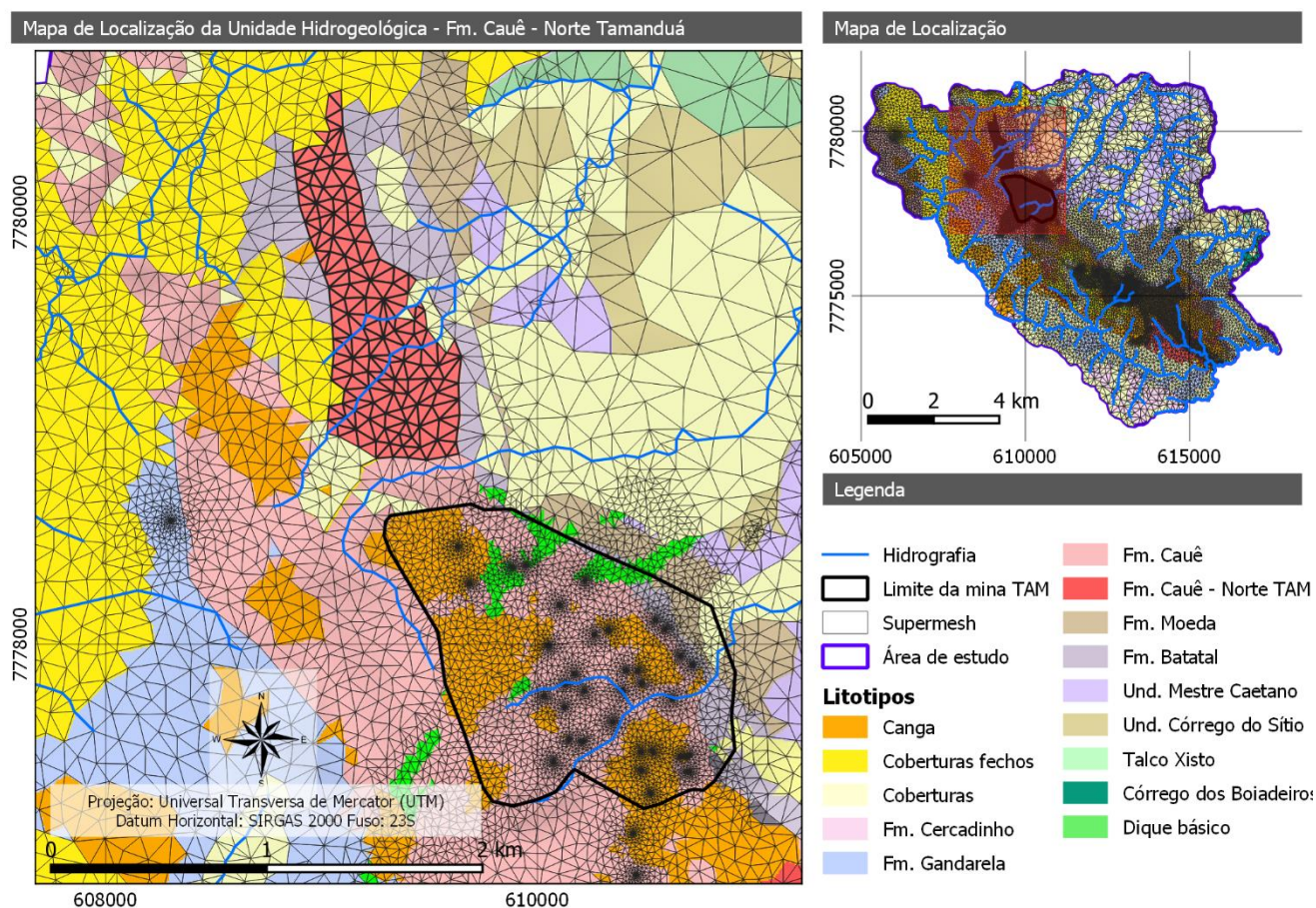




Figura 6.1 - Visualização das unidades Fm. Cauê – norte TAM no modelo numérico FEFLOW

Ainda quanto ao modelo conceitual é importante ressaltar que as coberturas na bacia de Fechos foram consideradas mais condutivas que as demais, representando a maior capacidade de infiltração e percolação da água decorrente da presença de uma cobertura granular espessa associada a um perfil epicárstico desenvolvido na zona intemperizada da Formação Gandarela. No estágio atual do conhecimento geológico da bacia de Fechos, ainda não foram mapeadas as zonas de fluxo preferenciais dentro do aquífero carbonático Gandarela associadas aos condutos cársticos, sendo indicado, portanto, assumir uma recarga difusa no modelo, com taxas elevadas, distribuída sobre as coberturas da bacia.

Durante o processo de calibração também foi inserida uma condição de contorno (*tipo Fluid-flux BC*) na continuação da Formação Cauê na porção norte do modelo, na margem esquerda da bacia de Fechos. Essa condição permitiu a entrada de aproximadamente 60 m³/h,

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 78/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

proveniente da continuação da Fm. Cauê na margem esquerda do córrego Fechos, próximo à Cava 7 da mina de Mar Azul, ajustando a calibração do instrumento INA-13/08.

O alvo da calibração foi definido como obtenção de um erro NRMS inferior a 10%. Este valor é obtido usando o valor da diferença entre as cargas hidráulicas (máxima e mínima) registradas nos pontos de observação, neste caso, 1.388 m.a.n.m (PZ-32/07) e 1.147 m.a.n.m (INA-48/07), e o valor RMS da seguinte forma:

$$NRMS = RMS / (1.388 - 1.147) = 8,5 \text{ m} / 241 \text{ m} = 3,5\%$$

Como se pode verificar, a calibração atingiu um valor de NRMS de 3,5%, sendo considerada bastante satisfatória. No gráfico da Figura 6.2 é apresentada a reta de calibração.

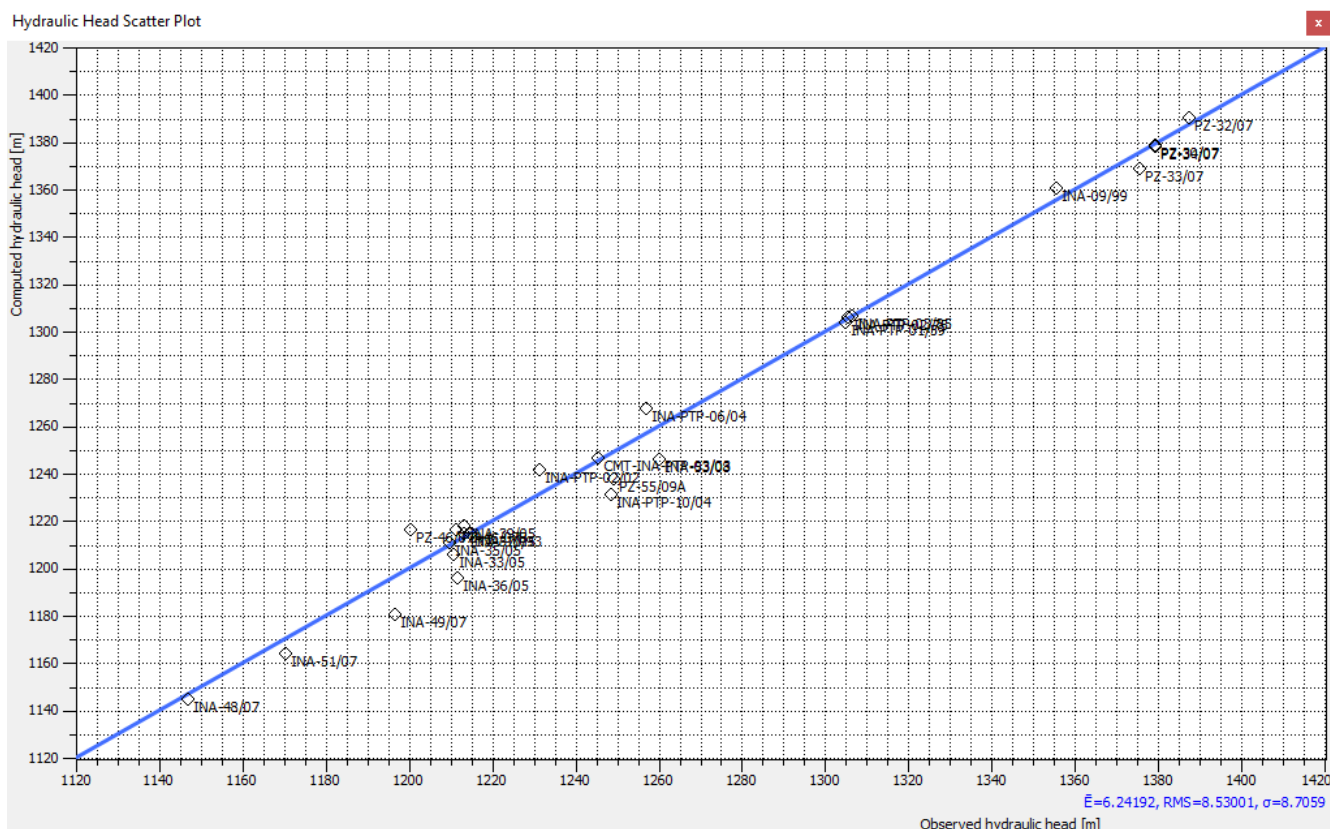


Figura 6.2 - Dispersão dos valores de cargas hidráulicas calculadas e observadas no modelo

A Tabela 6.3 apresenta os níveis d'água monitorados nos instrumentos para o período de setembro de 2009, juntamente com os níveis calibrados no presente estudo. E na Figura 6.3 é apresentado o mapa potenciométrico obtido na calibração.



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 79/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 6.3- Cotas de nível da água subterrânea obtidas na calibração permanente

Instrumento	UTM E	UTM N	Elev. (m)	Prof. (m)	Inclinação (°)	Nível Observado (m.a.n.m.)	Nível Calculado (m.a.n.m.)	Cal. - Obs. (m)
PZ-30/07	612709	7775729	1439	97	90	1379,2	1378,6	-0,6
PZ-32/07	613621	7775327	1432	78	90	1387,6	1390,4	2,8
PZ-34/07	613115	7775537	1413	100	90	1379,2	1378,3	-0,9
INA-PTP-02/02	613441	7774964	1300	162	90	1231,3	1241,5	10,2
CMT-INA-PTP-03/03	612174	7775690	1381	151	90	1245,4	1246,8	1,4
INA-PTP-01/59	610970	7776756	1376	120	90	1304,9	1303,9	-1,0
INA-PTP-02/75	611041	7776694	1375	120	90	1305,5	1305,9	0,4
INA-PTP-03/85	611103	7776511	1375	95	90	1306,4	1306,6	0,2
INA-48/07	610811	7778147	1192	90	90	1146,9	1144,8	-2,1
INA-53/08	610728	7777568	1279	48	90	1260,2	1246,1	-14,1
INA-PTP-06/04	610477	7777500	1301	100	90	1257,0	1267,6	10,6
PZ-55/09A	610709	7777513	1301	196	90	1249,3	1237,9	-11,4
INA-51/07	610305	7778469	1217	106	90	1170,4	1164,1	-6,3
INA-49/07	610044	7778584	1252	107	90	1196,5	1180,3	-16,2
INA-PTP-10/04	609876	7778350	1264	140	90	1248,7	1231,1	-17,6
INA-09/99	611143	7777340	1404	70	90	1355,6	1360,4	4,8
INA-35/05	609324	7779542	1261	147	60	1209,7	1210,6	0,9
INA-36/05	609070	7779851	1307	164	60	1211,7	1196,0	-15,7
INA-37/05	609593	7779245	1258	132	60	1213,3	1214,7	1,4
INA-39/05	609375	7778933	1289	179	60	1213,3	1217,9	4,6
PZ-46/07A	609248	7779088	1300	195	60	1200,4	1216,3	15,9
PZ-46/07B	609248	7779088	1300	119	60	1211,3	1216,4	5,1
INA-33/05	609232	7779726	1295	189	60	1210,7	1205,7	-5,0
INA-10/93	609281	7779233	1285	101	90	1214,7	1214,7	0,0

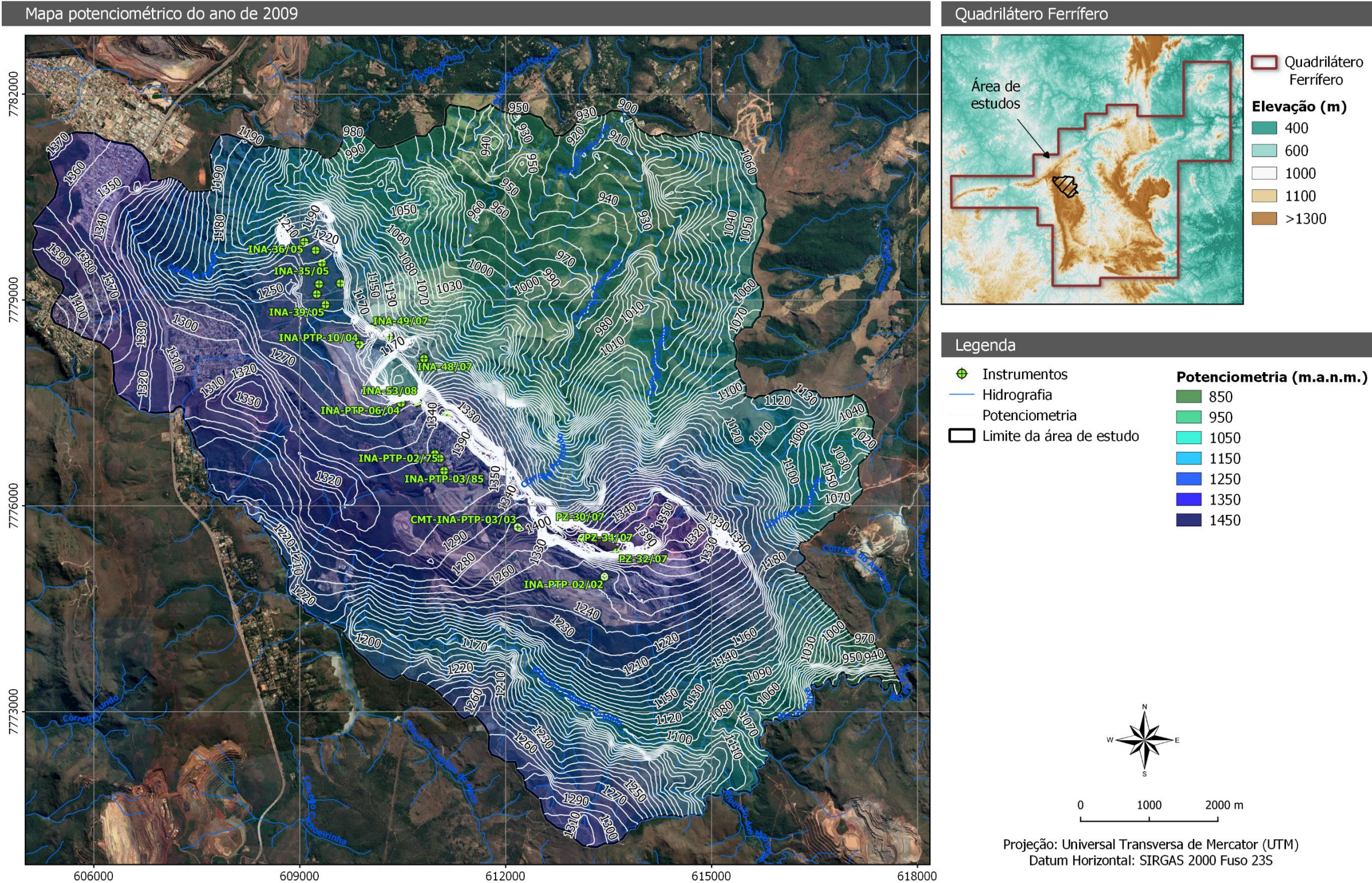




Figura 6.3 - Mapa potenciométrico calibrado para a condição de setembro de 2009

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 81/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Juntamente com os níveis também foram analisadas as vazões de descarga nas drenagens, onde os resultados obtidos foram comparados com os valores máximos e mínimos do período seco de 2009, buscando uma vazão modelada próxima à vazão de base, ajustando-se os valores de recarga. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 6.4.

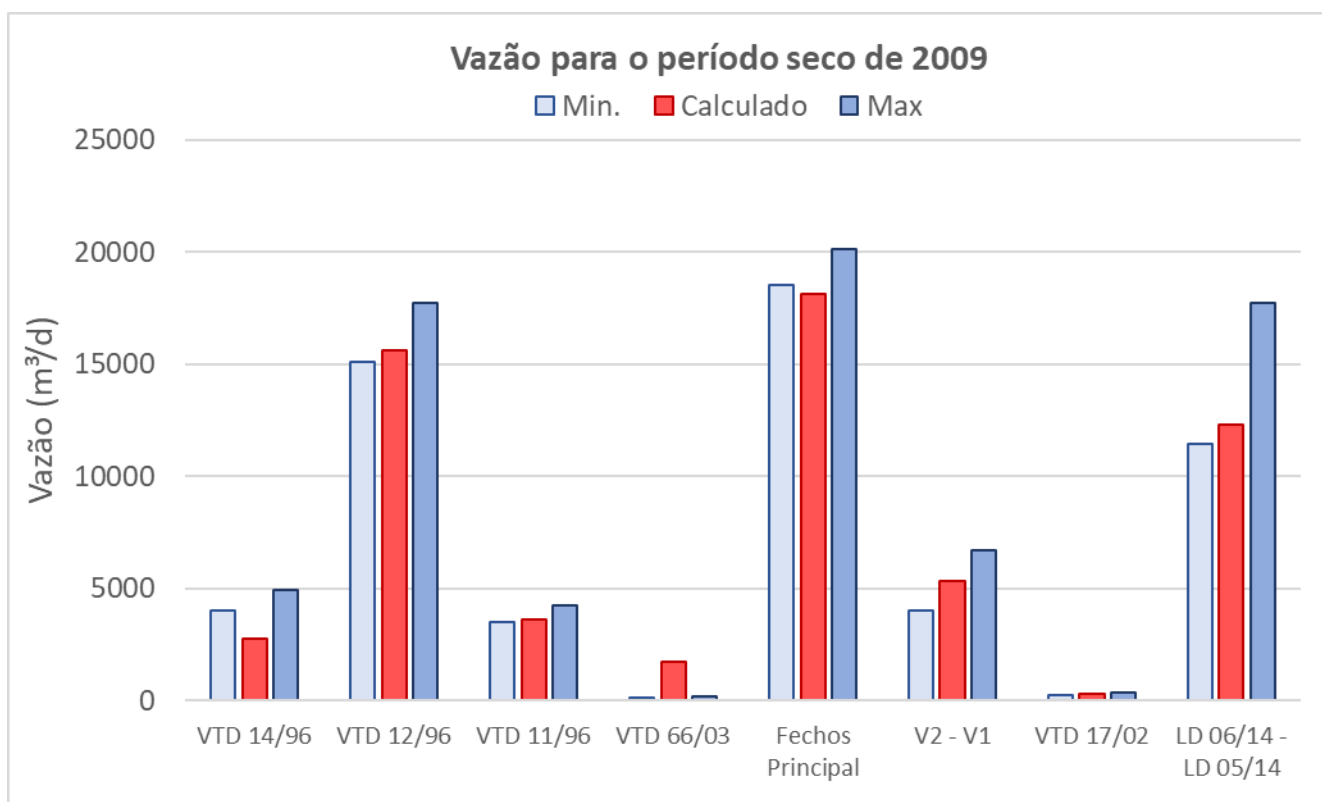



Figura 6.4 – Variações das vazões do período seco observadas e vazões calculadas nos trechos monitorados

O resultado geral de balanço de massa do modelo também se mostrou bastante condizente. Na Tabela 6.4 estão mostrados os valores de entrada e saída de água do modelo, conforme sua calibração. Diferenças próximas a zero indicam a boa convergência.

Tabela 6.4- Balanço de massa geral do modelo em termos de entradas e saídas de água

Condição de Contorno	Balanço de Massa do Modelo (m³/dia)	
	Entrada	Saída
Recarga	116.770	
Descargas (Drenagens+ Cavas)		118.540
Infiltrações (Barragens)	247	
Fluxo Lateral	1.514	
TOTAL	118.531	118.540
Diferença entre entradas e saídas	-0.01%	

Nota: valores obtidos na calibração do modelo numérico

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 82/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

6.2 REGIME TRANSIENTE

A calibração em regime transiente foi estabelecida de forma a representar a evolução das cargas hidráulicas e vazões de descarga na área de interesse conforme a evolução das condições do rebaixamento nas minas Tamanduá e Capitão do Mato até o presente.

Como condição inicial (carga hidráulica e pressão) da calibração em regime transiente, foram utilizados os resultados da calibração em regime estacionário. O passo inicial da simulação (dia 0) representa a data de 1/09/2009. O período final da calibração se dá na data de 30/09/2019 (dia 3681).

A recarga foi configurada para variar trimestralmente, de acordo com a precipitação anual registrada no pluviômetro da Vale na mina Tamanduá entre os anos hidrológicos de 2009 e 2019.

Analisando as curvas de vazão de base obtidas pelo modelo e as curvas observadas a partir dos registros de monitoramento foi possível concluir que houve uma gradativa redução no percentual da recarga após dois anos consecutivos com baixas precipitações (2012 e 2013), que se torna ainda mais expressiva a partir do 5º ano de baixa precipitação (2016). Esse fenômeno pode estar associado à queda progressiva do nível d'água, aumentando, consequentemente, as perdas relativas por evaporação no solo e evapotranspiração nas camadas atravessadas pelas raízes das plantas, bem como por variações na intensidade da precipitação.

Se essa condição de diminuição gradual das taxas de recarga a partir de 2014 for retirada do modelo não é possível calibrar as vazões de base observadas nos cursos d'água na vertente nordeste do sinclinal, uma vez que o bombeamento dos poços não é suficiente para gerar as perdas das vazões de base observadas, indicando que existe uma condicionante climática atuando no balanço hídrico em todo o domínio do modelo.

Esta condição também foi aplicada de forma particular para a bacia do córrego Fechos. Estudos hidrogeológicos existentes, elaborados no âmbito do licenciamento da mina Capão Xavier (CPX), estabelecem que o rebaixamento do nível d'água nesta mina pode provocar interferências nas vazões de algumas captações de água, especialmente na bacia de Fechos. Desta forma, os volumes de água de entrada calibrados nesta região (que também diminuem ao longo dos anos) representam tanto a perda de recarga, por consecutivos anos de baixa precipitação, quanto a perda por bombeamento da mina CPX e bombeamento de terceiros no Jardim Canadá, de forma conjunta.

Para tanto, foram calibrados os percentuais de recarga estabelecidos para cada unidade, conforme apresentado na Tabela 6.5 abaixo.




		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 83/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 6.5- Valores de recarga (mm/ano) utilizados na calibração transiente

Data		Data Relativa		Aquicludes	Dolomitos	Xistos	Quartzito	Cauê Compacto	Cauê Friável	Cangas	Cobertura
Início	Fim	Início	Fim	8%	18%	15%	22%	25%	28%	36%	42%
01/09/2009	30/09/2009	0	30	31.0	69.8	58.6	85.3	97.0	108.6	162.9	139.6
01/10/2009	31/12/2009	30	122	108.5	244.2	205.1	298.4	339.1	379.8	569.8	488.4
01/01/2010	31/03/2010	122	212	360.3	810.7	680.9	990.8	1125.9	1261.1	1891.6	1621.4
01/04/2010	30/06/2010	212	303	163.7	368.3	309.3	450.1	511.5	572.9	859.3	736.6
01/07/2010	30/09/2010	303	395	31.0	69.8	58.6	85.3	97.0	108.6	162.9	139.6
01/10/2010	31/12/2010	395	487	18.1	40.8	34.2	49.8	56.6	63.4	95.1	81.6
01/01/2011	31/03/2011	487	577	274.9	618.5	519.5	756.0	859.0	962.1	1443.2	1237.0
01/04/2011	30/06/2011	577	668	208.0	467.9	393.0	571.9	649.9	727.9	1091.8	935.9
01/07/2011	30/09/2011	668	760	25.6	57.6	48.4	70.4	80.0	89.6	134.4	115.2
01/10/2011	31/12/2011	760	852	0.9	2.0	1.7	2.4	2.8	3.1	4.7	4.0
01/01/2012	31/03/2012	852	943	413.6	930.7	781.7	1137.5	1292.6	1447.7	2171.5	1861.3
01/04/2012	30/06/2012	943	1034	263.5	592.8	497.9	724.6	823.4	922.2	1383.2	1185.6
01/07/2012	30/09/2012	1034	1126	43.0	96.8	81.3	118.3	134.5	150.6	225.9	193.6
01/10/2012	31/12/2012	1126	1218	13.6	30.6	25.7	37.4	42.6	47.7	71.5	61.3
01/01/2013	31/03/2013	1218	1308	193.8	436.1	366.3	533.0	605.7	678.4	1017.6	872.2
01/04/2013	30/06/2013	1308	1399	226.4	509.3	427.8	622.5	707.4	792.3	1188.4	1018.7
01/07/2013	30/09/2013	1399	1491	75.9	170.7	143.4	208.6	237.0	265.5	398.2	341.4
Início	Fim	Início	Fim	4%	9%	8%	11%	13%	14%	32%	27%
01/10/2013	31/12/2013	1491	1583	9.2	20.7	17.4	25.3	28.8	32.2	72.5	62.1
01/01/2014	31/03/2014	1583	1673	128.7	289.5	243.1	353.8	402.0	450.3	1013.2	868.4
01/04/2014	30/06/2014	1673	1764	62.8	141.2	118.6	172.6	196.1	219.7	494.3	423.7
01/07/2014	30/09/2014	1764	1856	17.3	38.8	32.6	47.5	53.9	60.4	135.9	116.5
Início	Fim	Início	Fim	2%	5%	5%	7%	8%	8%	32%	27%
01/10/2014	31/12/2014	1856	1948	4.1	9.2	7.8	11.3	12.8	14.4	53.9	46.2
01/01/2015	31/03/2015	1948	2038	41.9	94.2	79.1	115.1	130.8	146.5	549.4	470.9
01/04/2015	30/06/2015	2038	2129	69.6	156.6	131.6	191.4	217.5	243.6	913.7	783.1
01/07/2015	30/09/2015	2129	2221	11.3	25.4	21.4	31.1	35.3	39.6	148.5	127.2
01/10/2015	31/12/2015	2221	2313	9.8	22.0	18.5	26.9	30.6	34.3	128.5	110.1
Início	Fim	Início	Fim	2%	4%	3%	4%	5%	8%	32%	27%
01/01/2016	31/03/2016	2313	2404	44.9	101.1	84.9	123.5	140.4	157.2	589.5	505.3
01/04/2016	30/06/2016	2404	2495	76.7	172.6	145.0	211.0	239.8	268.6	1007.1	863.2
01/07/2016	30/09/2016	2495	2587	11.4	25.6	21.5	31.2	35.5	39.8	149.1	127.8
01/10/2016	31/12/2016	2587	2679	6.7	15.1	12.6	18.4	20.9	23.4	131.7	112.9
01/01/2017	31/03/2017	2679	2769	48.0	108.0	90.8	132.1	150.1	168.1	945.4	810.4
01/04/2017	30/06/2017	2769	2860	25.1	56.4	47.4	68.9	78.3	87.7	493.3	422.9
01/07/2017	30/09/2017	2860	2952	6.5	14.6	12.3	17.8	20.3	22.7	127.7	109.5
01/10/2017	31/12/2017	2952	3044	0.4	0.8	0.7	1.0	1.1	1.3	7.1	6.1
01/01/2018	31/03/2018	3044	3134	68.5	154.1	129.4	188.3	214.0	239.7	539.3	462.2
Início	Fim	Início	Fim	4%	9%	8%	11%	13%	14%	32%	27%
01/04/2018	30/06/2018	3134	3225	163.1	366.9	308.2	448.4	509.6	570.7	1284.1	1100.7
01/07/2018	30/09/2018	3225	3317	0.2	0.5	0.4	0.6	0.7	0.7	1.6	1.4
01/10/2018	31/12/2018	3317	3409	24.2	54.6	45.8	66.7	75.8	84.9	191.0	163.7
01/01/2019	31/03/2019	3409	3499	109.9	247.3	207.7	302.3	343.5	384.7	865.6	741.9
01/04/2019	30/06/2019	3499	3590	127.9	287.7	241.7	351.7	399.6	447.6	1007.1	863.2
01/07/2019	30/09/2019	3590	3681	18.9	42.6	35.8	52.1	59.2	66.3	149.1	127.8

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 84/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Outra condição de contorno configurada para variar ao longo do tempo foi a vazão de bombeamento dos poços operados pela Vale, sendo estabelecidos valores de vazão média trimestral.


Quanto ao armazenamento específico (Ss) e porosidade efetiva (Sy), destaca-se que não há dados desses parâmetros obtidos em campo, por exemplo, por meio de ensaios de bombeamento. Consequentemente, os valores de Ss e Sy, assim como os de condutividade hidráulica, foram estabelecidos por meio de retro análise, tomando-se como base valores de referência encontrados para rochas de natureza similar na literatura. Os valores obtidos ao final do processo de calibração são apresentados na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 – Valores de armazenamento específico (Ss) e de porosidade eficaz (Sy) obtidos por retro análise na calibração em regime transiente

Unidades	Ss (1/m)	Sy
Cobertura e Cangas	1,0 x 10 ⁻⁴	0,20
Hematitas friável	1,0 x 10 ⁻⁴	0,12
Itabiritos friáveis	1,0 x 10 ⁻⁴	0,10
Itabiritos, dolomitos e quartzitos compactos	1,0 x 10 ⁻⁴	0,03
Xisto, filitos e intrusivas	1,0 x 10 ⁻⁴	0,005

A calibração em regime transiente foi verificada comparando-se as variações temporais nos dados observados e calculados de carga hidráulica monitorada nos piezômetros e INAs, e de vazão de descarga nas principais drenagens monitoradas pela Vale.

Nos gráficos a seguir, Figuras 6.5 a 6.108, são apresentados os resultados da calibração em regime transiente, onde pode ser verificada a correlação dos valores calculados e observados para os distintos domínios da área de estudo.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 85/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

6.2.1 Grupo córrego Fechos margem esquerda

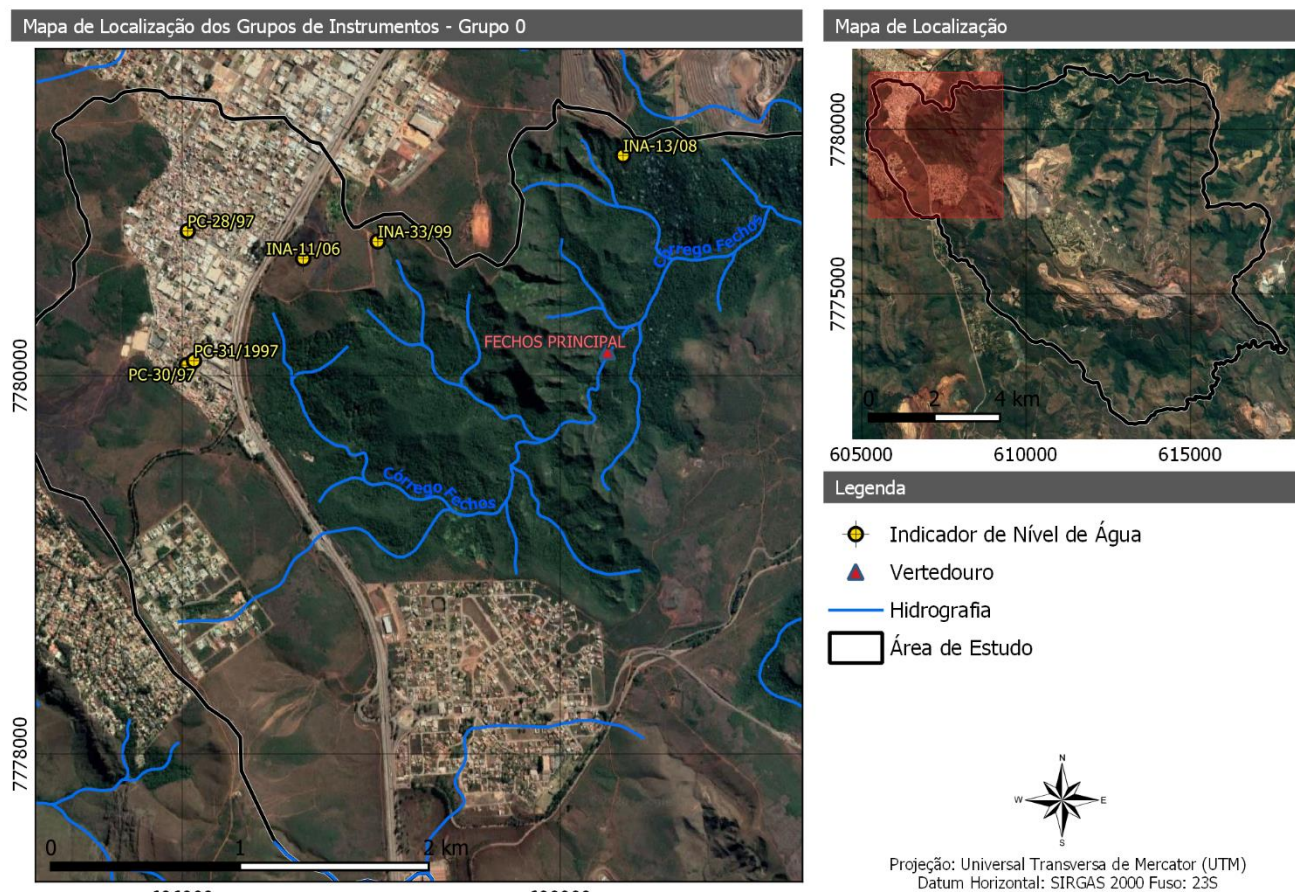


Figura 6.5 – Localização dos instrumentos de calibração do Grupo córrego Fechos margem esquerda

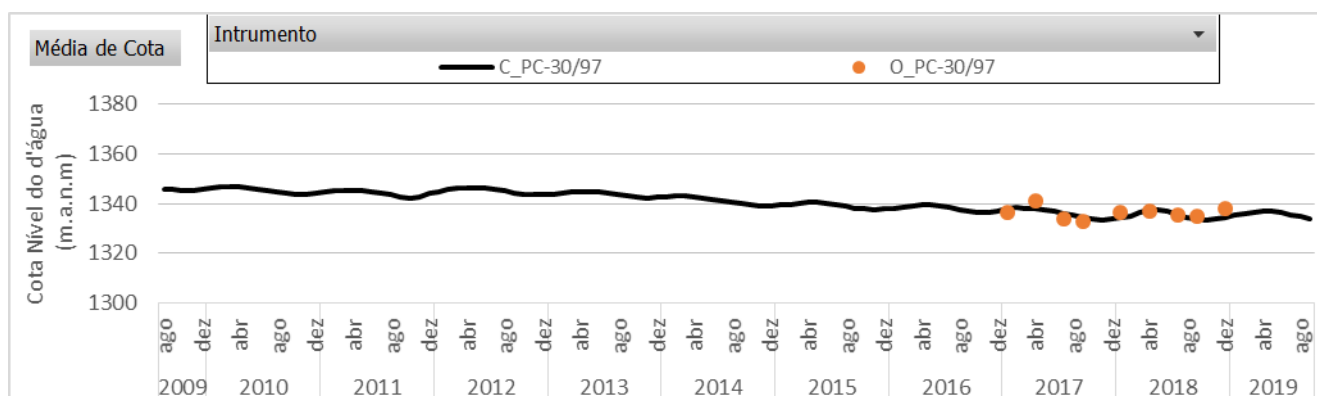



Figura 6.6 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento PC-30/97

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 86/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

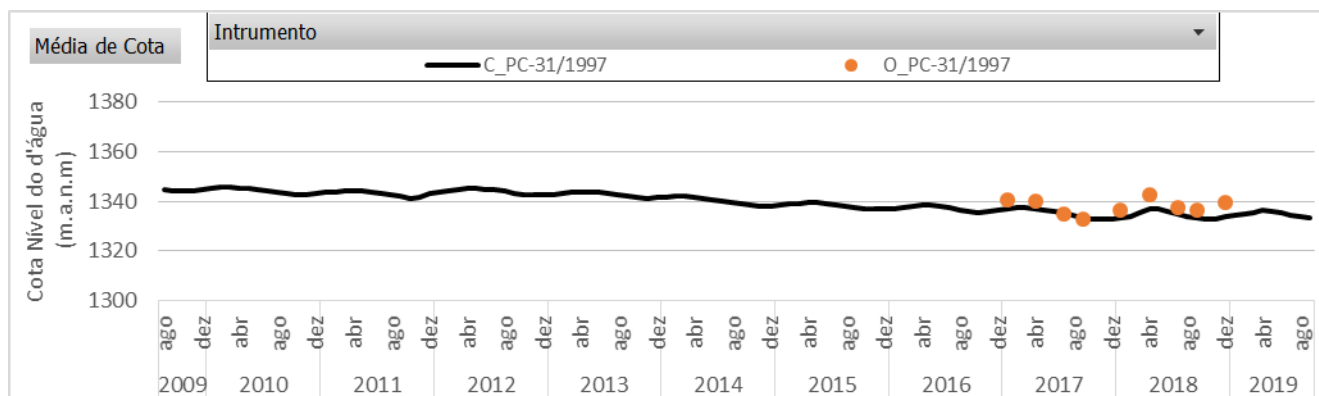


Figura 6.7 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento PC-31/1997

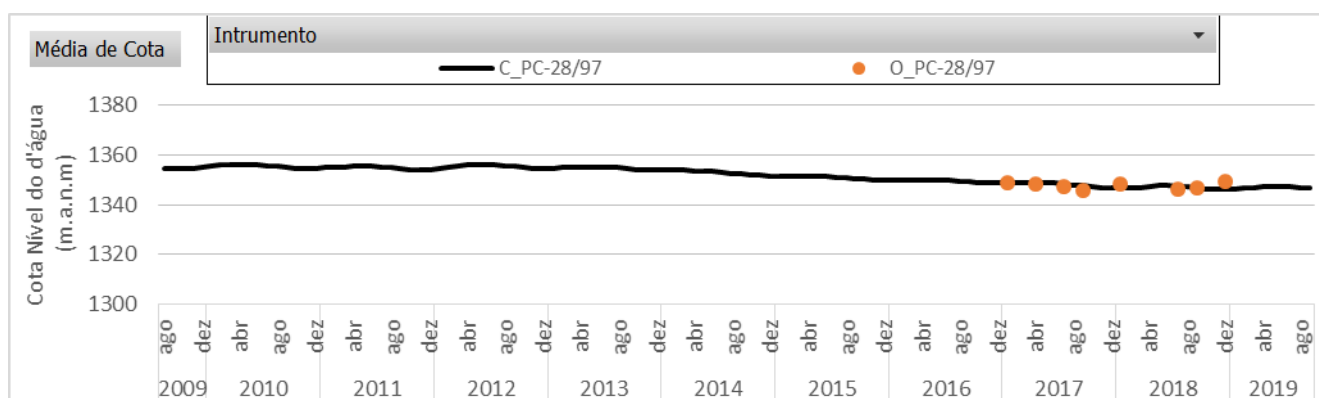


Figura 6.8 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento PC-28/97

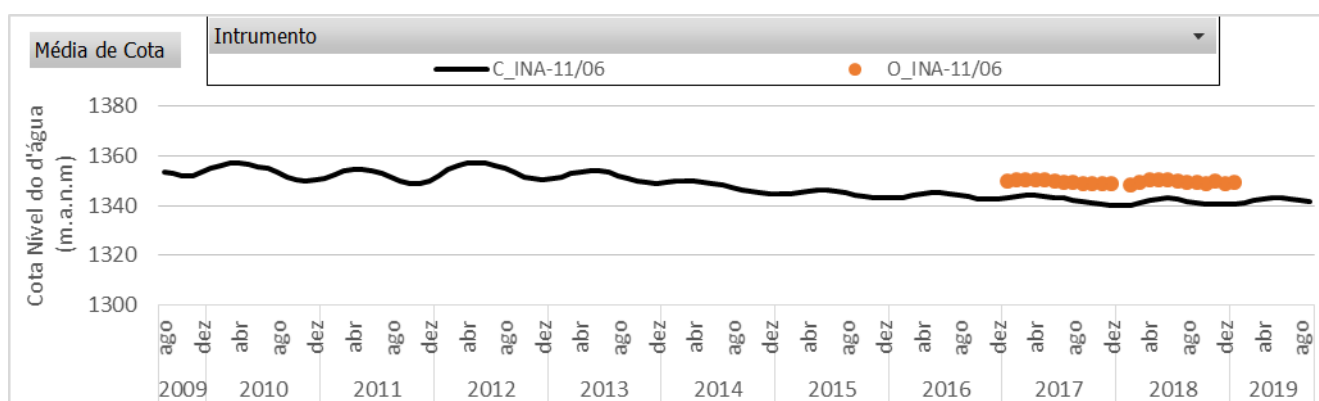



Figura 6.9 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-11/06

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 87/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

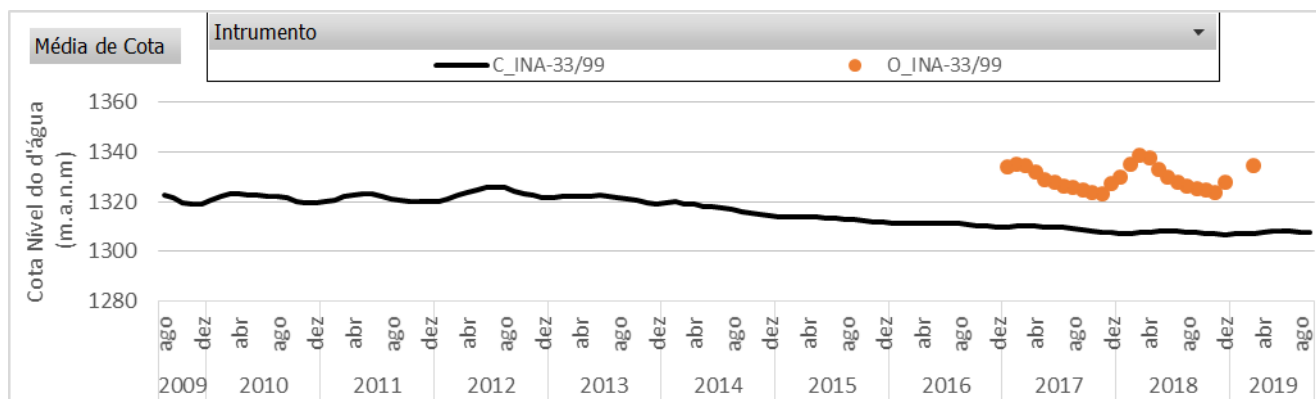


Figura 6.10 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-33/99

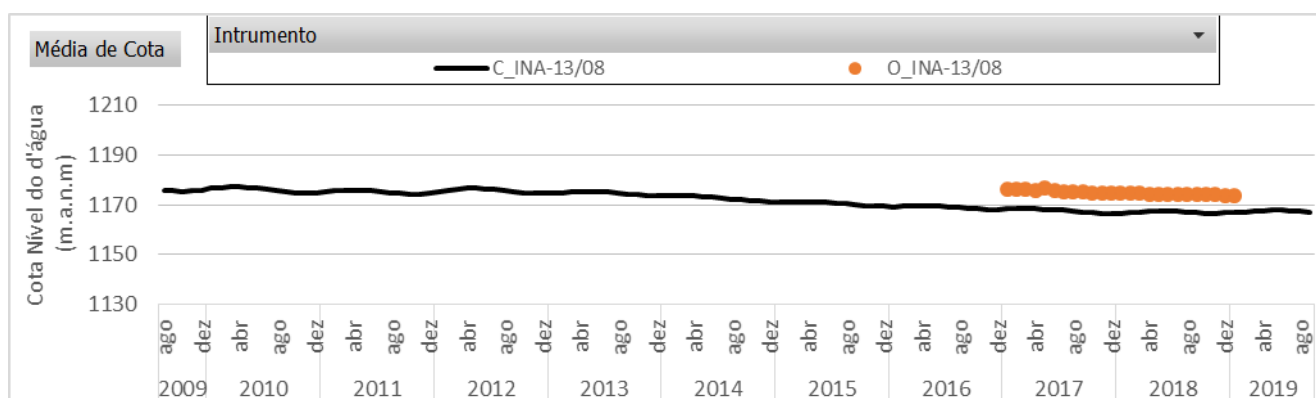


Figura 6.11 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-13/08

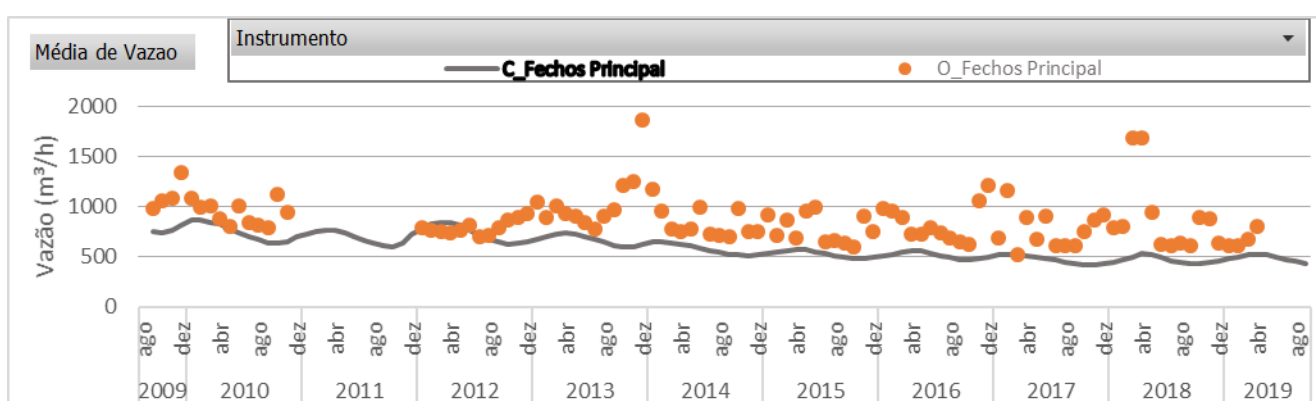




Figura 6.12 – Gráfico de vazão de base modelada (C_) vs. Vazão total observada (O_) do vertedouro Fechos Principal

De forma geral, observa-se que os dados de nível d'água modelados se encontram pertinentes com os valores observados em campo. Ademais a vazão de base calculada pelo modelo, no vertedouro Fechos Principal, encontra-se na mesma ordem de grandeza das vazões mínimas monitoradas. Desta forma, considera-se que este domínio apresenta uma calibração satisfatória.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 88/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

6.2.2 Grupo córrego Fechos margem direita/ norte mina Tamandua

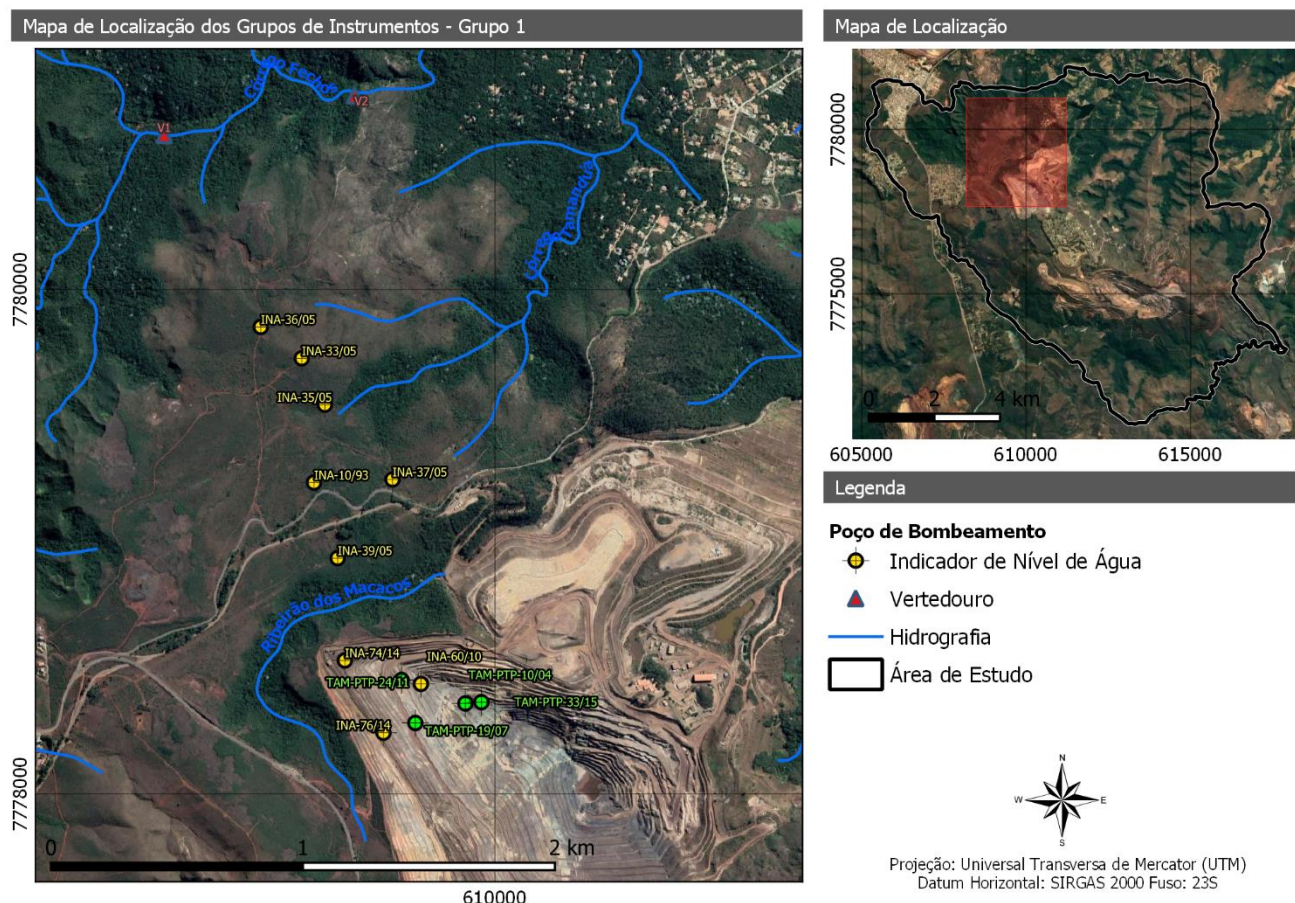


Figura 6.13 – Localização dos instrumentos de calibração do Grupo córrego Fechos margem direita/ norte da mina Tamandua

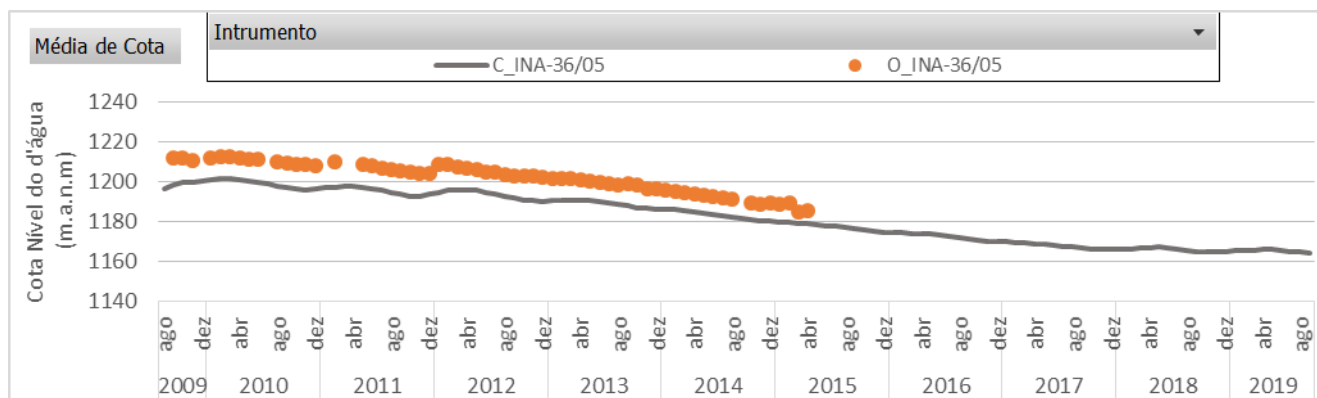


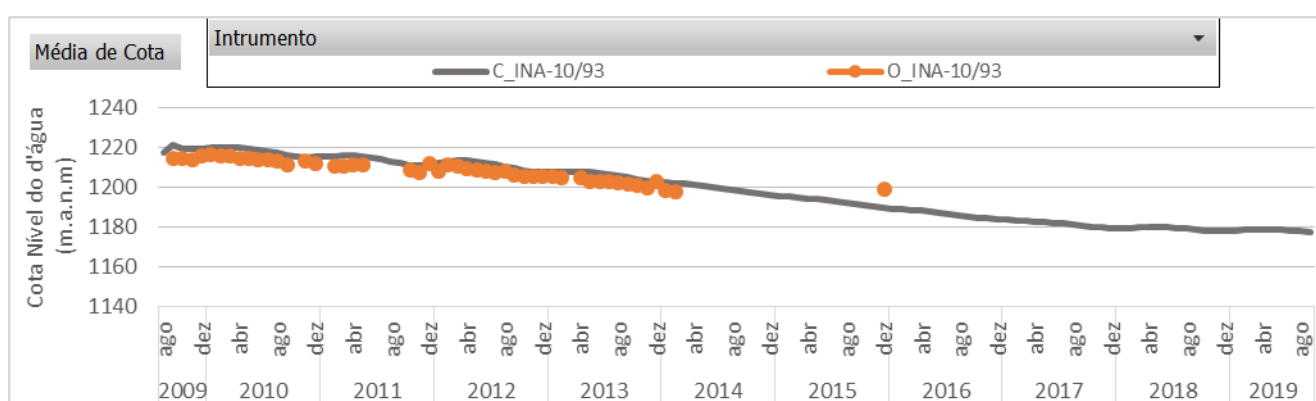
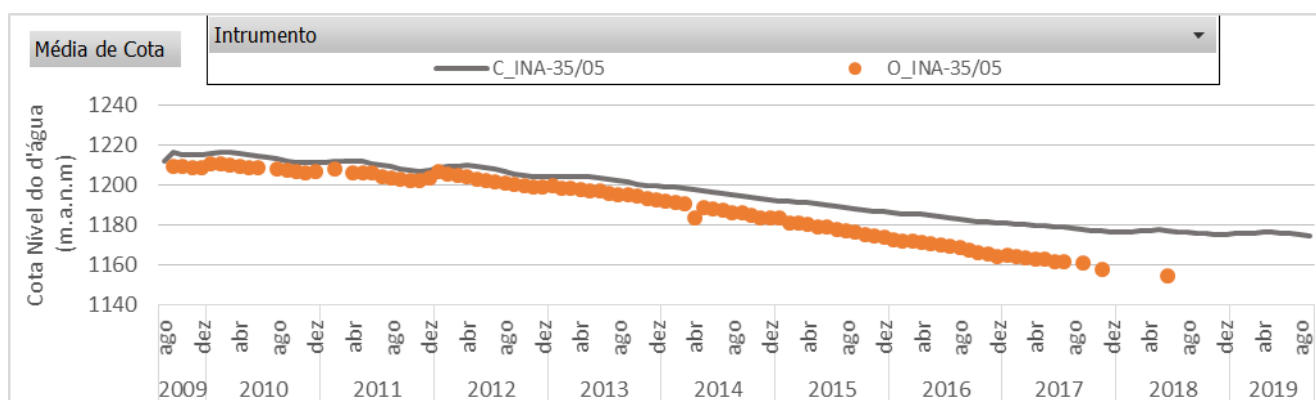
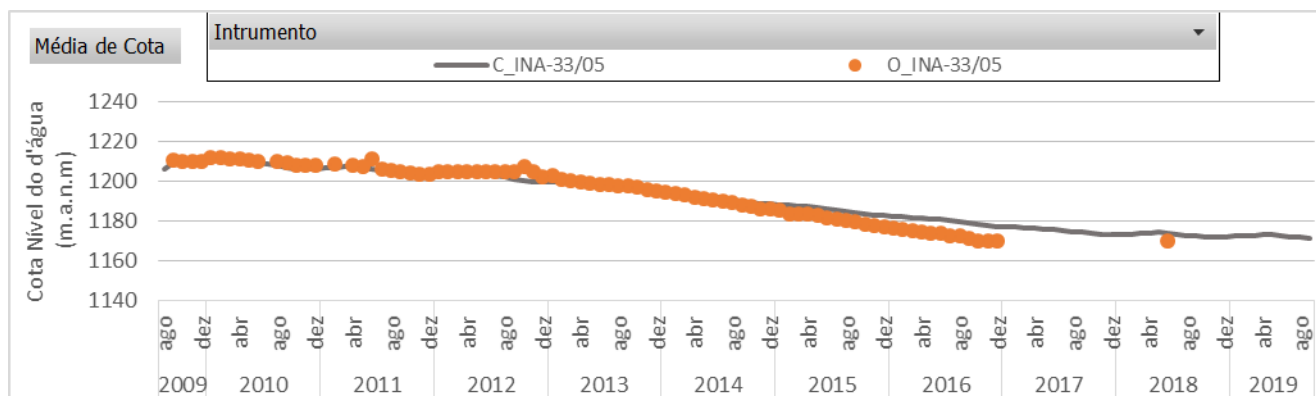




Figura 6.14 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-36/05

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 89/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 90/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

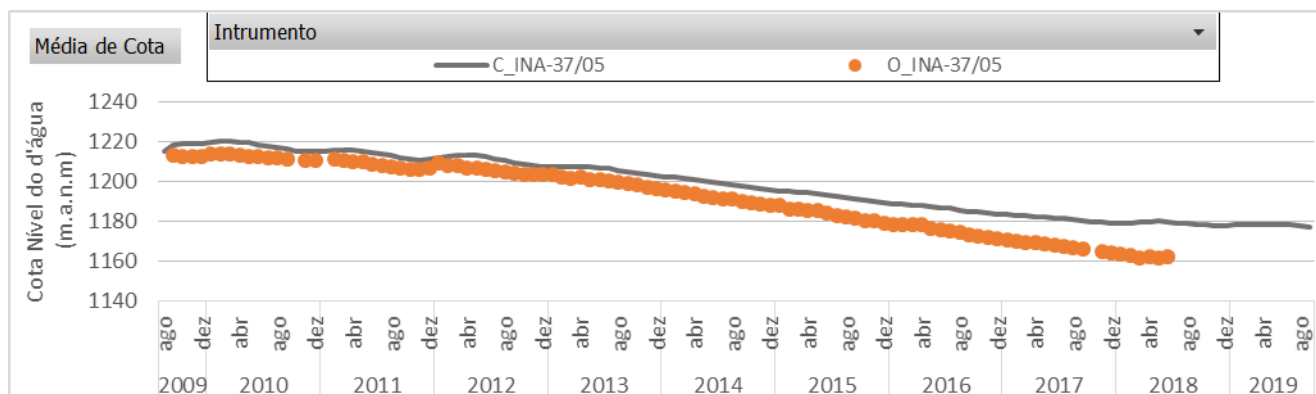


Figura 6.18 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-37/05

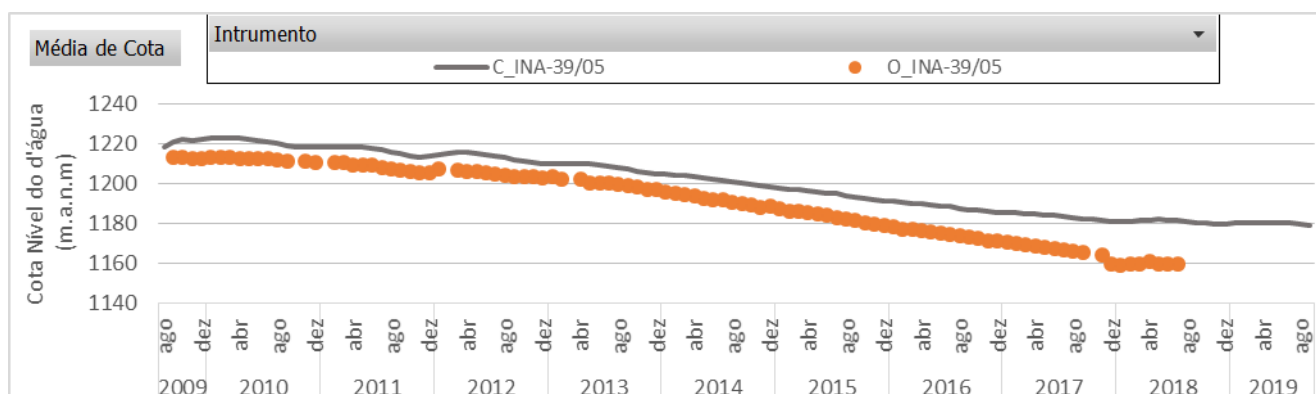


Figura 6.19 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-39/05

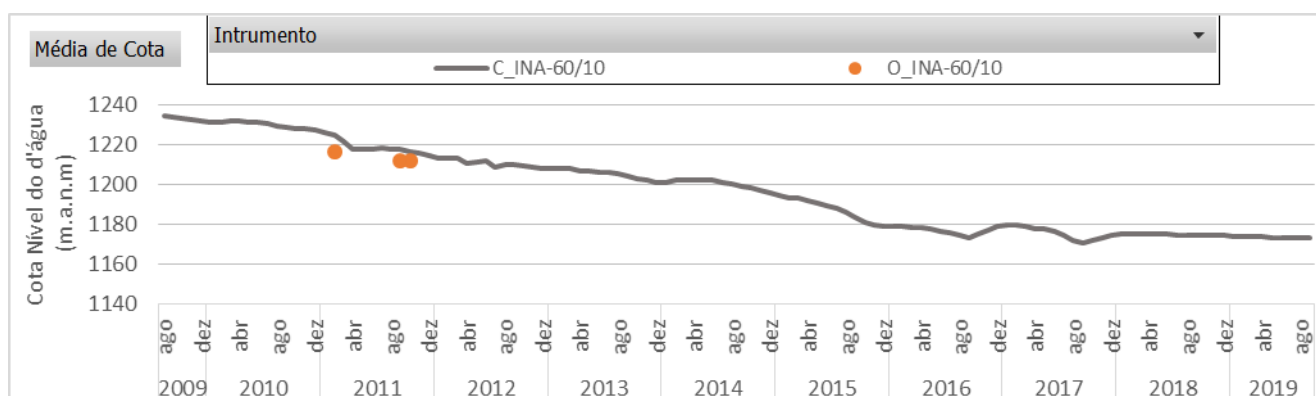




Figura 6.20 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-60/10

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 91/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

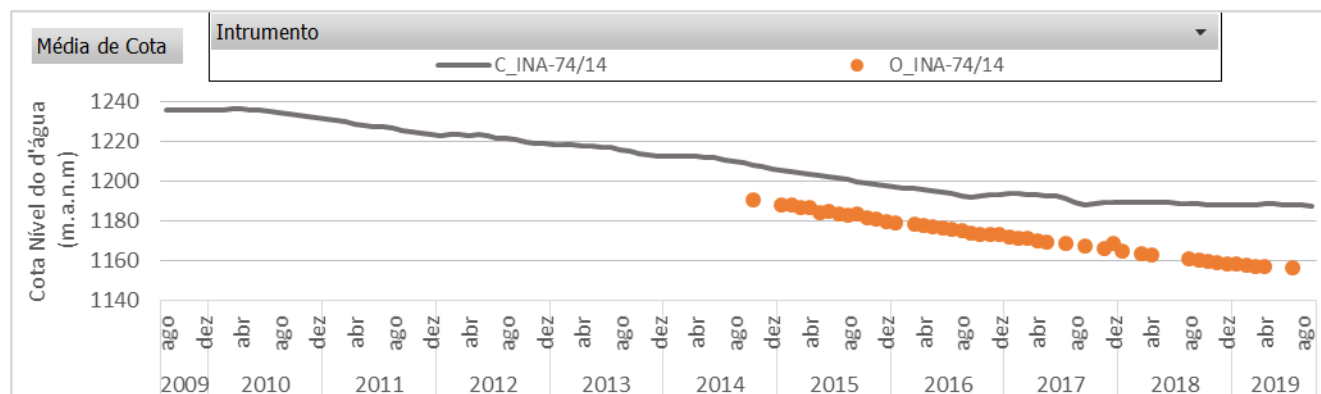


Figura 6.21 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-74/14

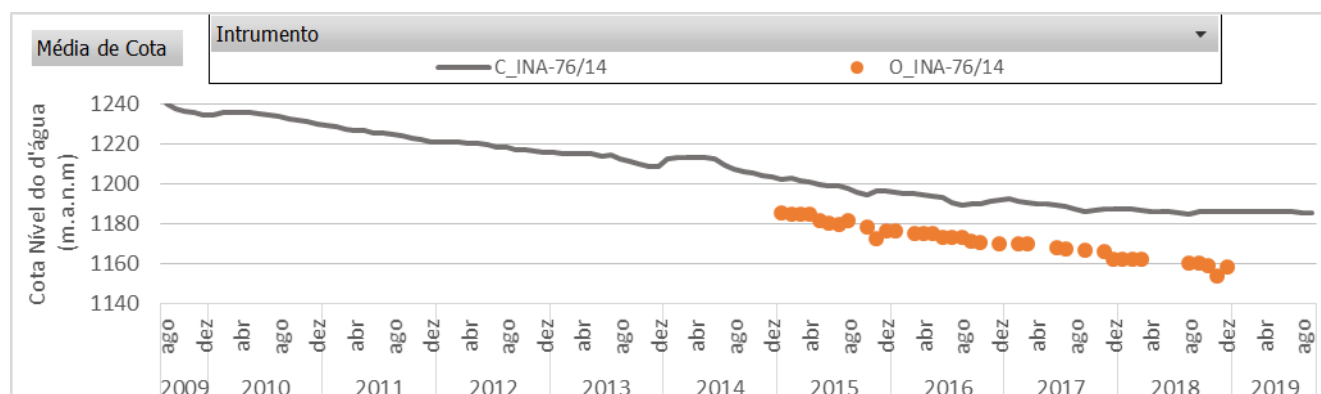


Figura 6.22 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-76/14

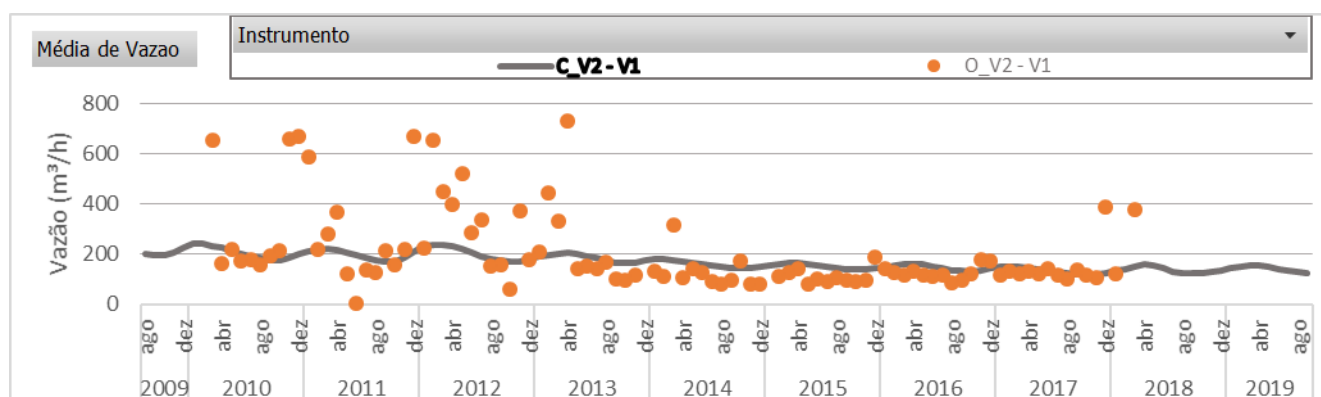



Figura 6.23 – Gráfico de vazão de base modelado (C_) vs. Vazão total observada (O_) entre os vertedouros V2 e V1

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 92/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

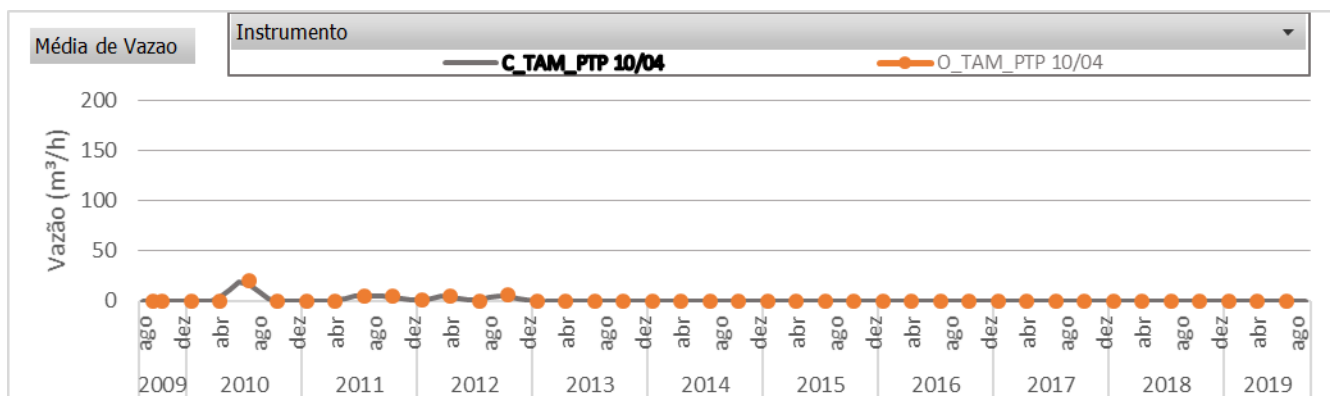


Figura 6.24 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 10/04

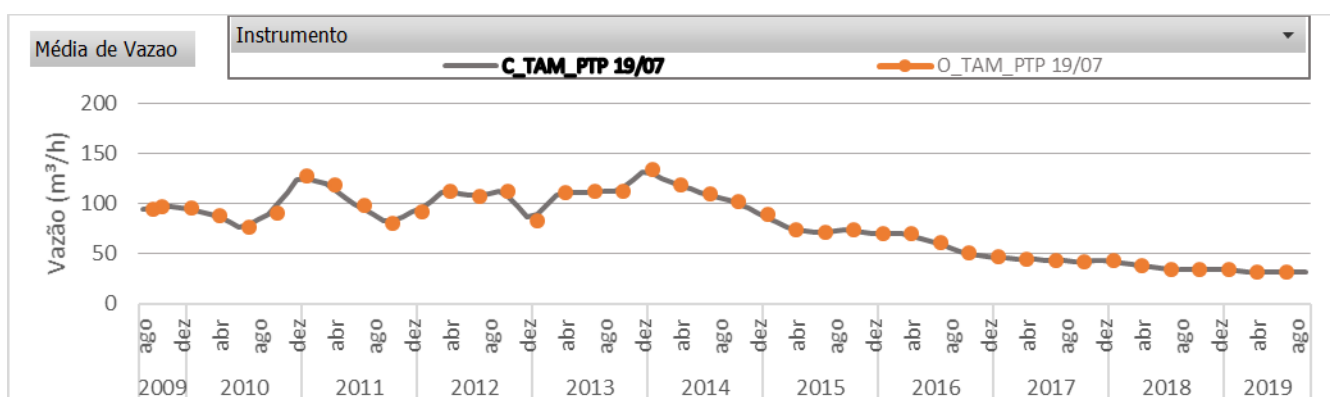


Figura 6.25 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 19/07

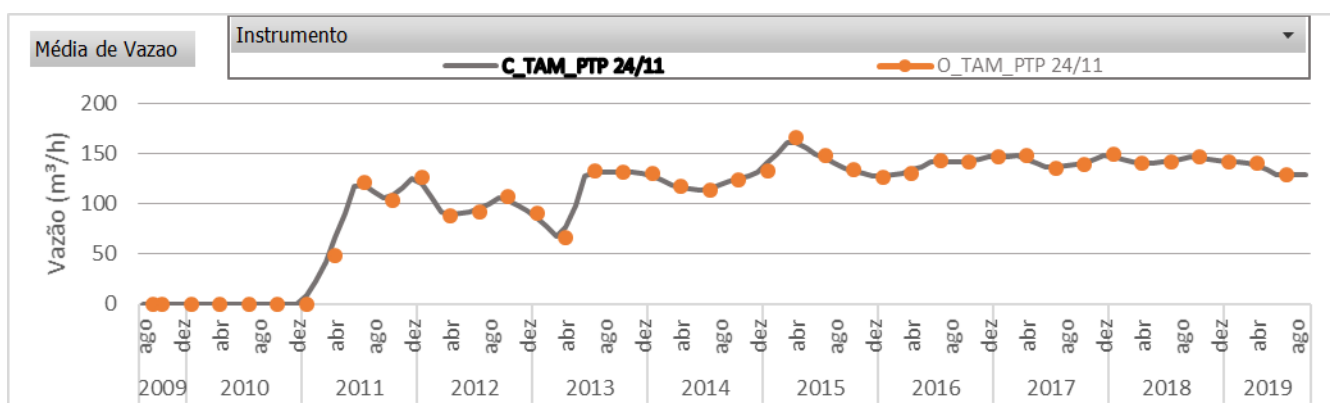




Figura 6.26 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 24/11

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 93/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

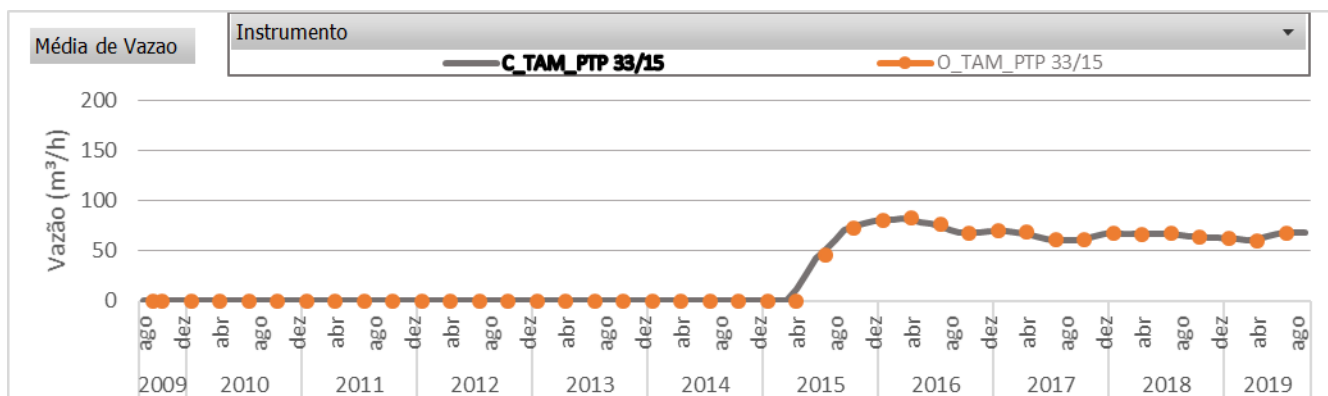




Figura 6.27 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 33/15

De forma geral, os níveis d'água modelados apresentam um rebaixamento conforme observado nos dados de monitoramento. No entanto, a partir do final de 2014 o rebaixamento observado é mais intenso do que o rebaixamento refletido nos dados modelados.

As vazões calculadas nos poços neste setor também estão de acordo com os dados monitorados. Desta forma, a diferença entre o rebaixamento observado e calculado pode estar associada a fatores ainda não identificados no modelo conceitual, como por exemplo distinta geometria das rochas impermeáveis, gerando setores mais segmentados, ou presença de falhas e fraturas, ou mesmo vazões de bombeamento de terceiros não identificados. É também importante avaliar se o monitoramento das vazões de rebaixamento, incluindo os *sumps* e drenos horizontais, pode ser aperfeiçoado para que não incorra em valores subestimados de vazão.

Ressalta-se também que, assim como os níveis d'água, os dados de monitoramento de vazão de base entre os instrumentos V2 – V1 indicaram uma redução. No entanto, apesar do modelo apresentar uma redução, esta não foi suficiente para representar os dados observados. Possivelmente, uma maior redução poderia estar associada ao impacto do rebaixamento da mina de Mar Azul, não quantificado neste estudo.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 94/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

6.2.3 Grupo a nordeste da mina Tamandua

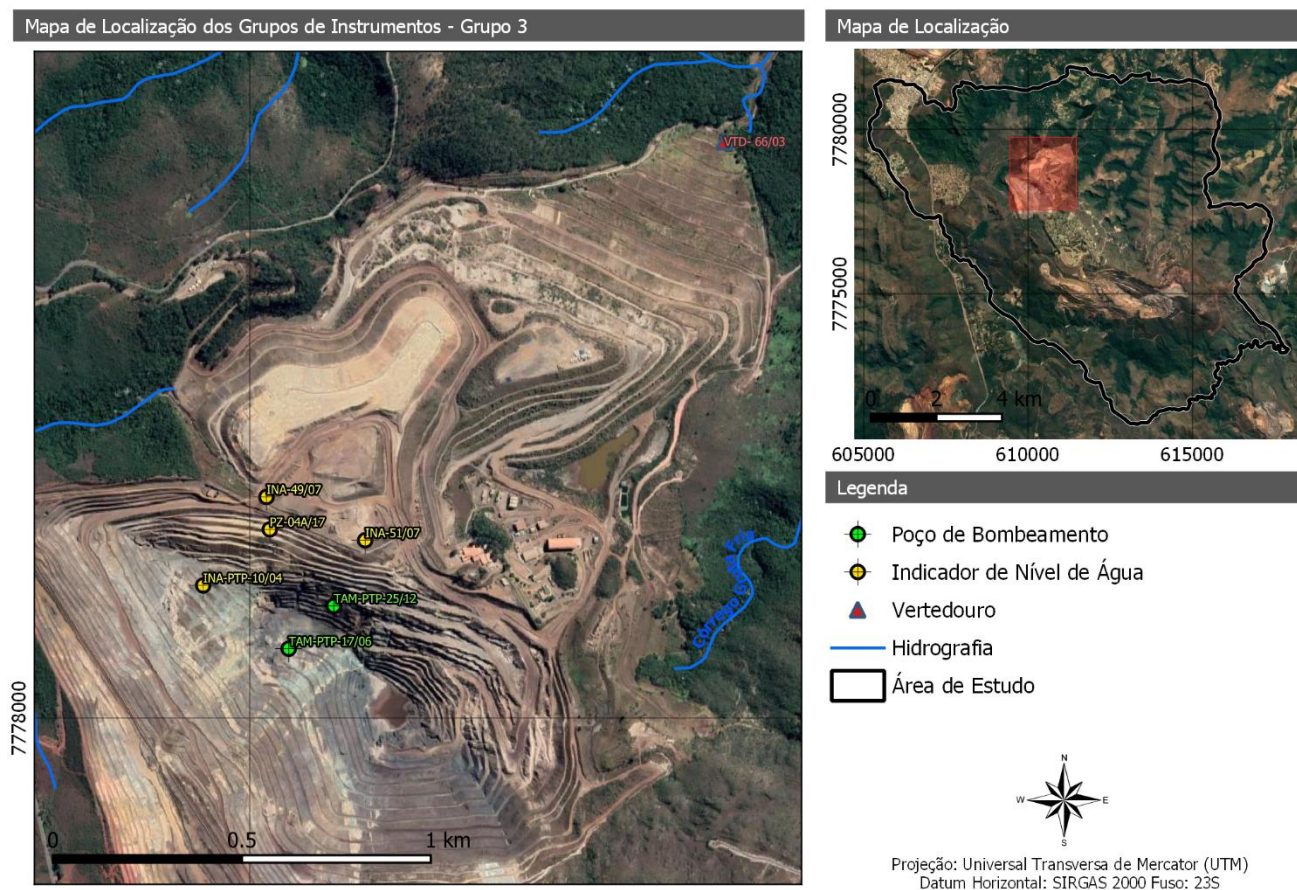


Figura 6.28 – Localização dos instrumentos de calibração a nordeste da mina Tamandua

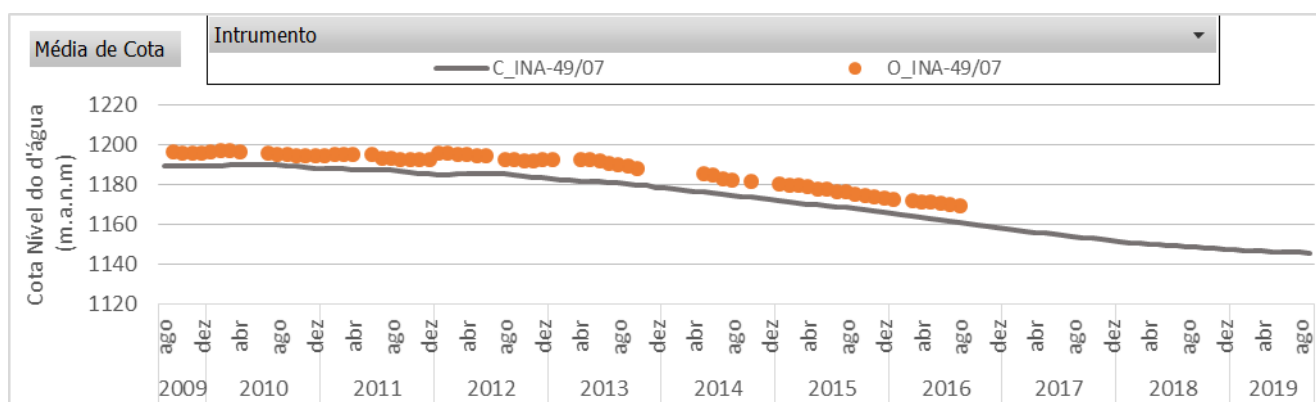


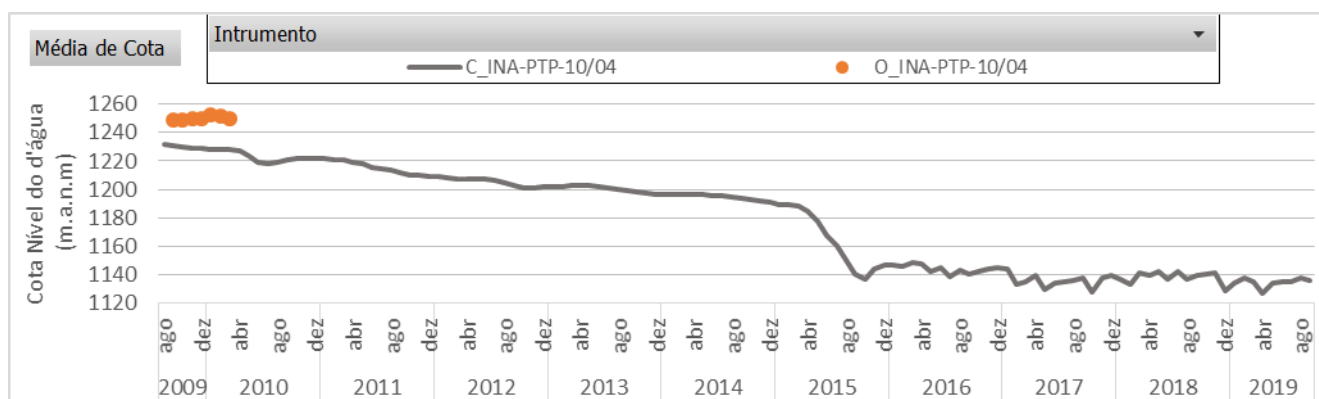
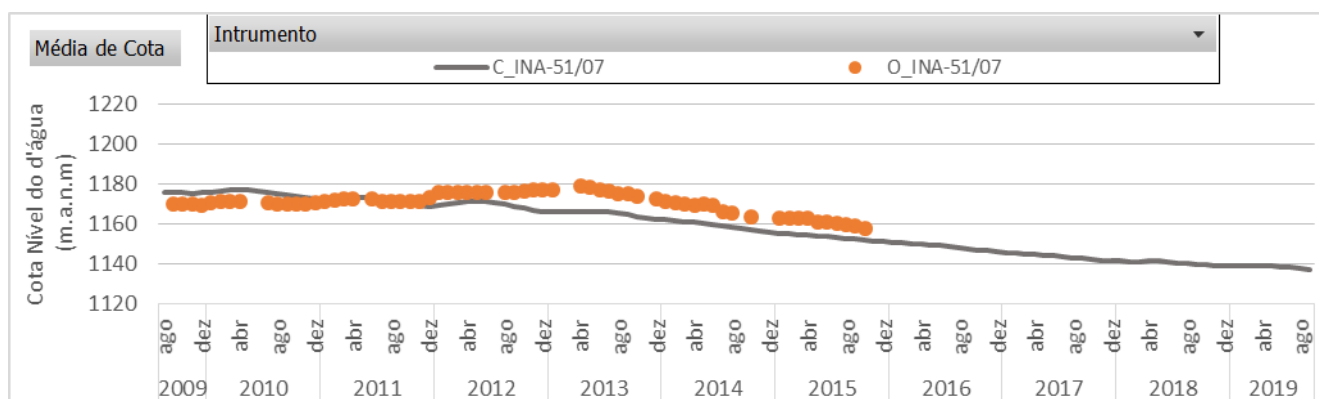
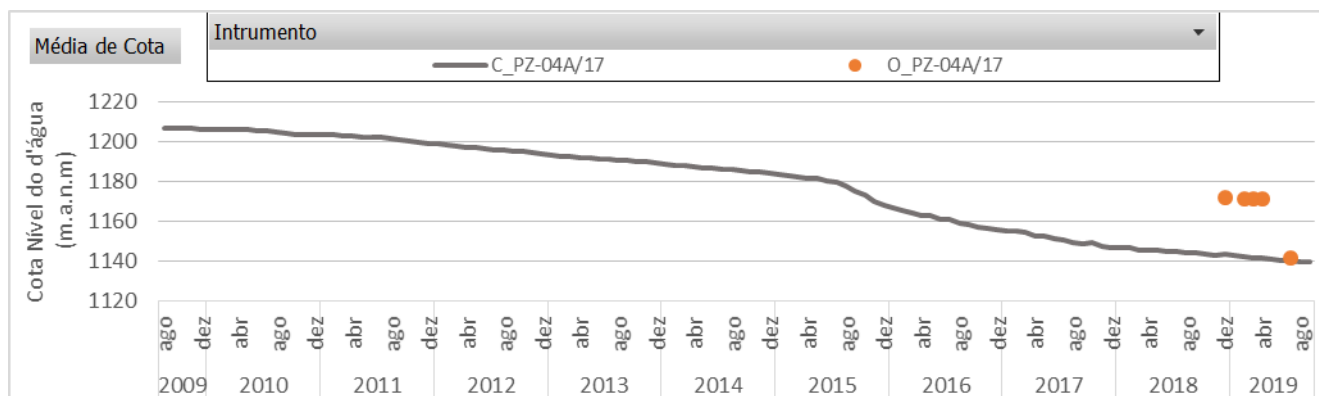




Figura 6.29 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-49/07

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 95/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 96/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

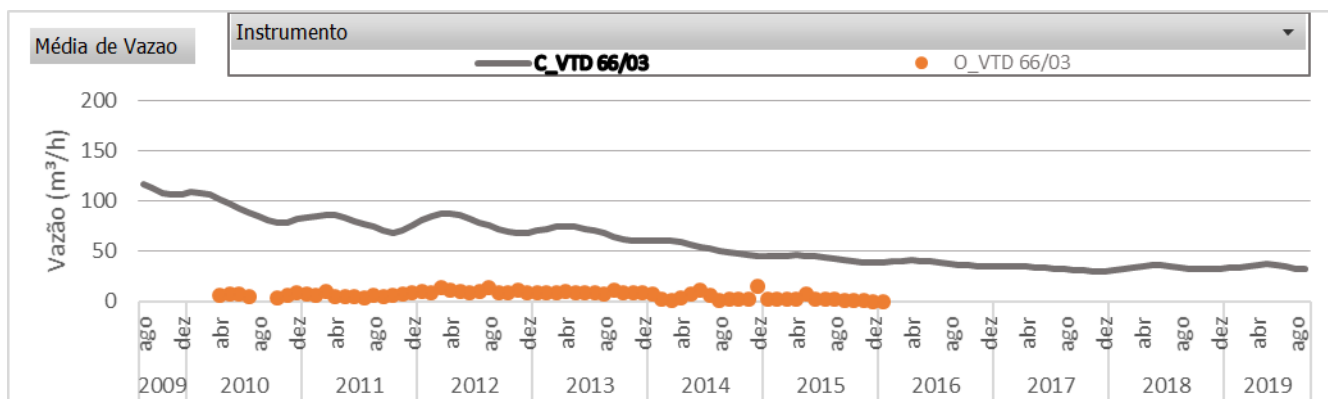


Figura 6.33 – Gráfico de vazão de base modelado (C_) vs. vazão total observado (O_) no vertedouro VTD 66/03

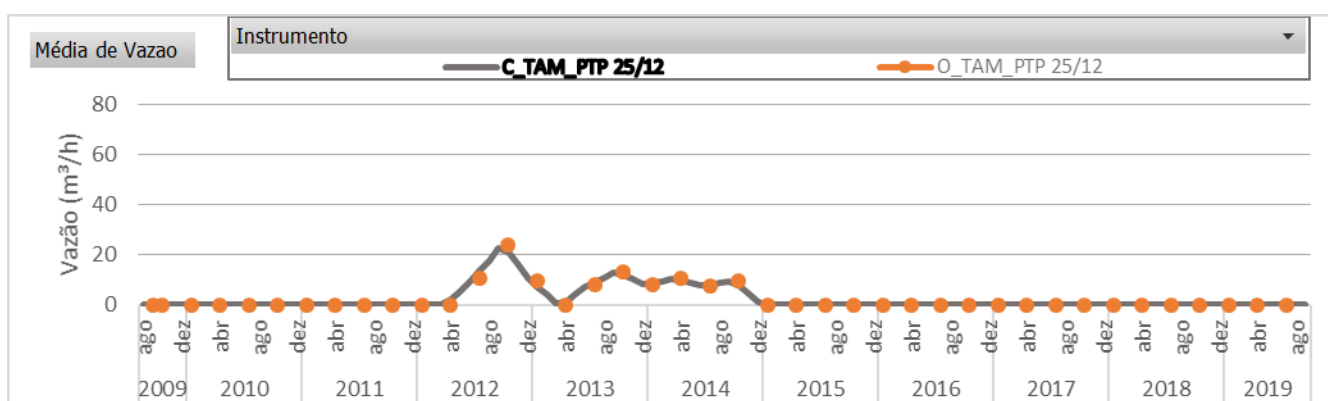


Figura 6.34 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 25/12

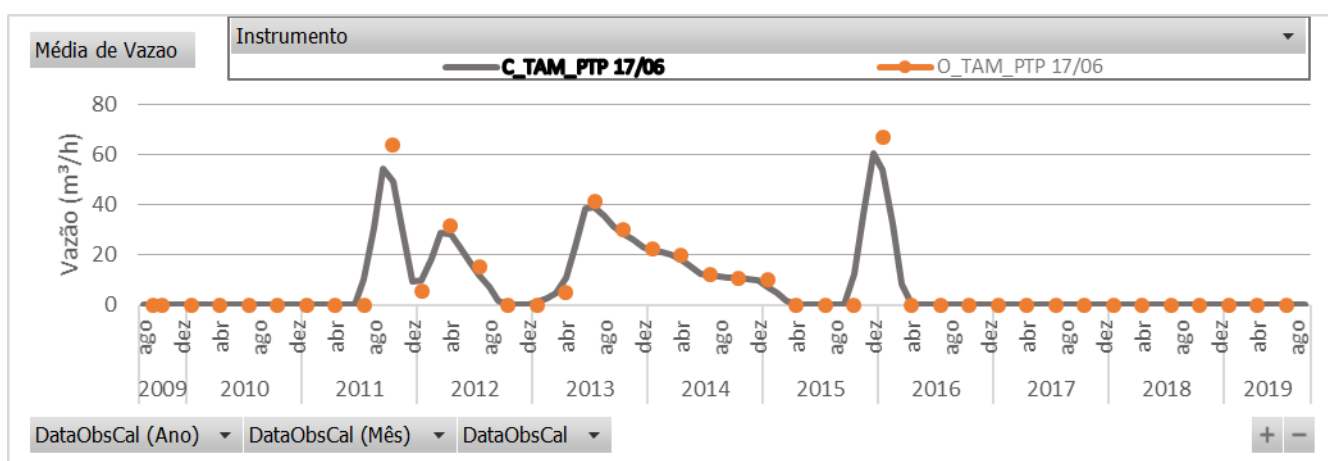



Figura 6.35 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 17/06

Os dados de nível d'água modelados apresentam o rebaixamento similar ao rebaixamento monitorado.

O vertedouro VTD 66/03, cuja vazão monitora o dreno de funda da pilha Tamanduá, apresenta uma vazão modelada muito superior aos dados observados. Esse fato pode ser justificado

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 97/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

pela ausência da representação da geometria e materiais da pilha no modelo, bem como seus drenos de fundo. Neste caso, o modelo representa o talvegue em estado natural.

6.2.4 Grupo mina Tamanduá central

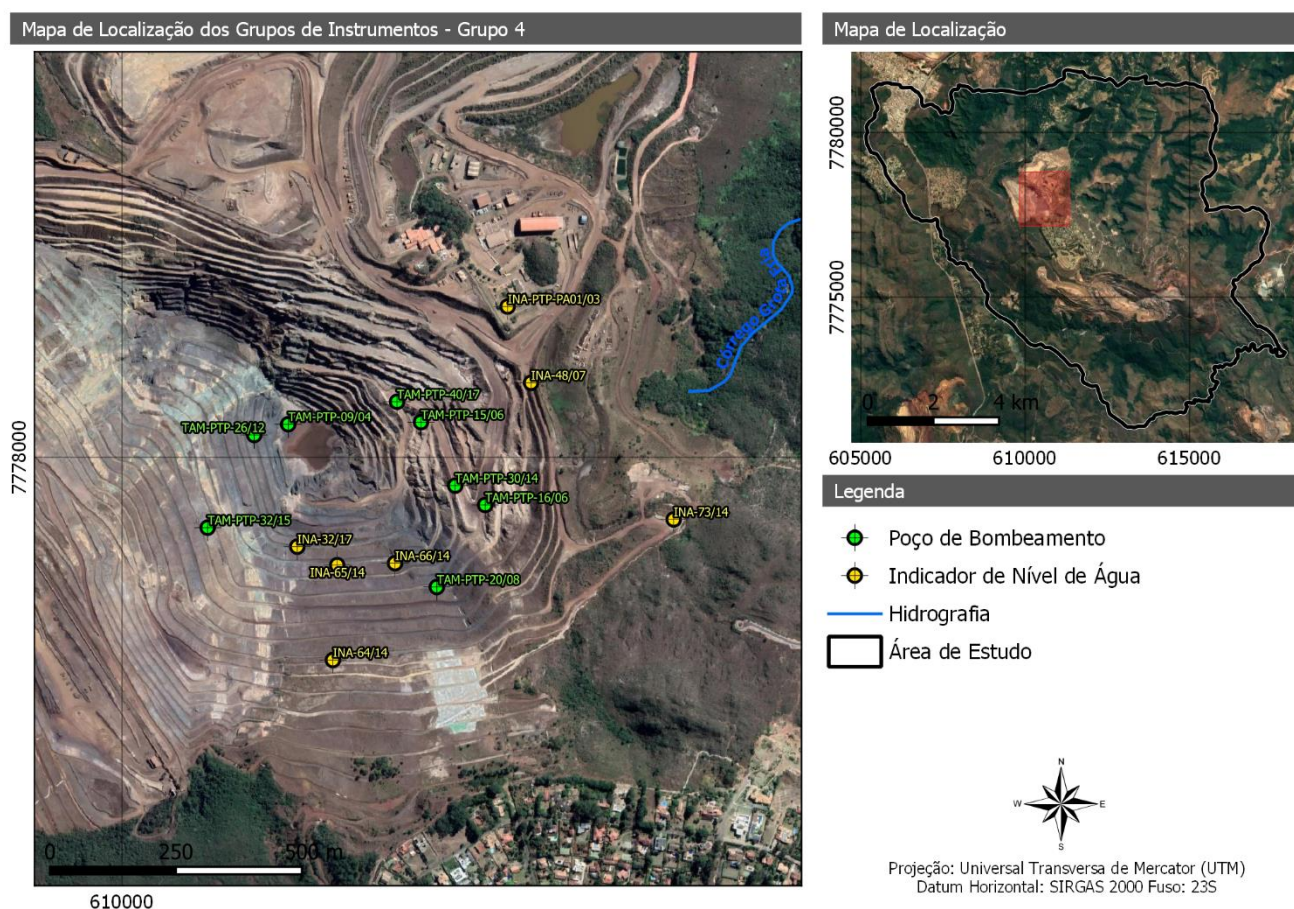


Figura 6.36 – Localização dos instrumentos de calibração na região central da mina Tamanduá

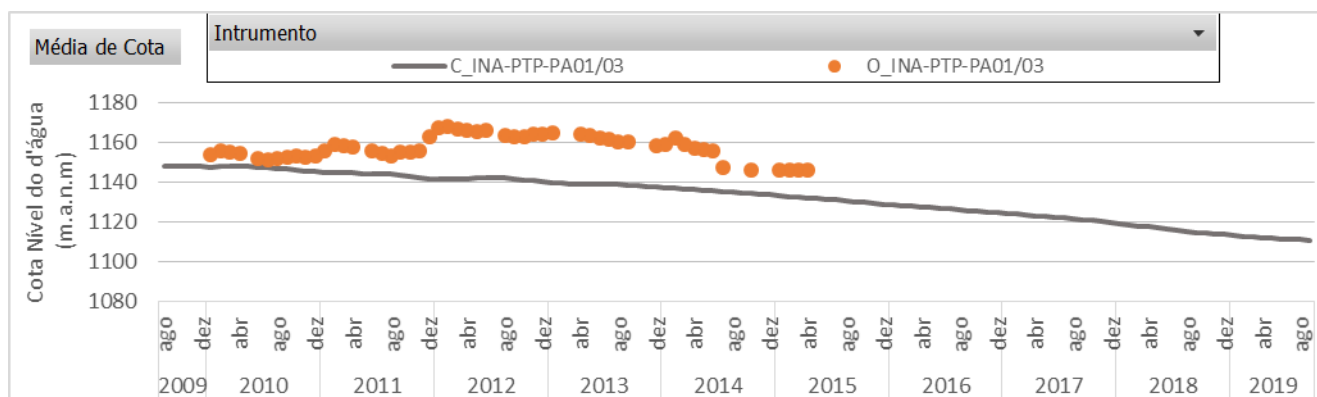




Figura 6.37 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-PTP-PA01/03

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 98/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

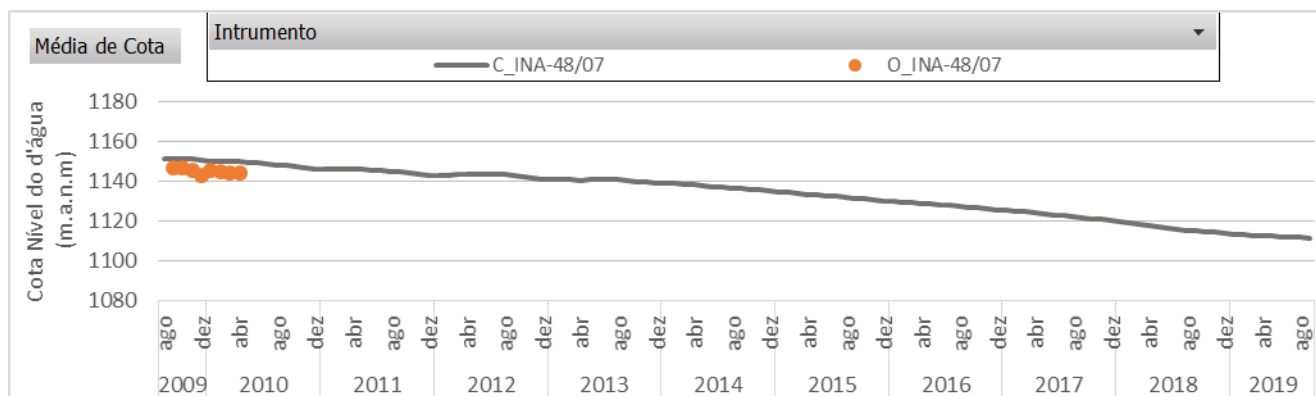


Figura 6.38 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-48/07

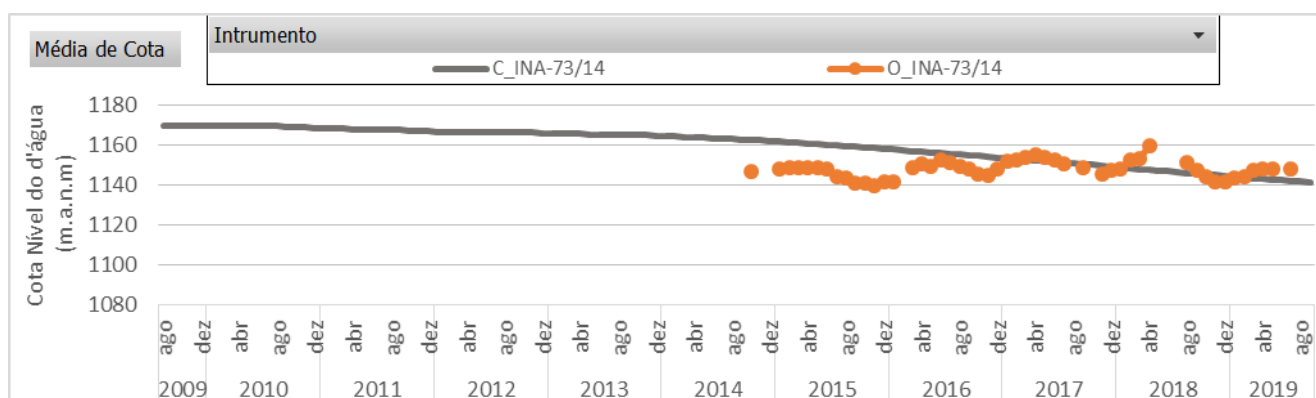


Figura 6.39 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-73/17

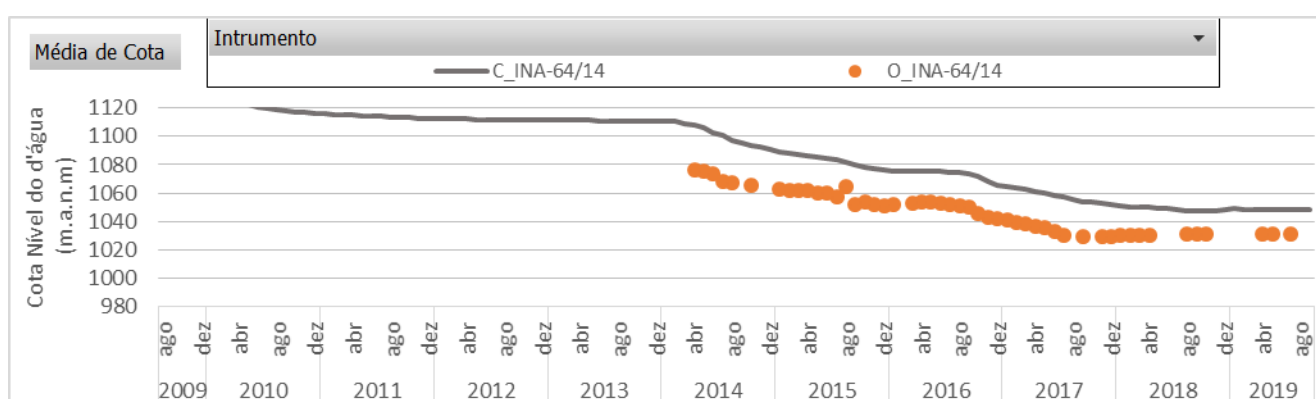




Figura 6.40 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-64/14

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 99/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

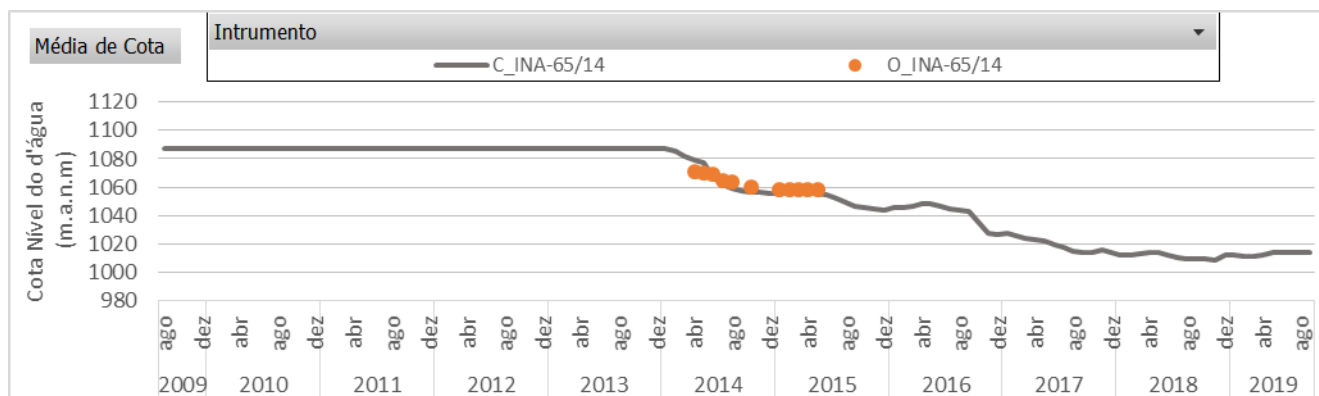


Figura 6.41 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-65/14

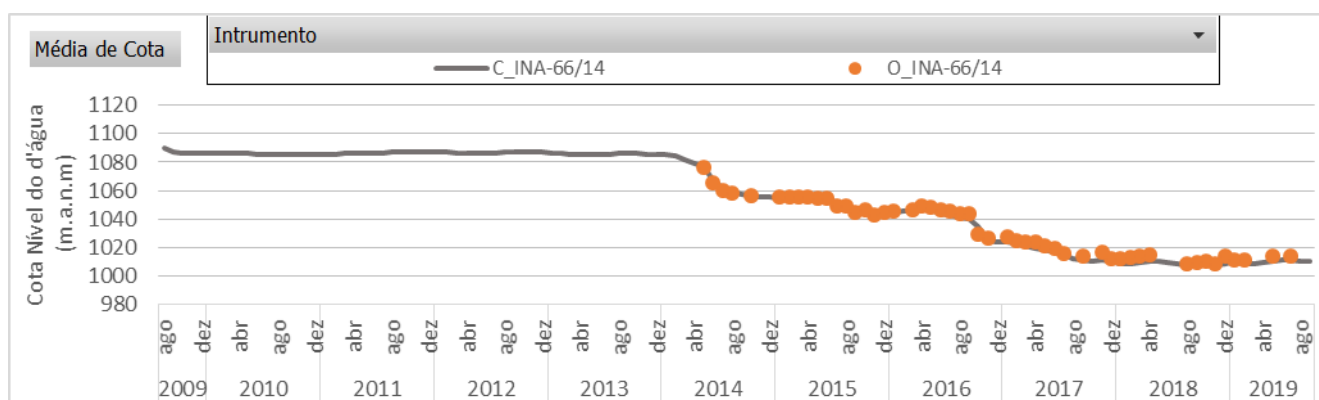


Figura 6.42 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-66/14

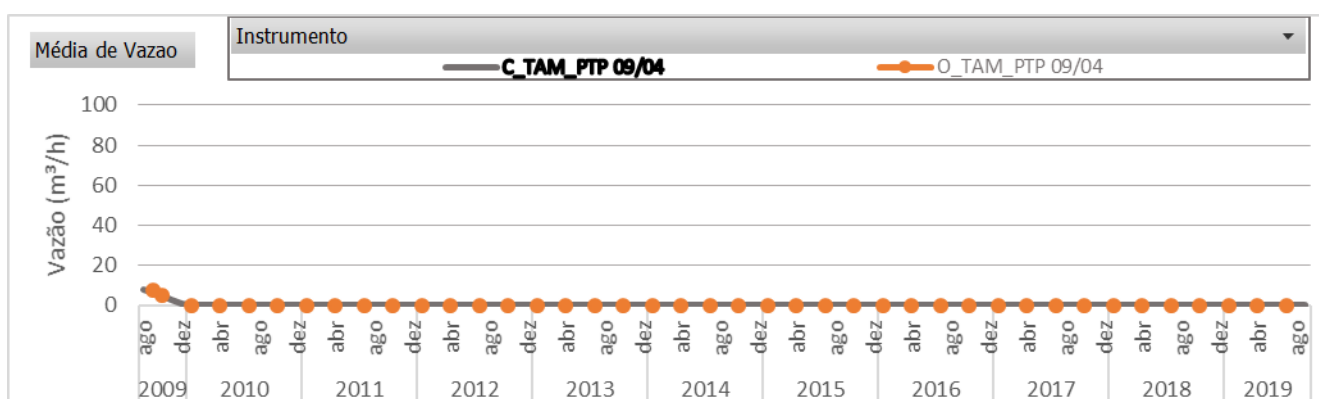




Figura 6.43 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 09/04

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 100/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

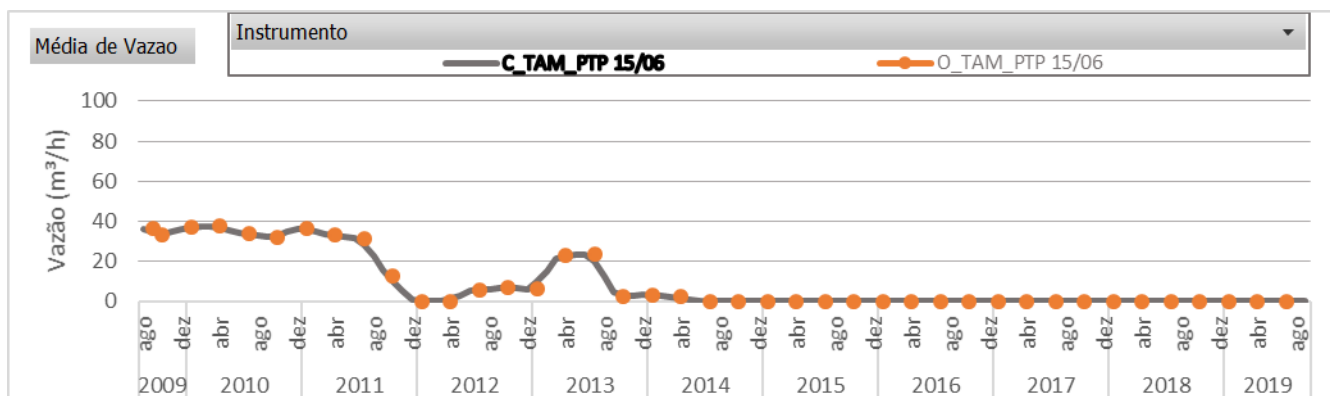


Figura 6.44 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 15/06

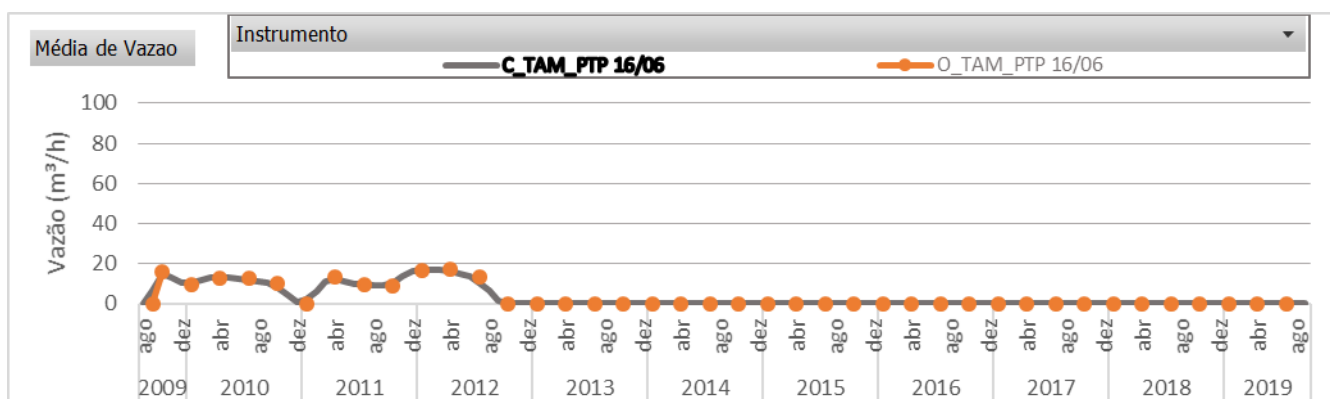


Figura 6.45 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 16/06

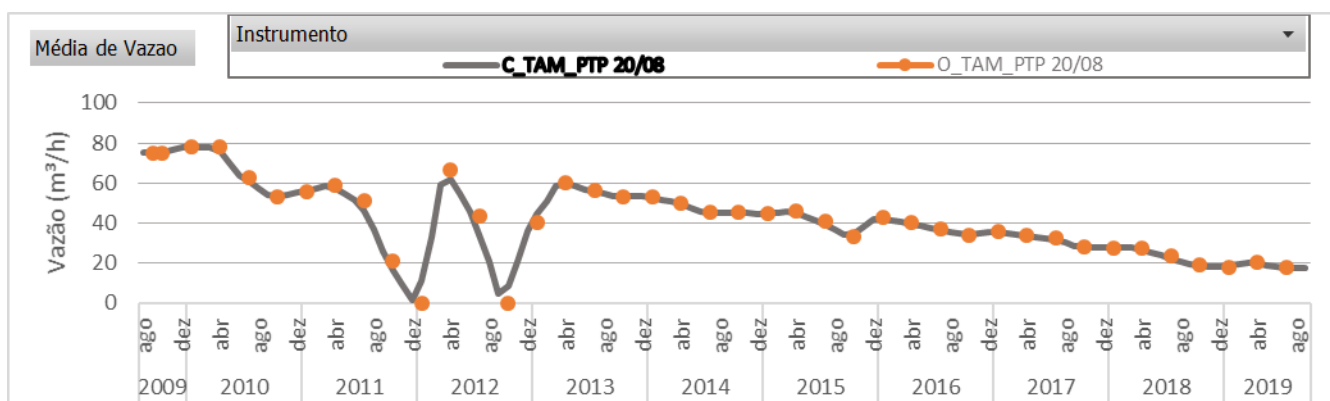




Figura 6.46 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 20/08

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 101/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

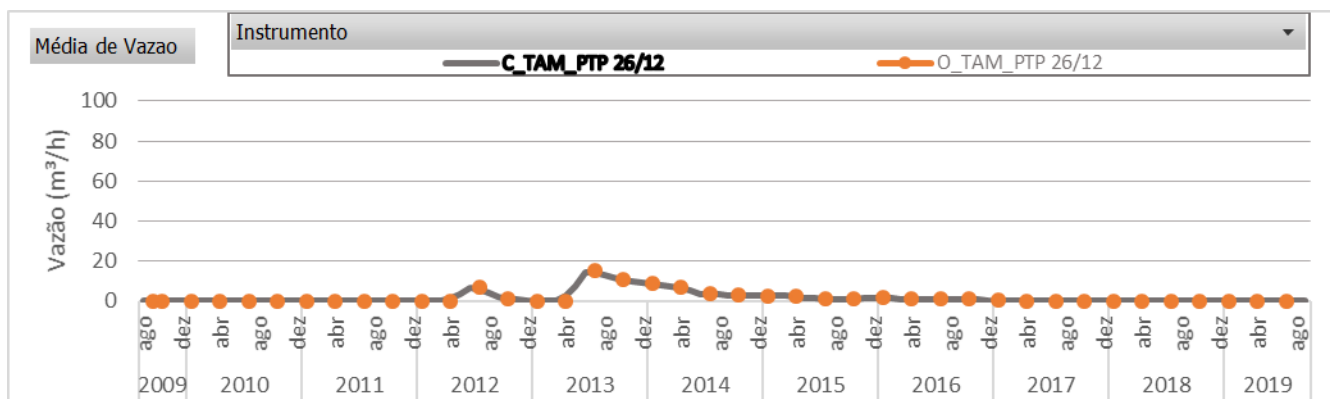


Figura 6.47 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 26/12

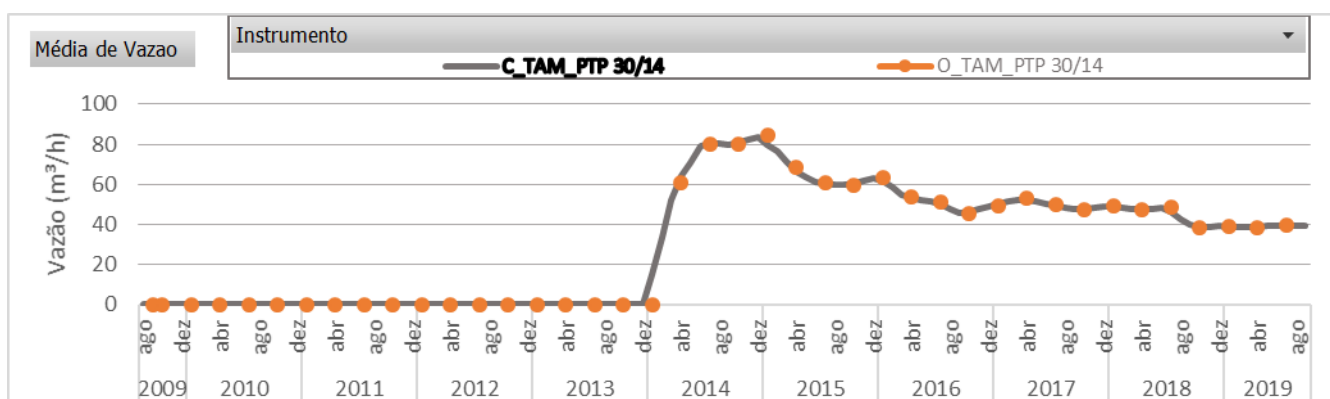


Figura 6.48 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 30/14

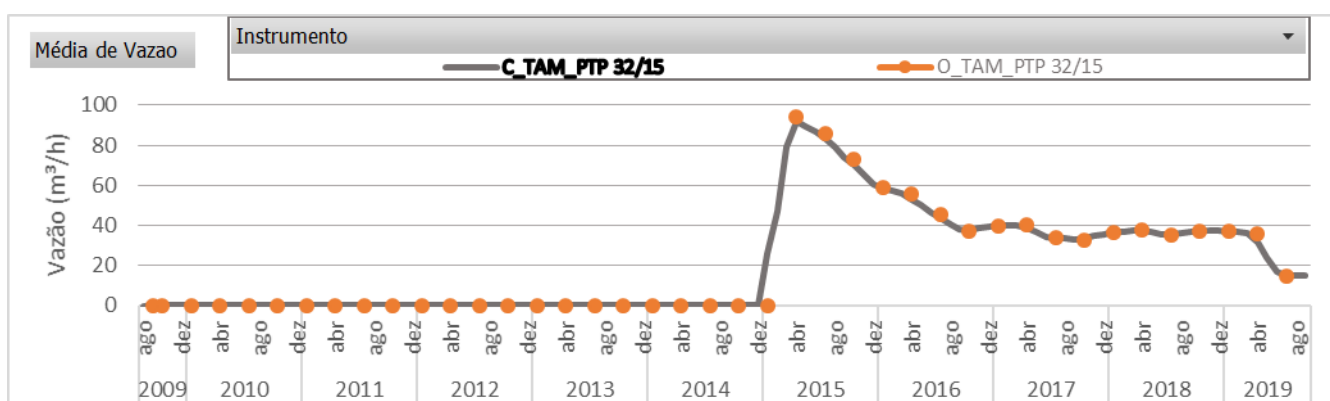




Figura 6.49 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 32/15

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 102/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

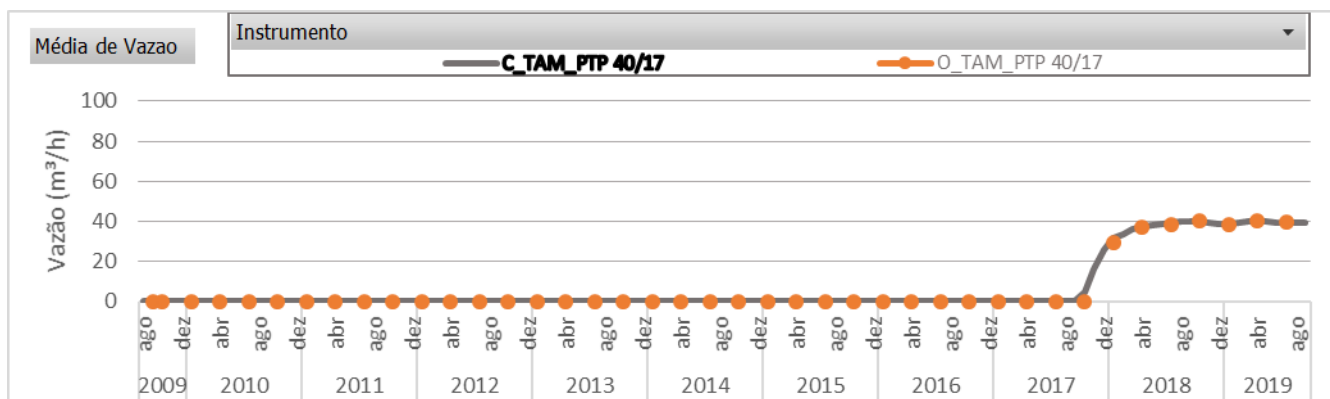


Figura 6.50 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 40/17

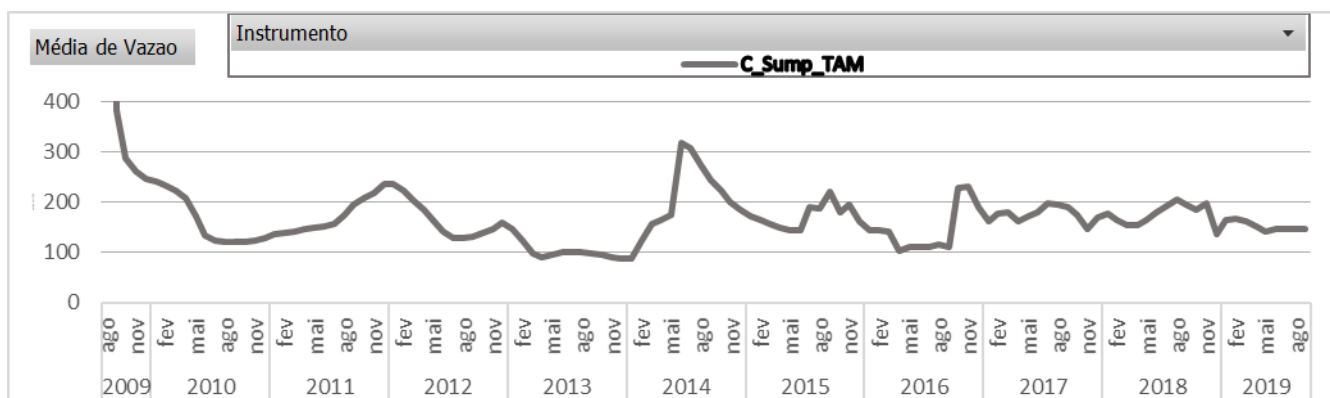




Figura 6.51 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) do bombeamento no *sump* da cava TAM

Os instrumentos localizados neste setor, de forma geral, apresentaram um bom ajuste entre os dados modelados e os dados observados. Ressalta-se que para o ajuste adequado dos níveis nos instrumentos localizados no fundo da cava foi necessária a implementação de um *sump*, cuja vazão foi calculada pelo modelo, variando entre 100 e 300 m³/h, conforme Figura 6.51.

Conforme informações fornecidas pela Vale, o *sump* da cava TAM é bombeado durante todo ano, sendo no período seco realizado o bombeamento da água drenada por DHP na região dos quartzitos, bem como da água que jorra nas imediações do PTP 36.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 103/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

6.2.5 Grupo mina Tamanduá sul

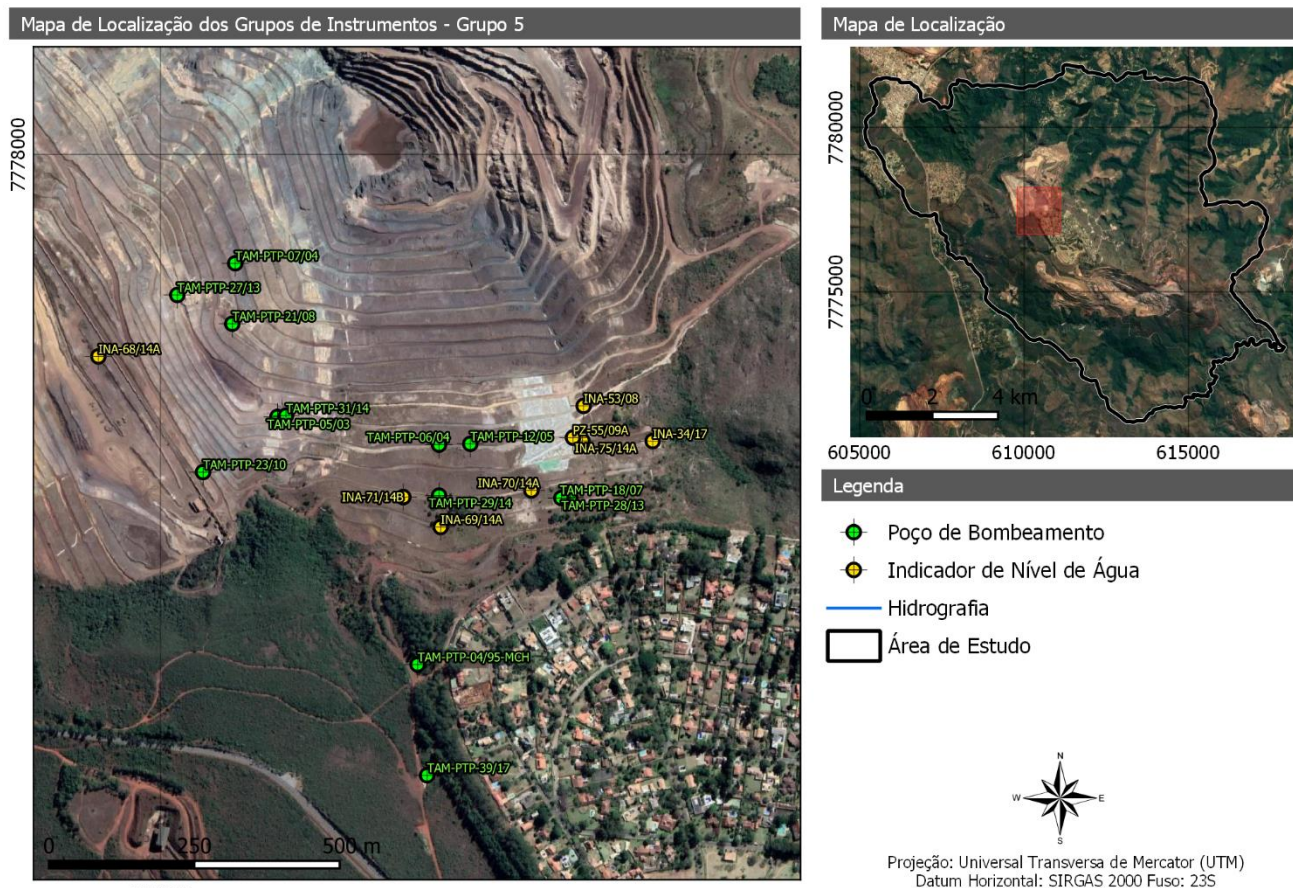


Figura 6.52 – Localização dos instrumentos de calibração na região sul da mina Tamanduá

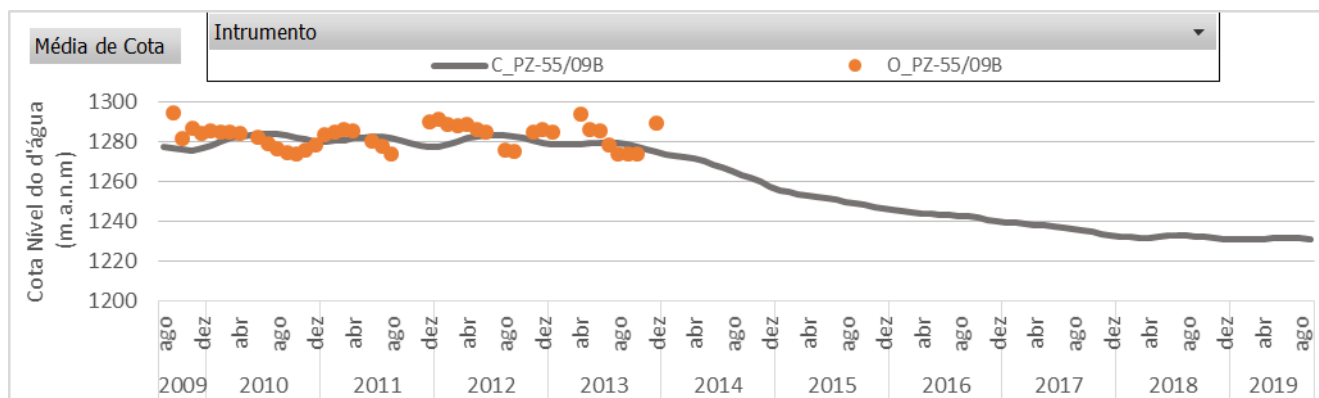




Figura 6.53 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento PZ-55/09B

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 104/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

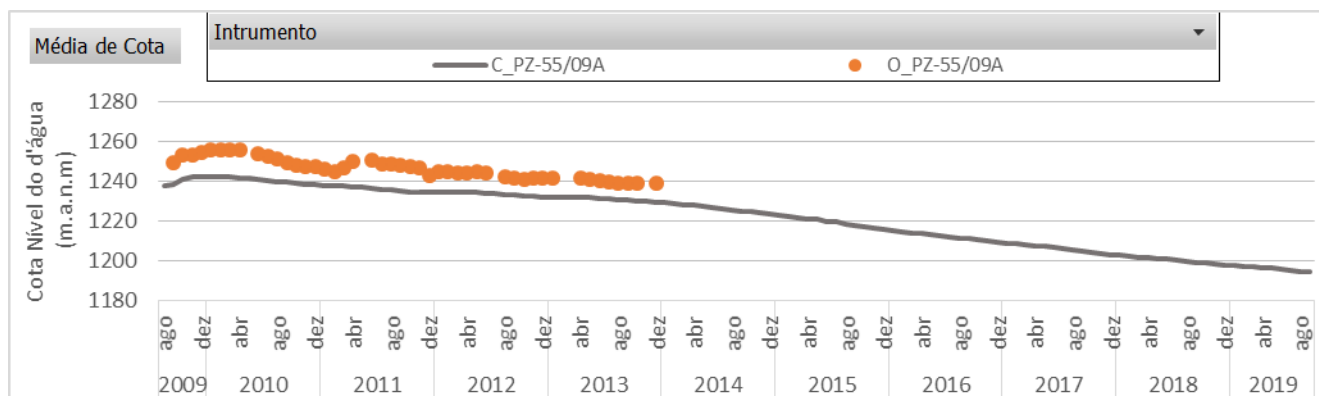


Figura 6.54 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento PZ-55/09A

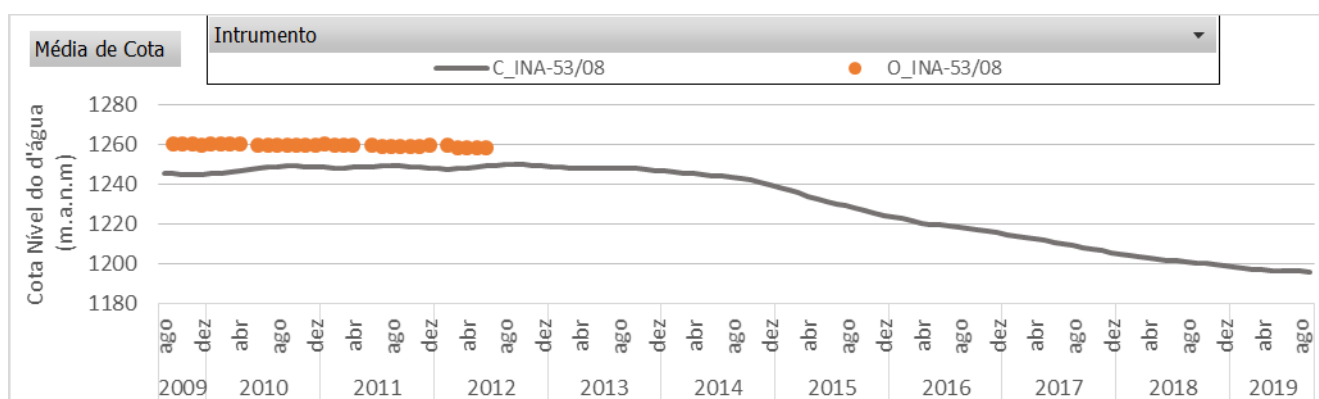


Figura 6.55 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-53/08

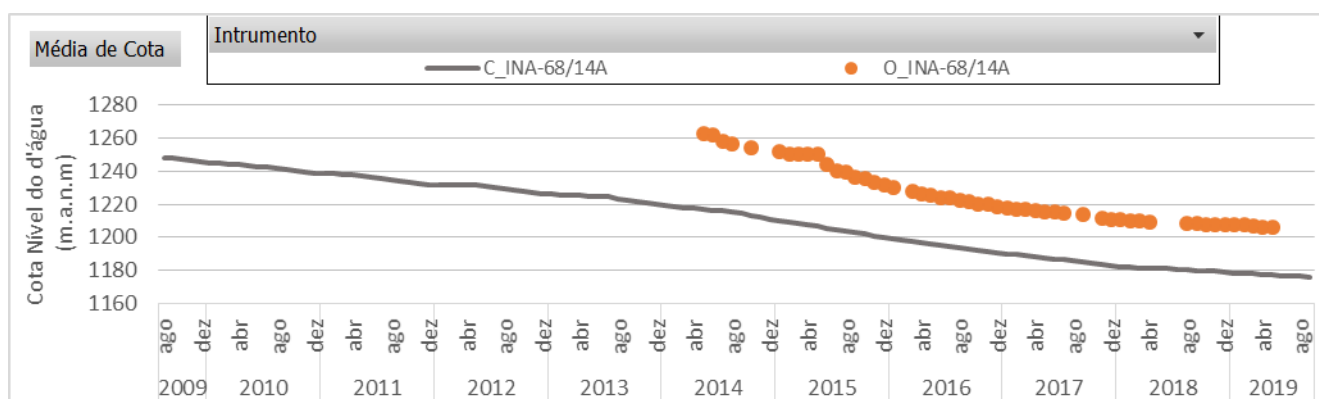




Figura 6.56 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-68/14A

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 105/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

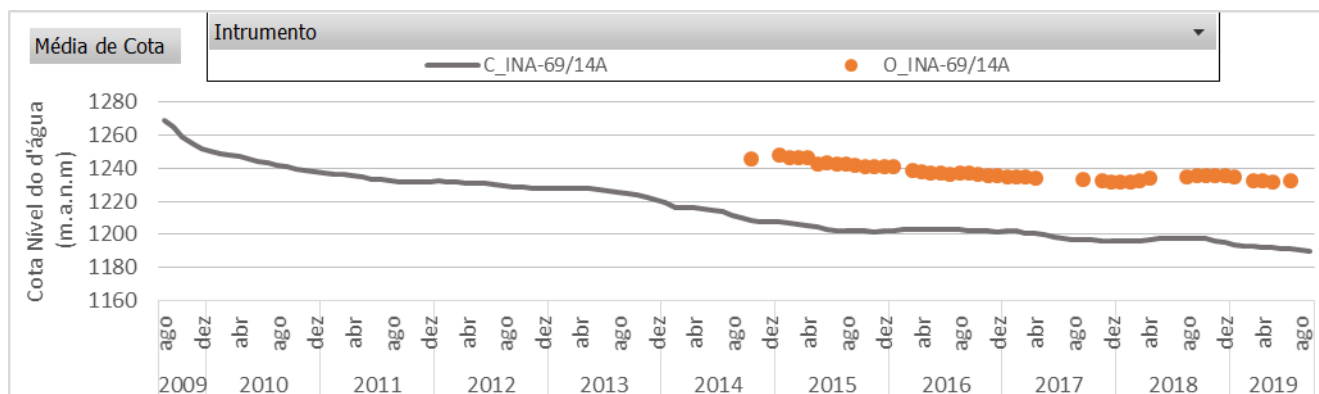


Figura 6.57 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-69/14A

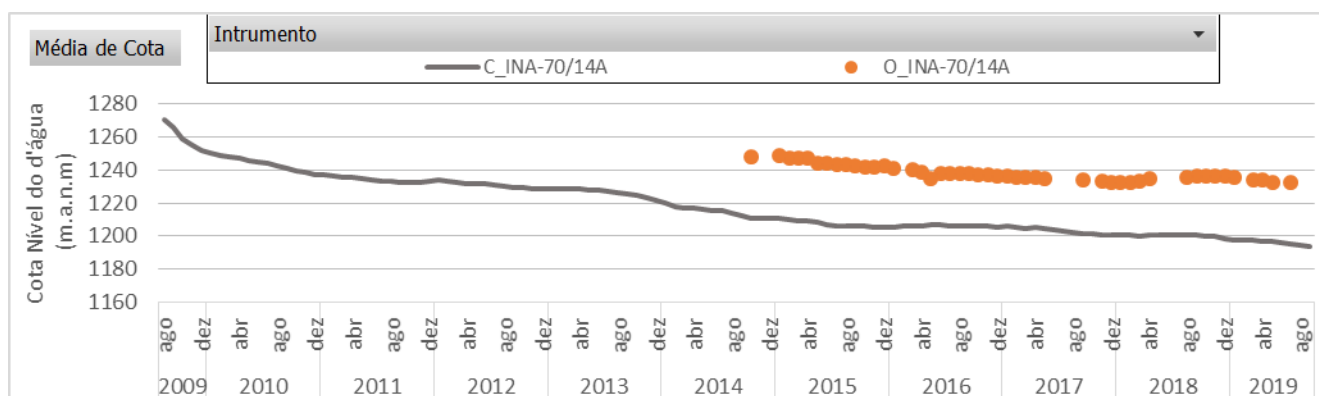


Figura 6.58 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-70/14A

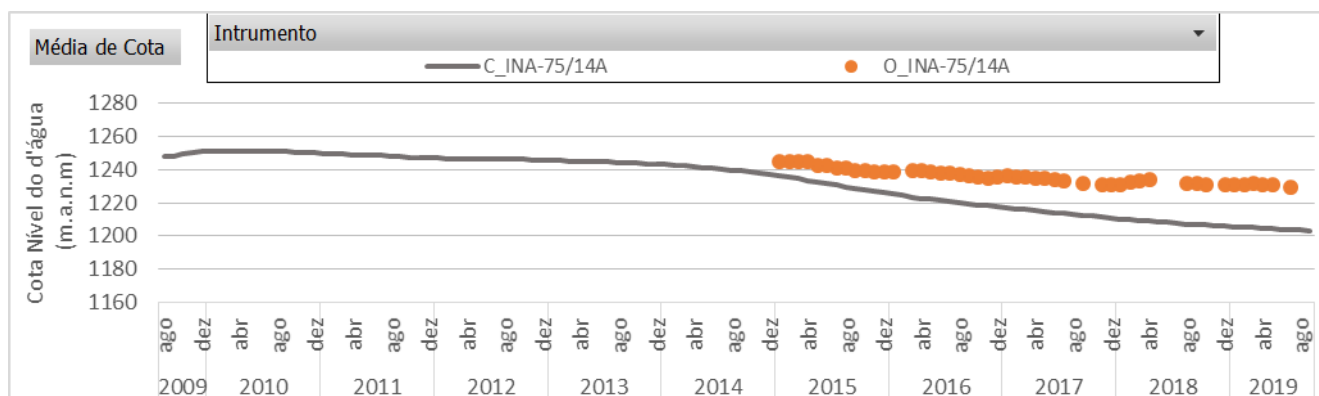



Figura 6.59 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-75/14A

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 106/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

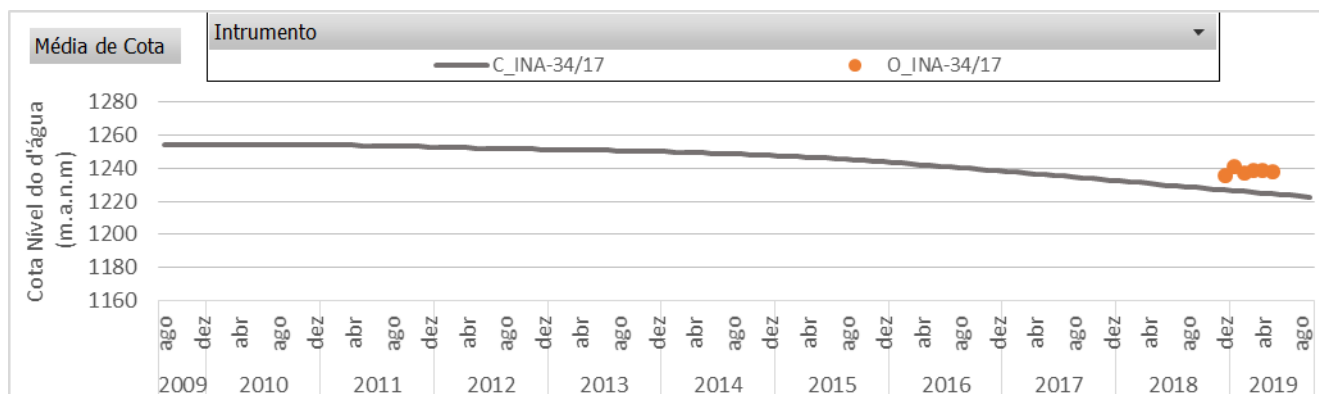


Figura 6.60 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-34/17

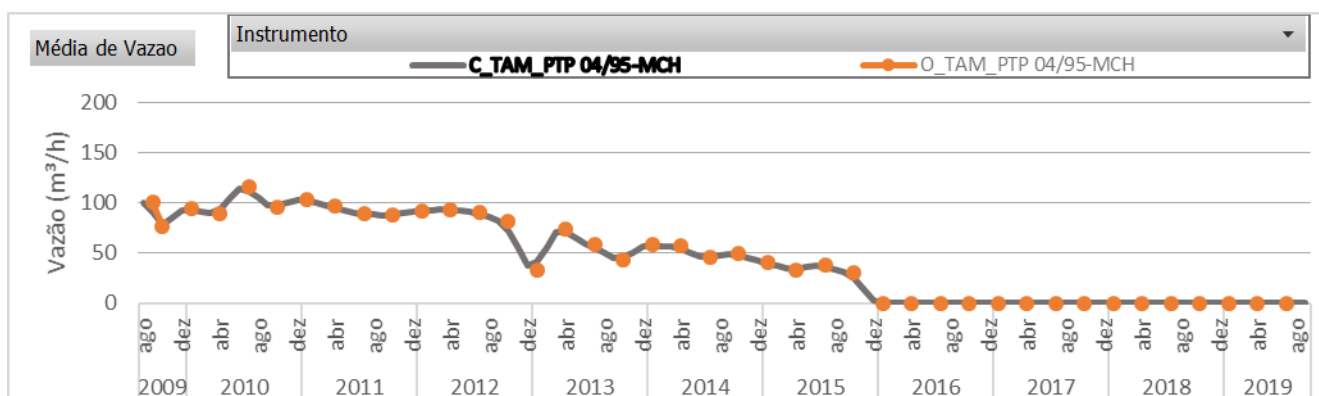


Figura 6.61 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 04/95-MCH

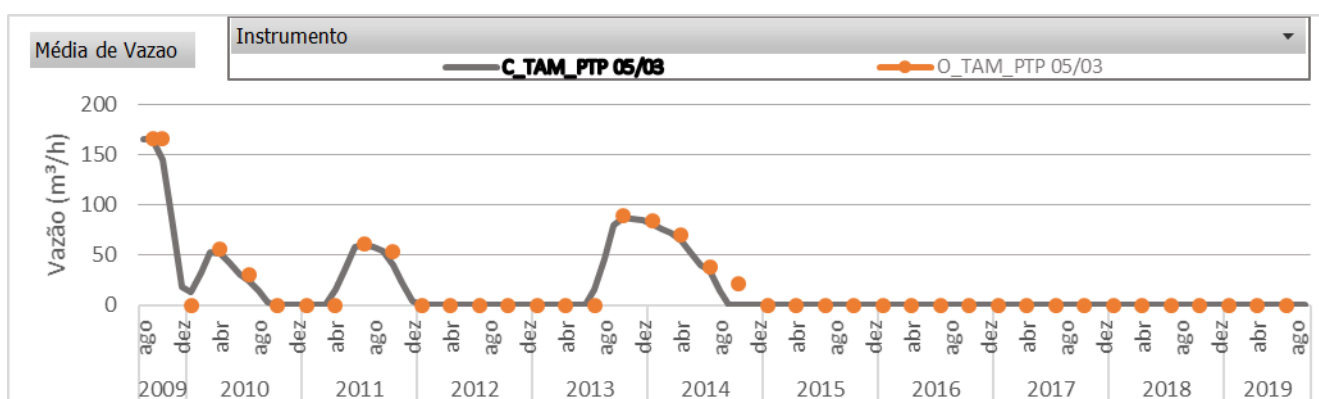




Figura 6.62 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 05/03

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 107/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

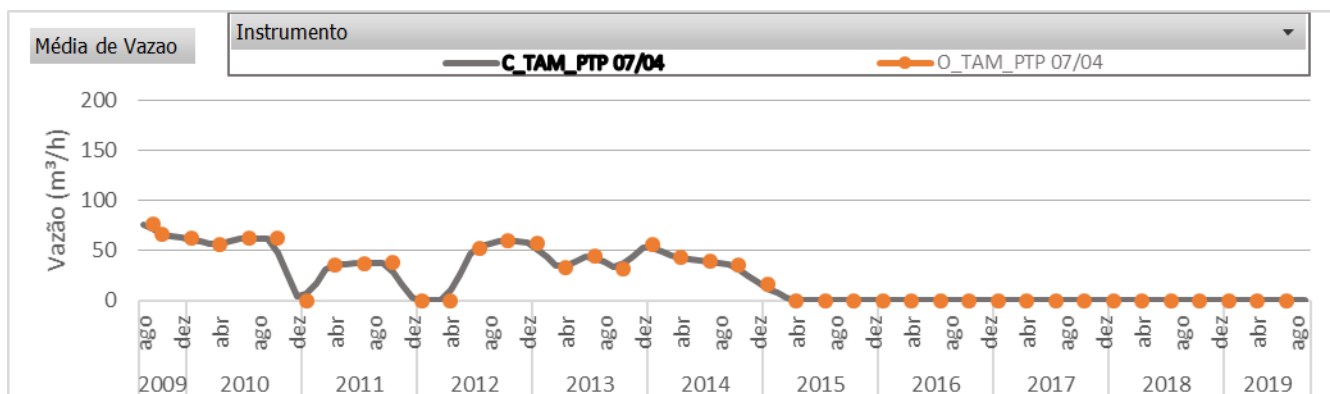


Figura 6.63 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 07/04

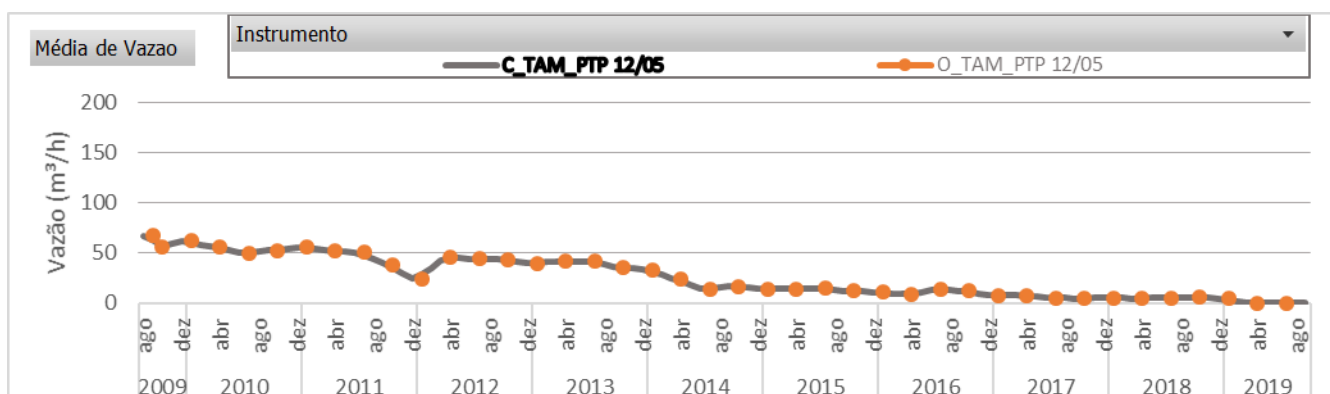


Figura 6.64 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 12/05

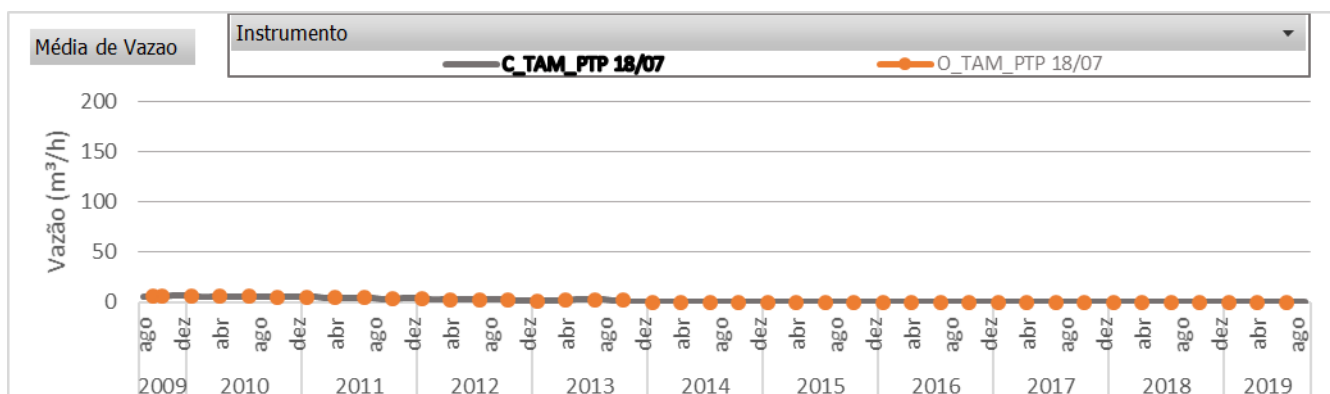




Figura 6.65 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 18/07

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 108/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

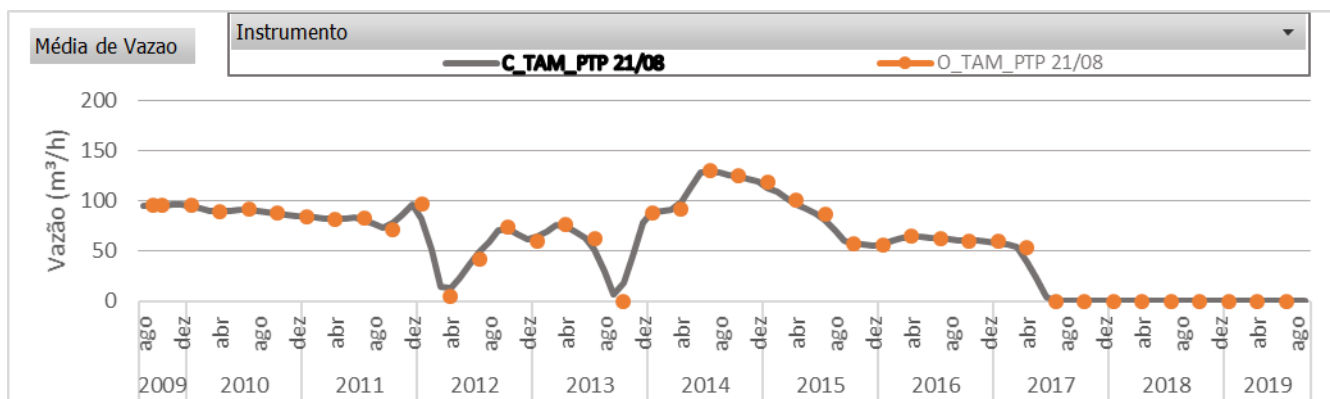


Figura 6.66 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 21/08

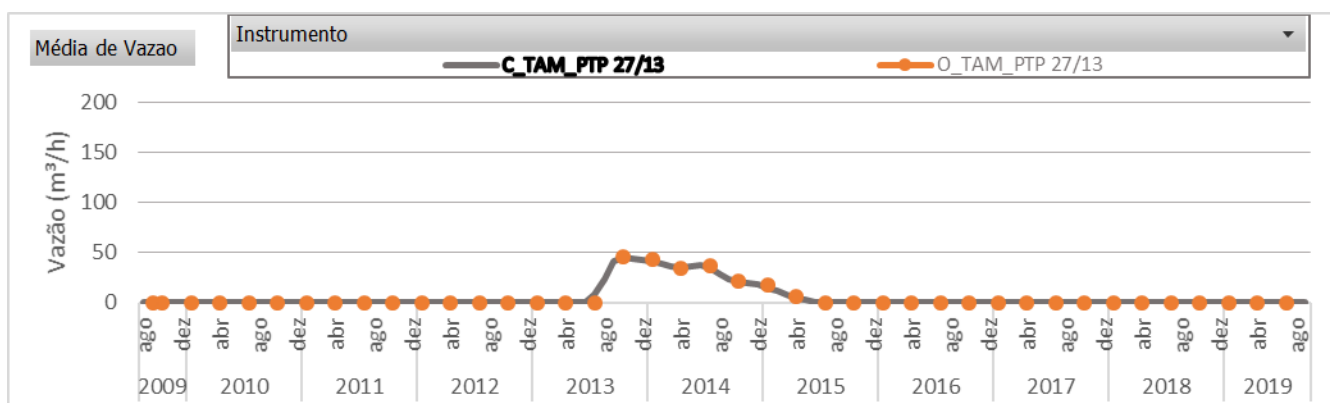


Figura 6.67 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 27/13

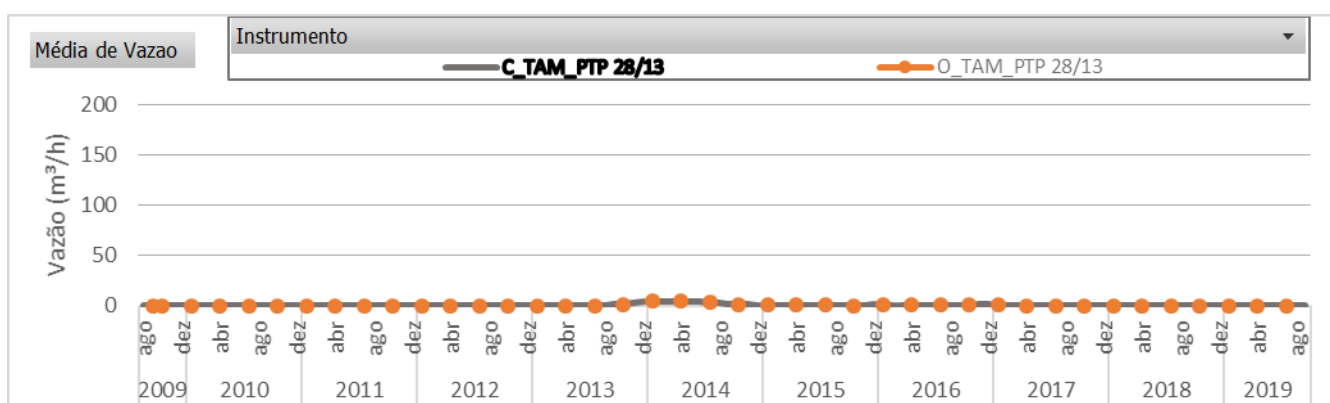



Figura 6.68 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-28/13

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 109/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

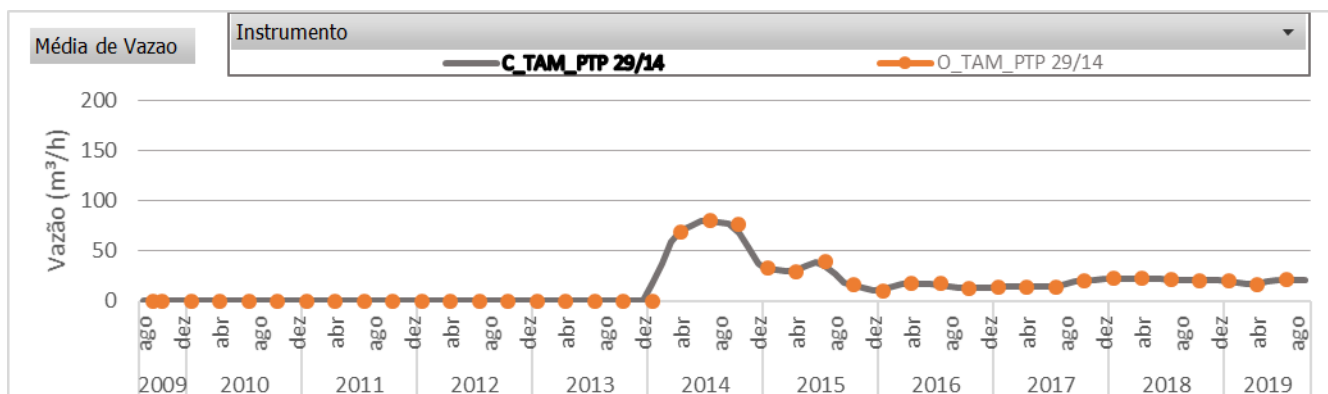


Figura 6.69 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 29/14

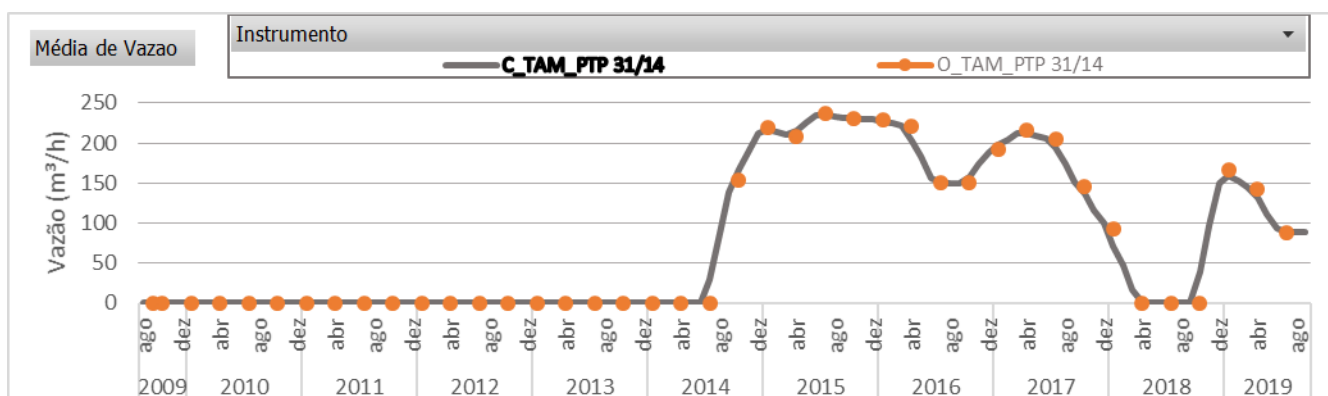


Figura 6.70 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 31/14

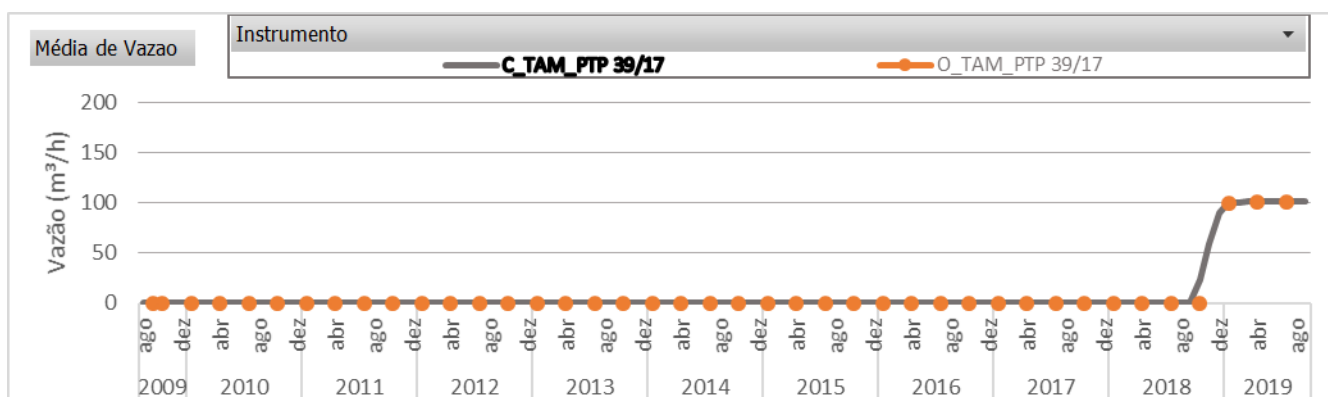



Figura 6.71 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço TAM-PTP 37/17

Os dados de nível d'água modelados apresentam o rebaixamento similar ao rebaixamento monitorado. No entanto, de forma geral, este setor apresenta um nível modelado mais baixo que observado, entre 10 e 30 metros.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 110/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

6.2.6 Grupo condomínio Morro do Chapéu

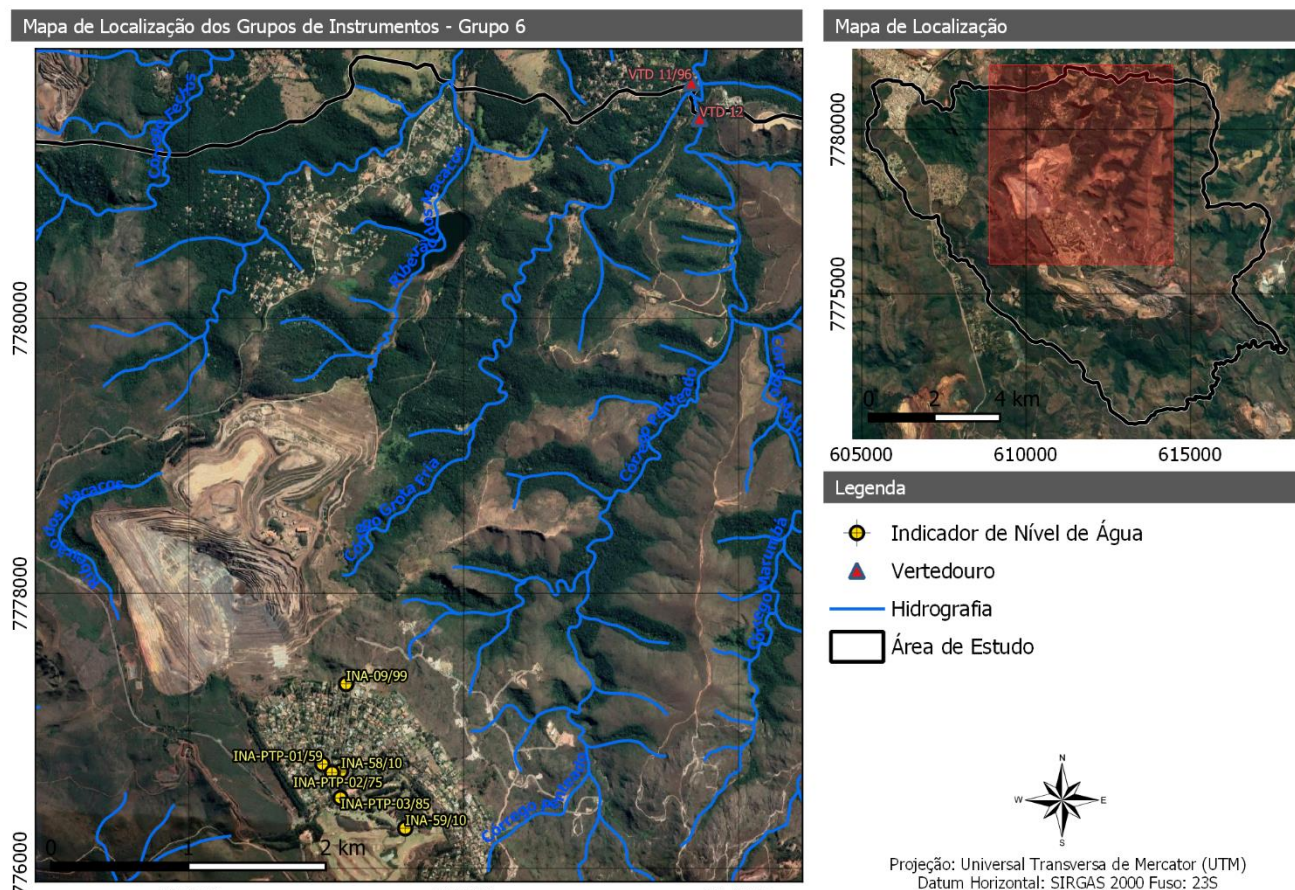


Figura 6.72 – Localização dos instrumentos de calibração na região do condomínio Morro do Chapéu

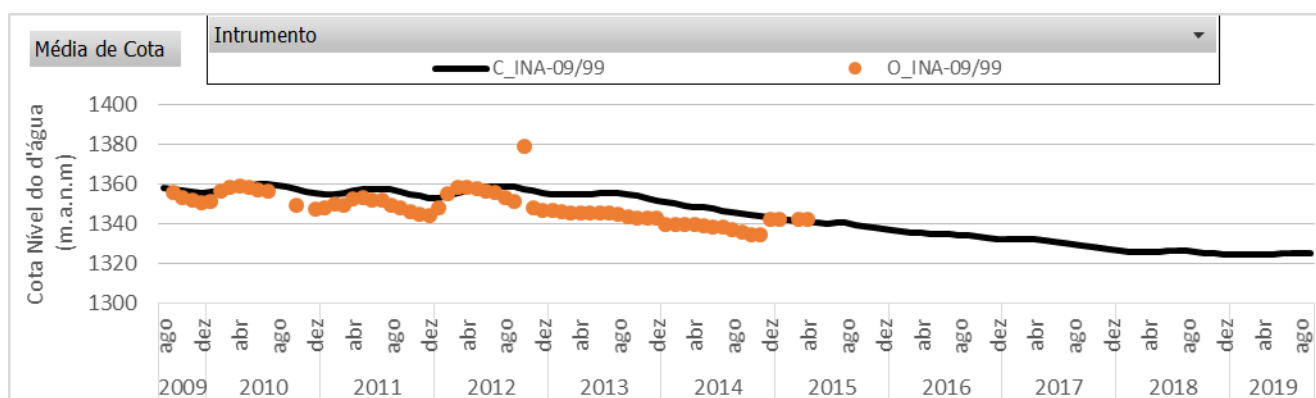



Figura 6.73 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-09/99

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 111/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

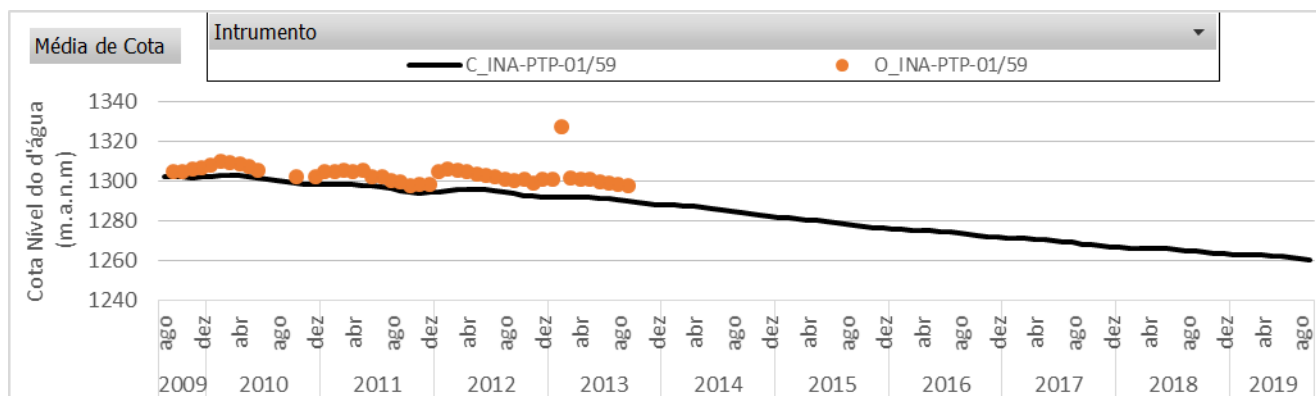


Figura 6.74—Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-PTP-01/59

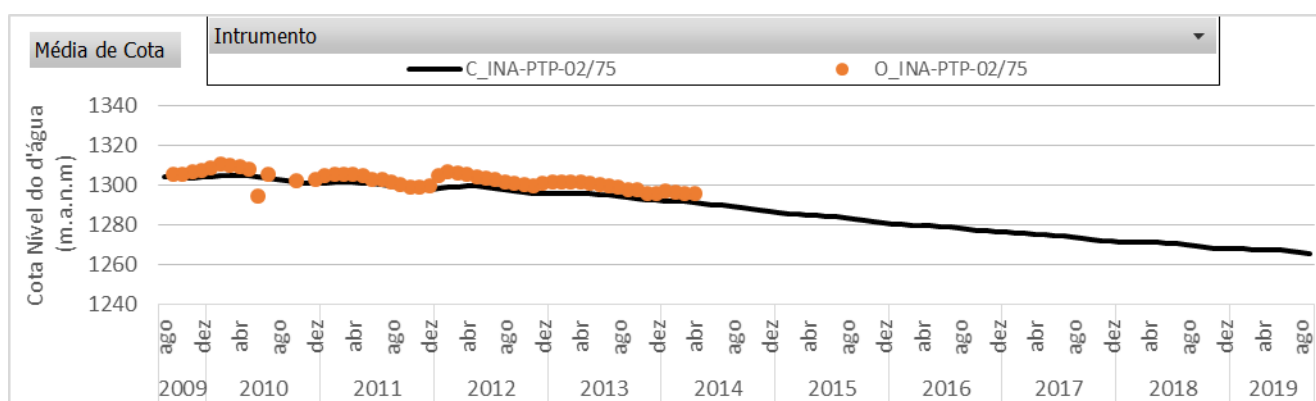


Figura 6.75—Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-PTP-02/75

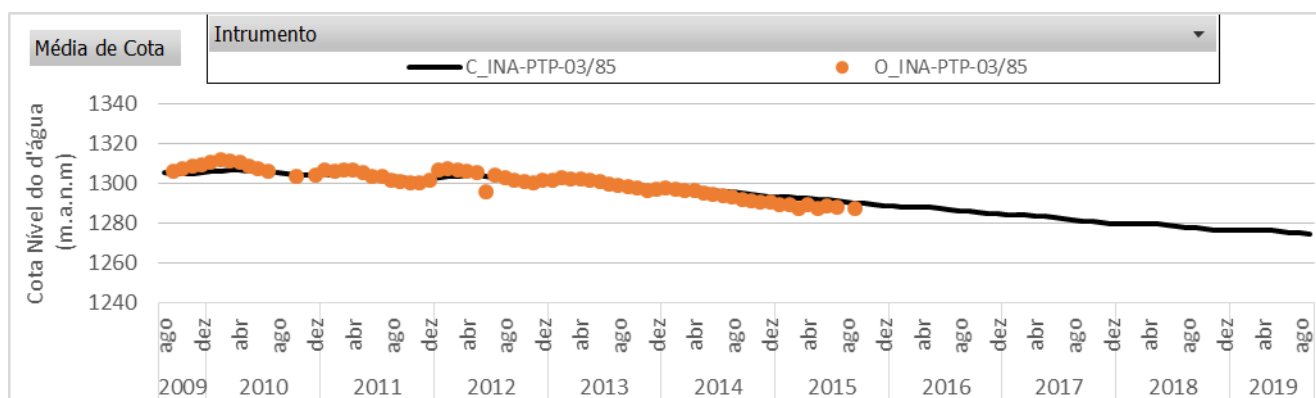



Figura 6.76—Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-PTP-03/85

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 112/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

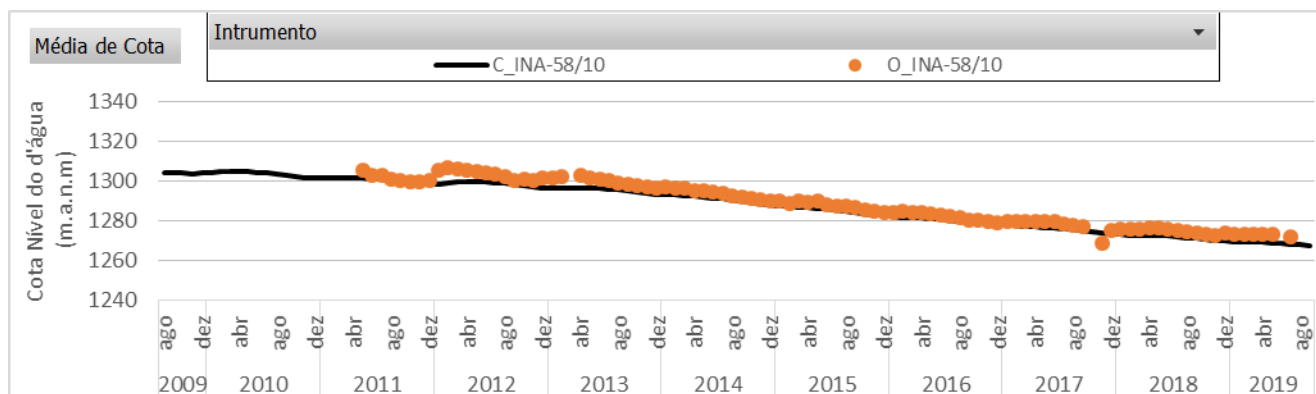


Figura 6.77 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-58/10

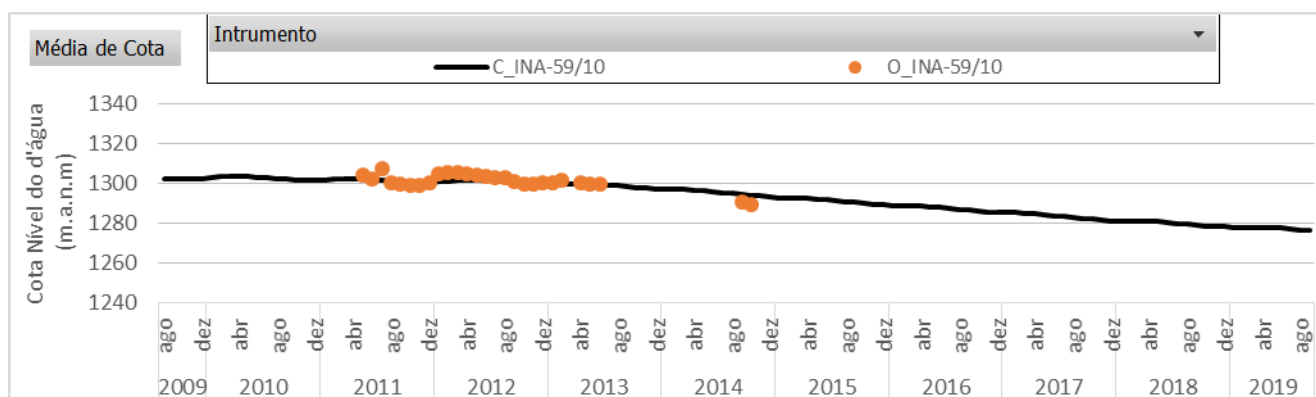


Figura 6.78 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-59/10

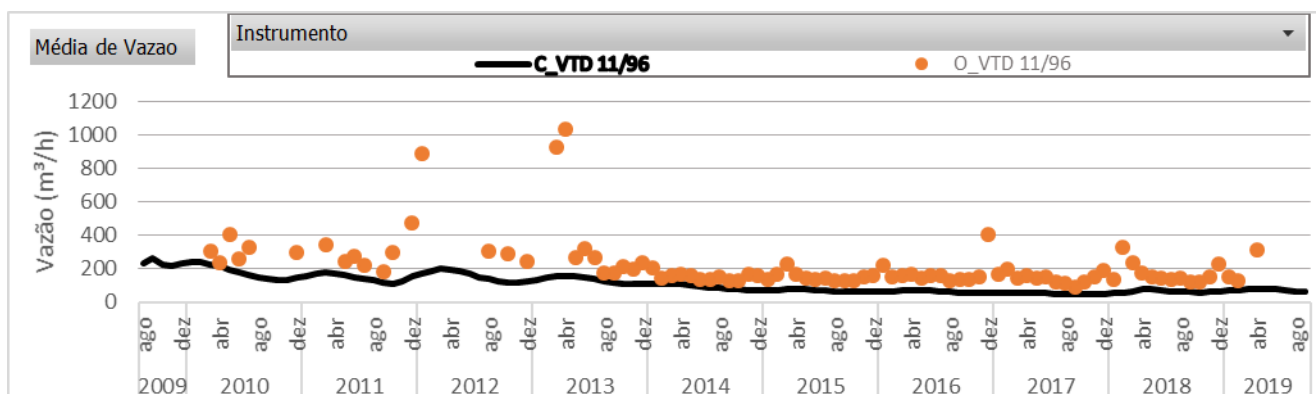



Figura 6.79 – Gráfico de vazão de base modelada (C_) vs. vazão total observada (O_) no vertedouro VTD 11/96

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 113/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

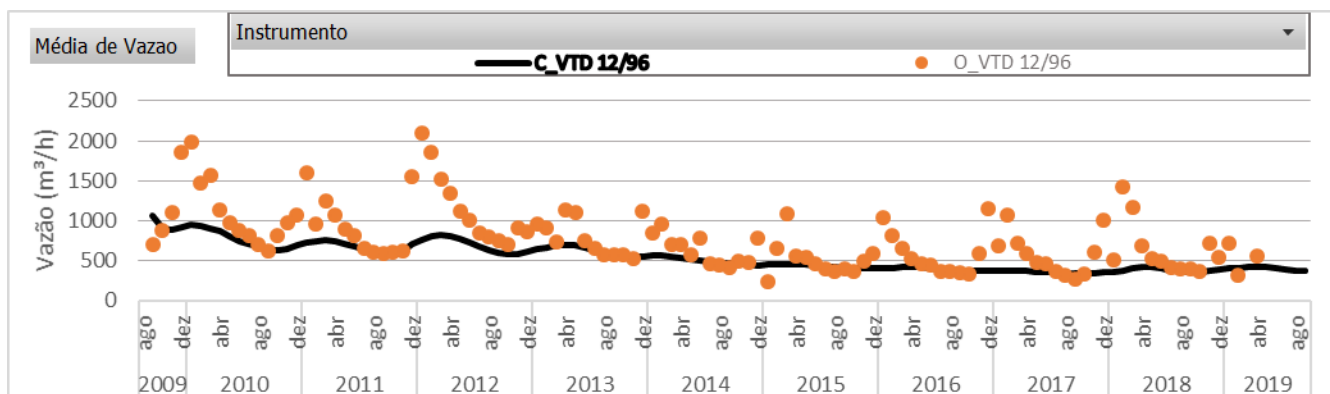


Figura 6.80 – Gráfico de vazão de base modelada (C_) vs. vazão total observada (O_) no vertedouro 12/96

De forma geral, observa-se que os dados de nível d'água modelados se encontram pertinentes com os valores observados em campo, bem como as vazões de base calculadas pelo modelo nos vertedouros VTD 12/96 e VTD 11/96. Desta forma, considera-se que este domínio também apresenta uma calibração satisfatória.

6.2.7 Grupo mina Capitão do Mato

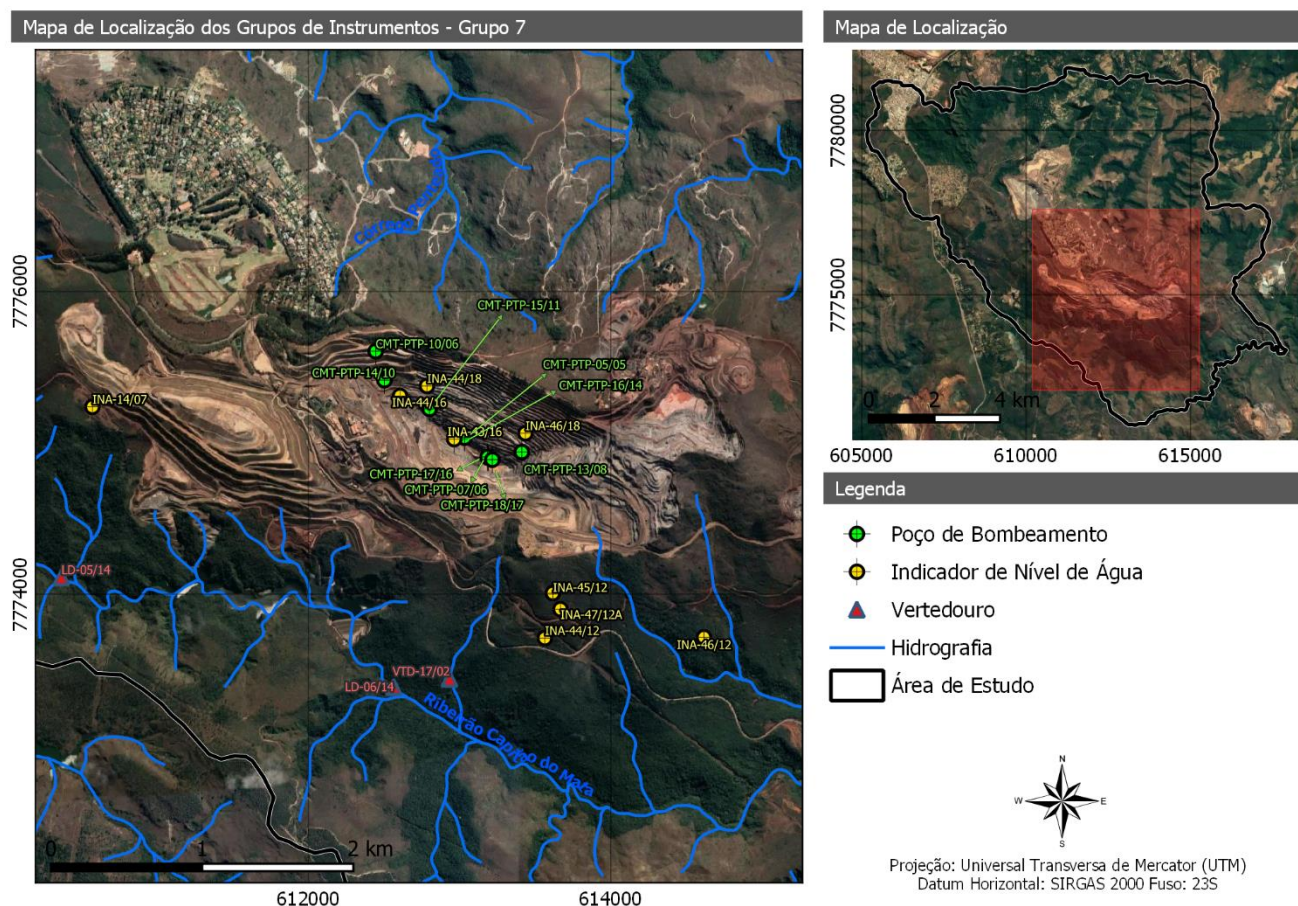



Figura 6.81 – Localização dos instrumentos de calibração na região da mina Capitão do Mato

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 114/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

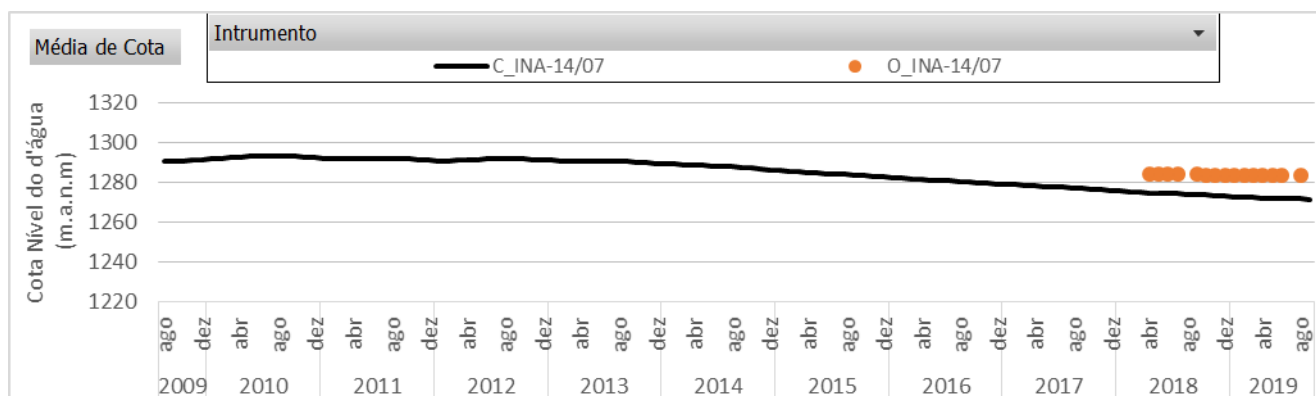


Figura 6.82 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-14/07

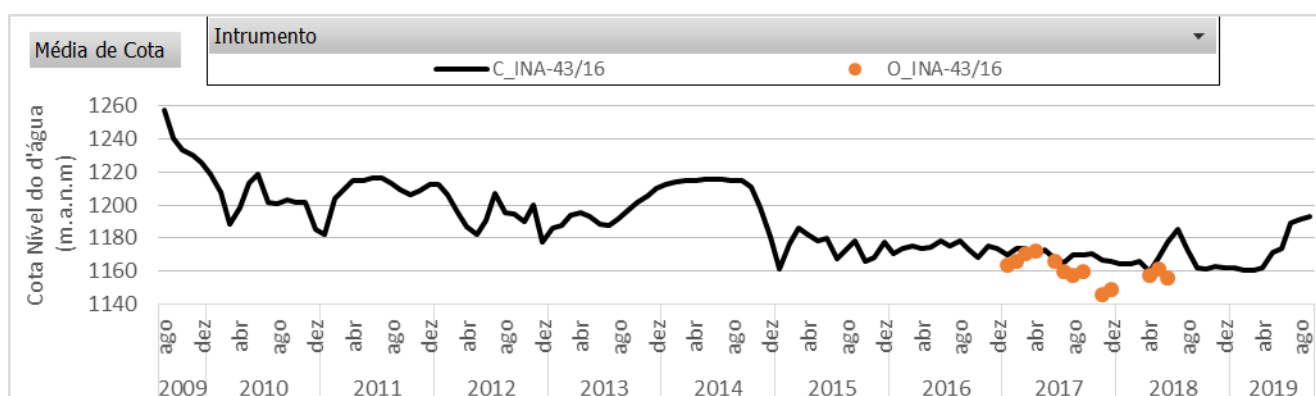


Figura 6.83 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-43/16

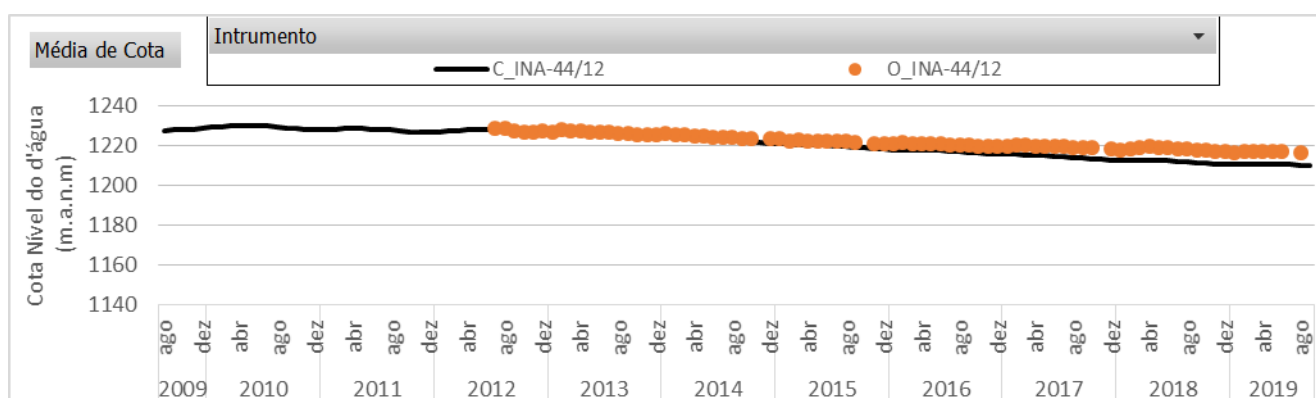



Figura 6.84 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-44/12

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 115/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

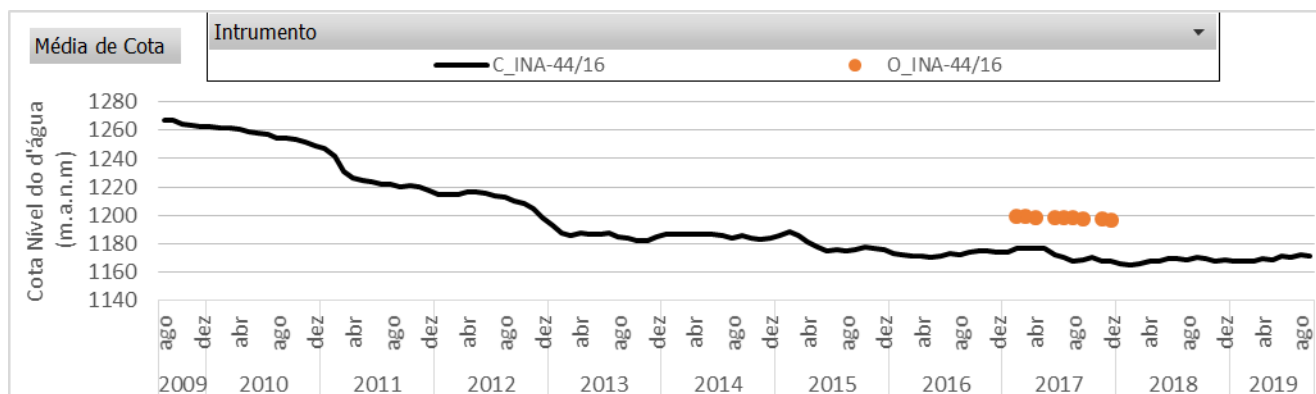


Figura 6.85 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-44/16

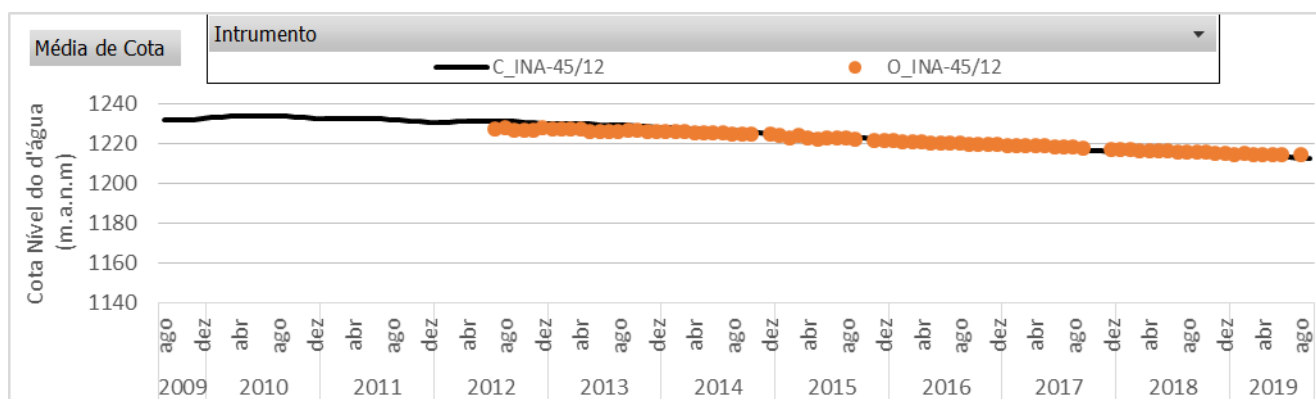


Figura 6.86 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-45/12

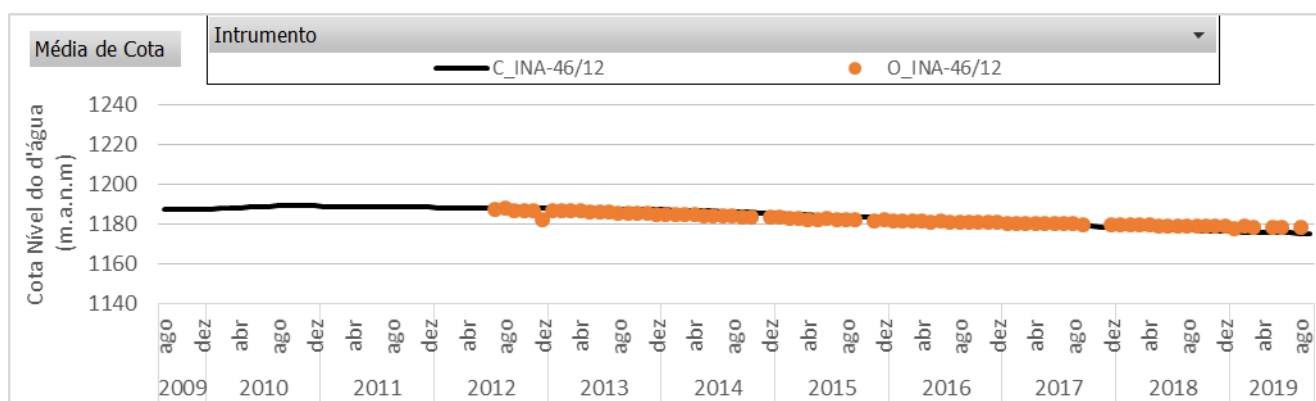




Figura 6.87 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-46/12

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 116/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

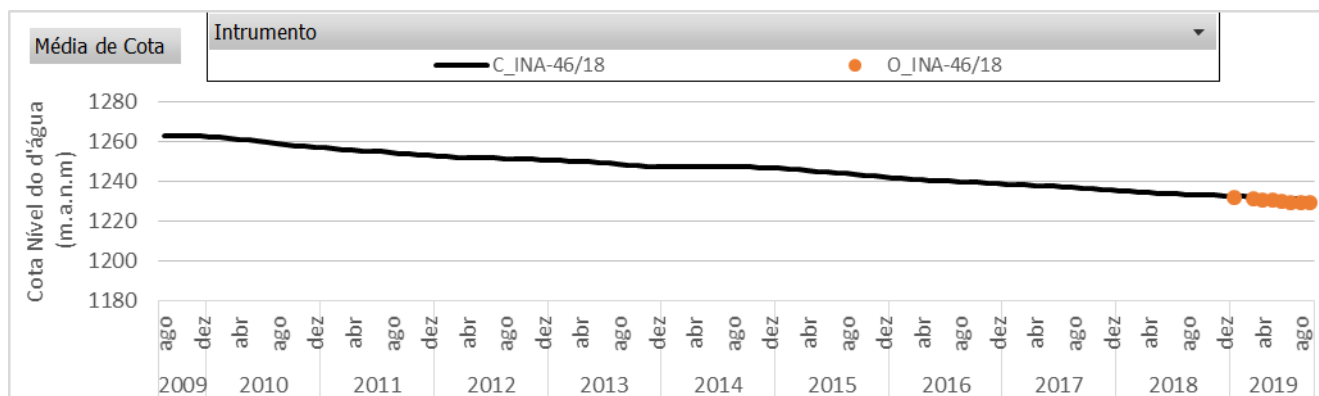


Figura 6.88 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-46/18

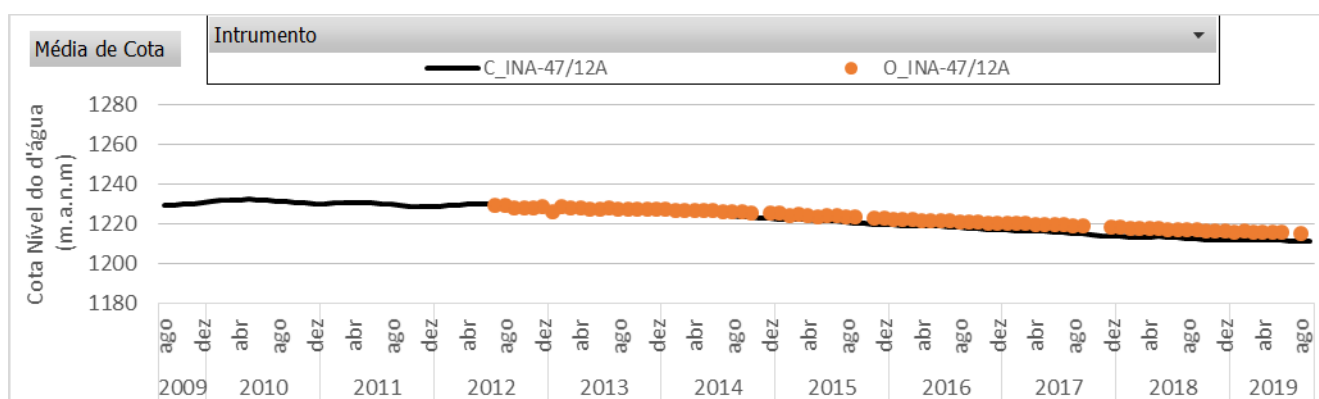


Figura 6.89 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-47/12^a

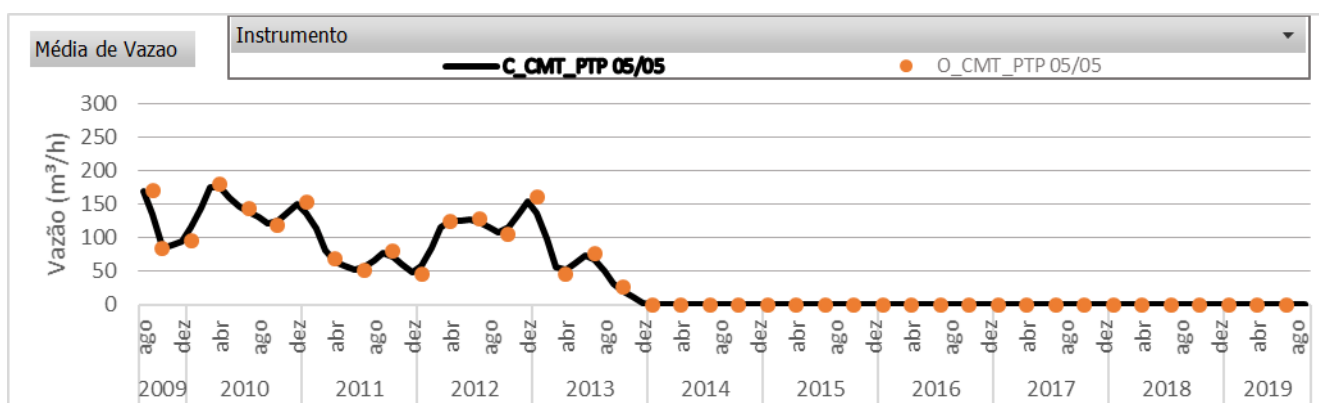


Figura 6.90 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 05/05

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 117/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

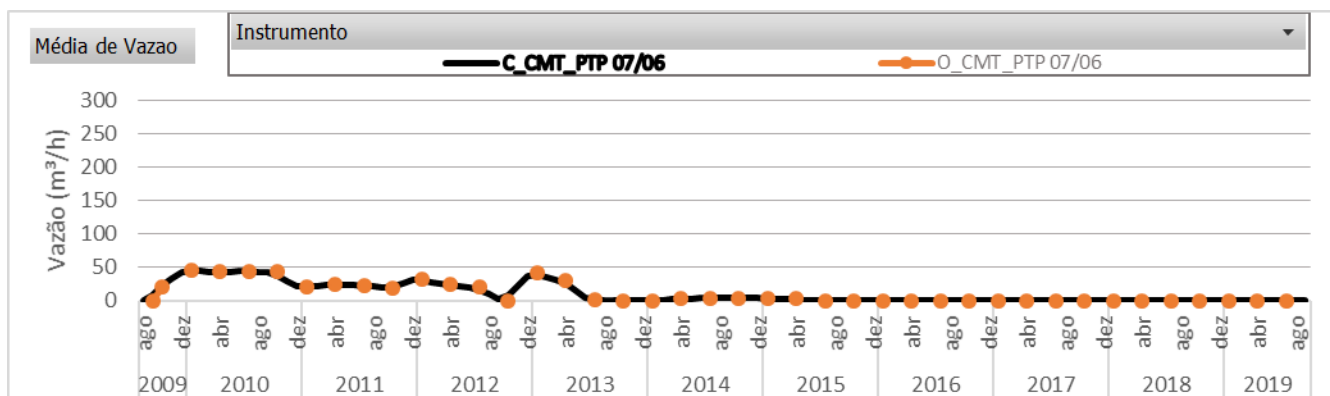


Figura 6.91 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 07/06

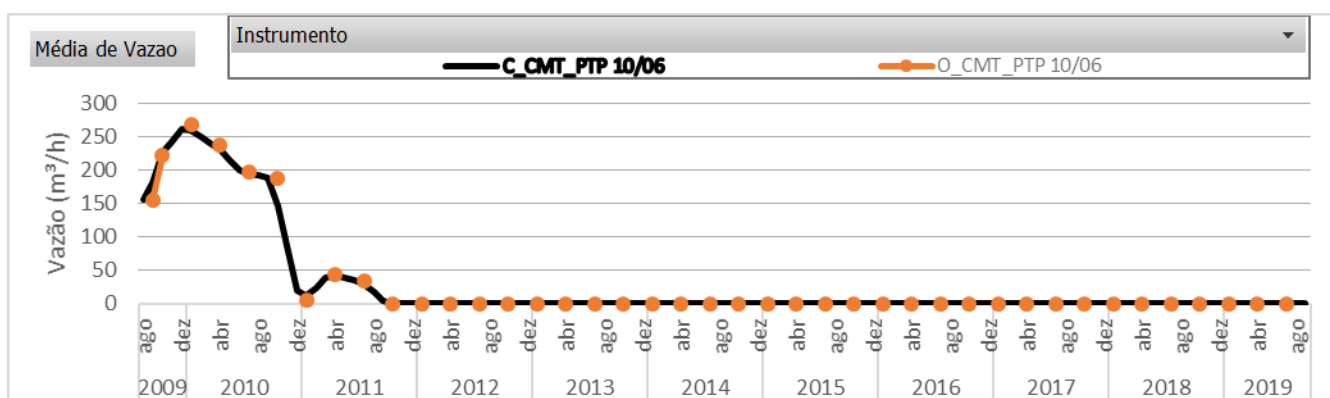


Figura 6.92 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 10/06

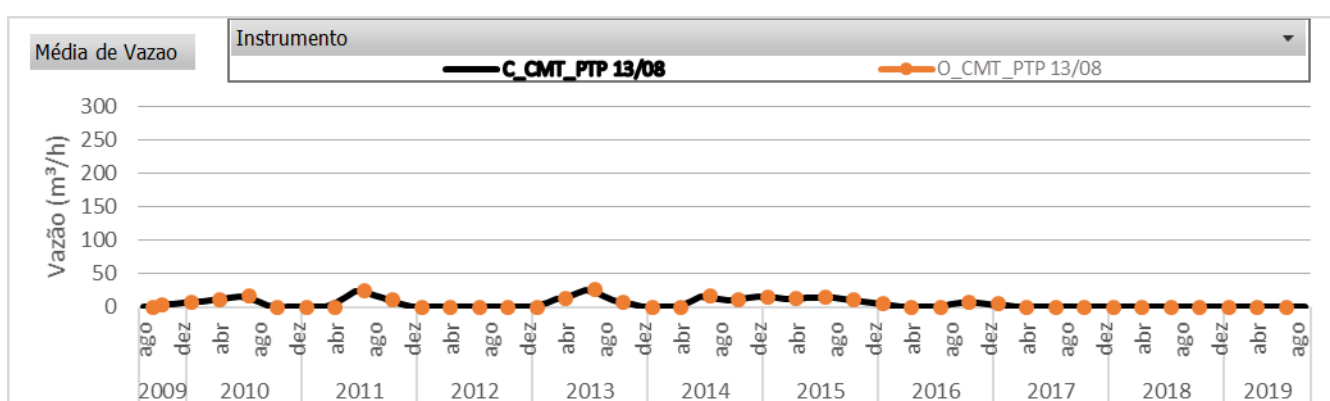




Figura 6.93 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 13/08

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 118/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

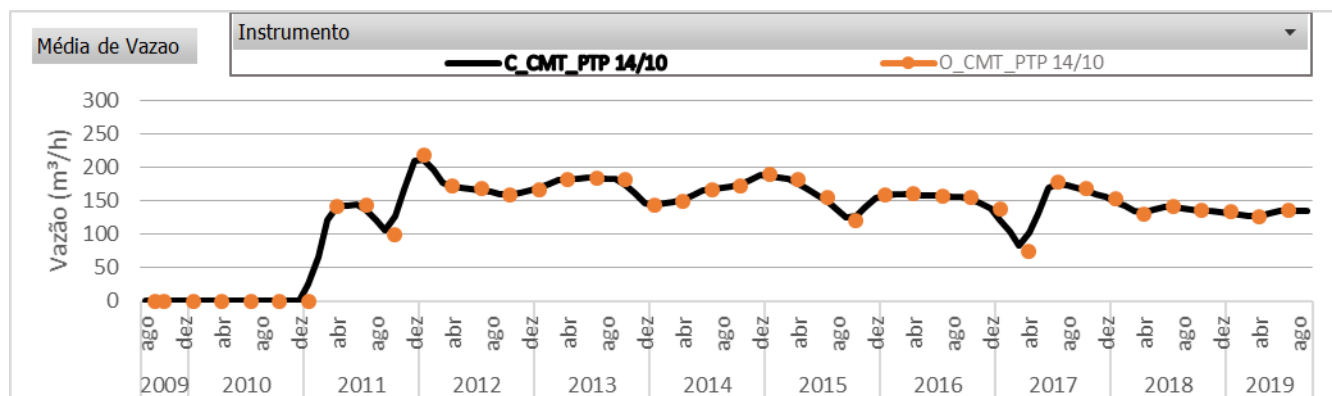


Figura 6.94 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 14/10

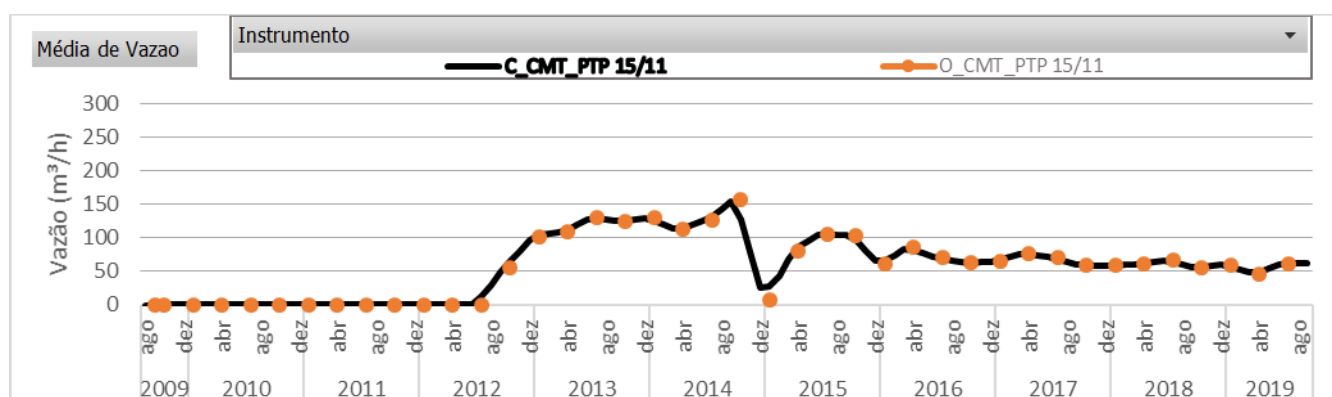


Figura 6.95 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 15/11

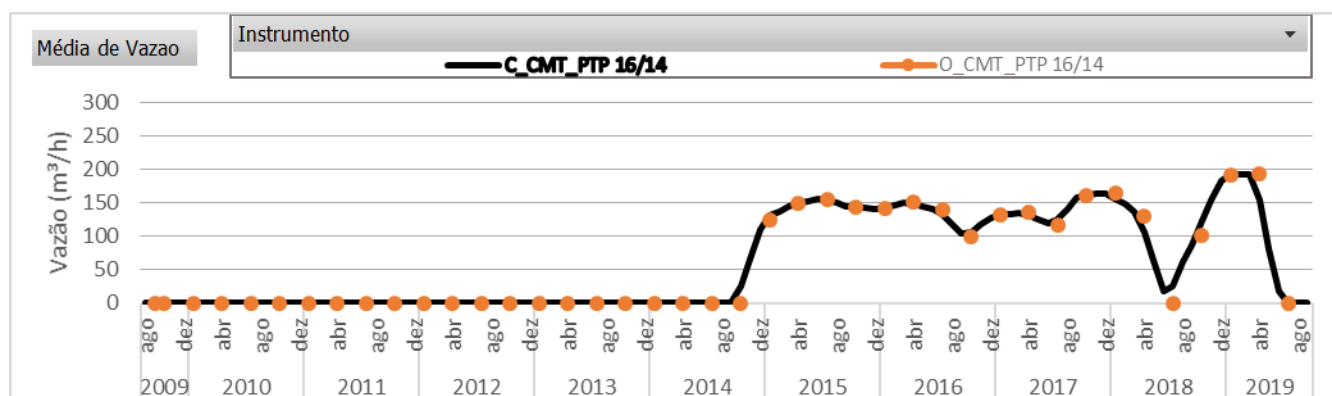




Figura 6.96 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 16/14

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 119/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

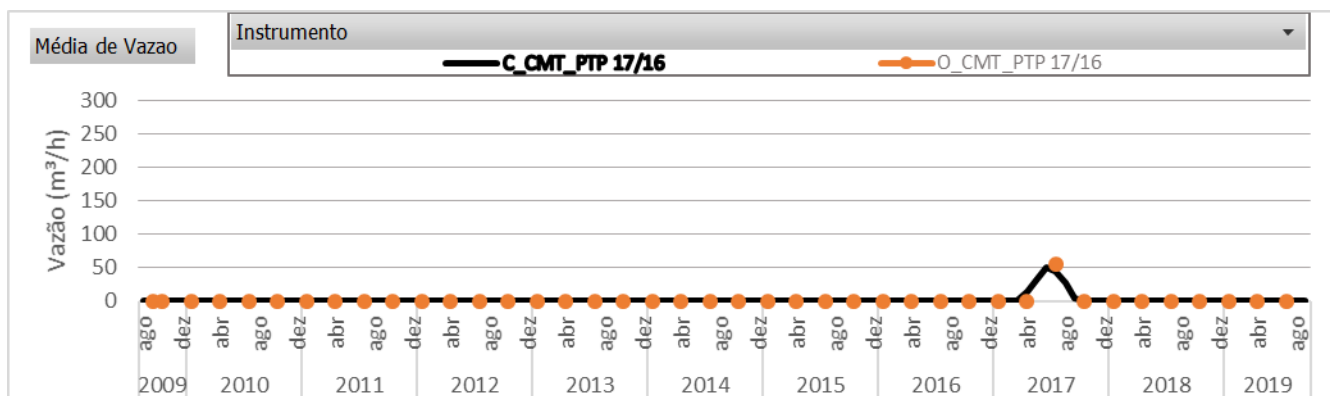


Figura 6.97 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 17/16

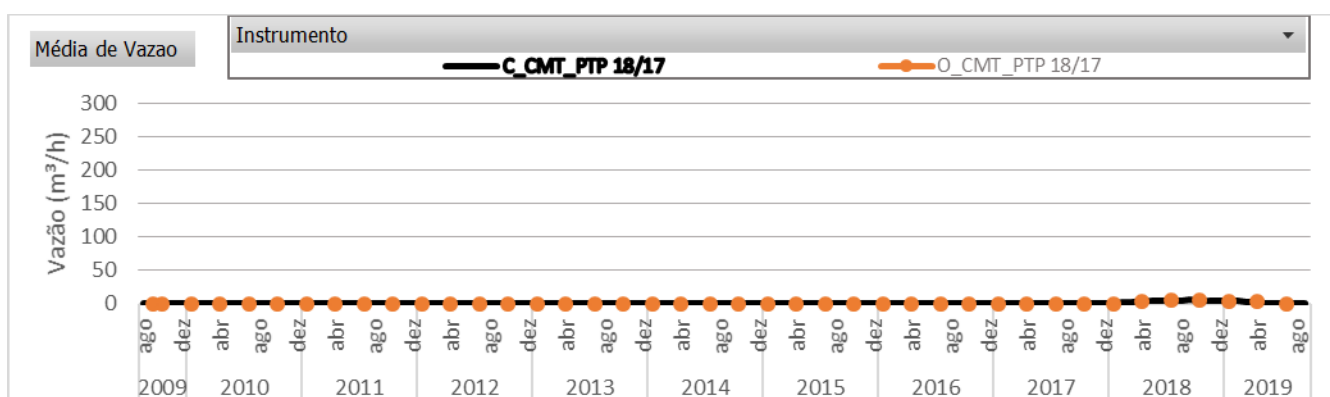


Figura 6.98 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 18/17

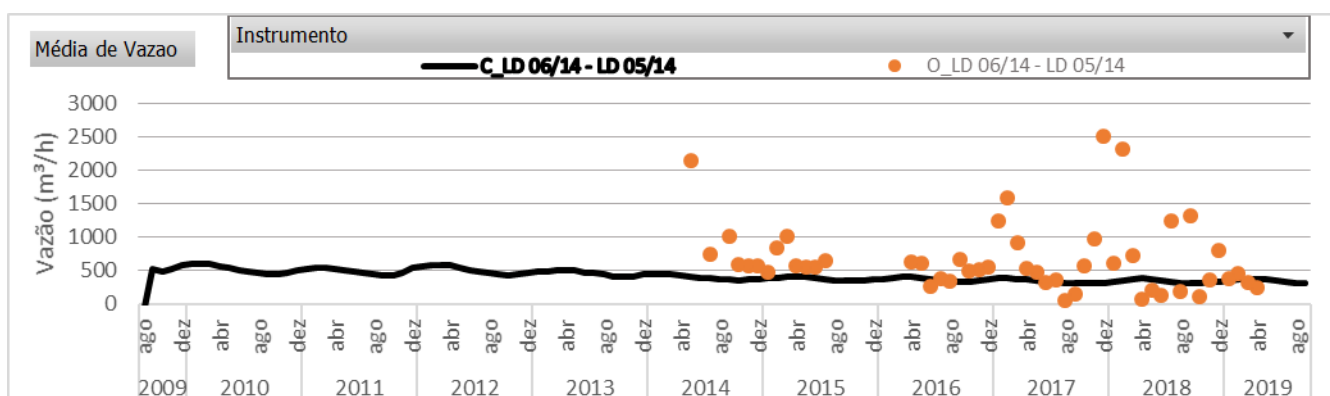



Figura 6.99 – Gráfico de vazão de base modelada (C_) vs. vazão total observada (O_) entre os pontos de medição LD 06/14 e LD 05/14.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 120/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

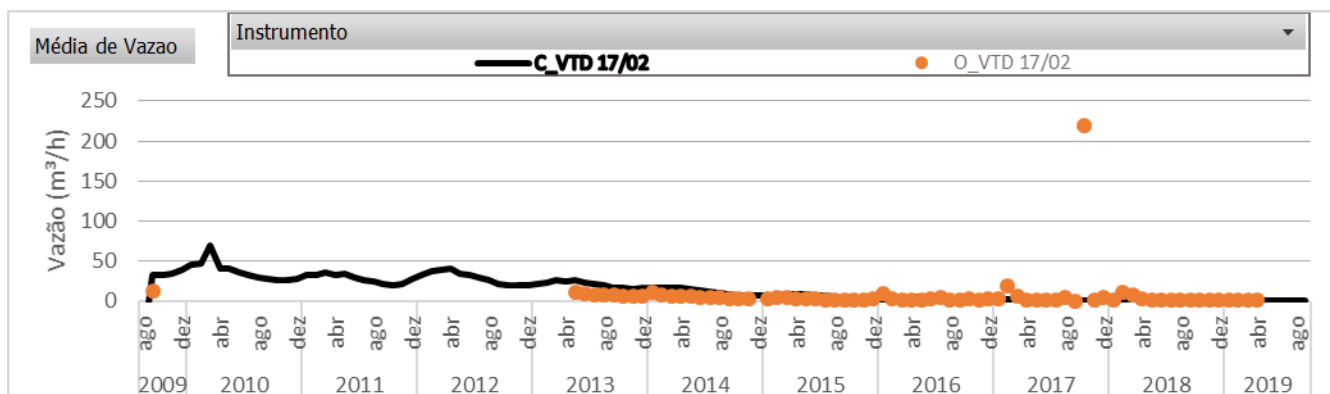


Figura 6.100 – Gráfico de vazão de base modelada (C_) vs. vazão total observada (O_) no vertedouro VTD 17/02

Os dados de nível d'água modelados apresentam o rebaixamento similar ao rebaixamento monitorado, assim como os poços de bombeamento apresentaram as vazões modeladas de forma adequada, reproduzindo bem as vazões médias monitoradas, bem como as vazões de base nos instrumentos de monitoramento de vazão.

6.2.8 Grupo talude norte mina Capitão do Mato

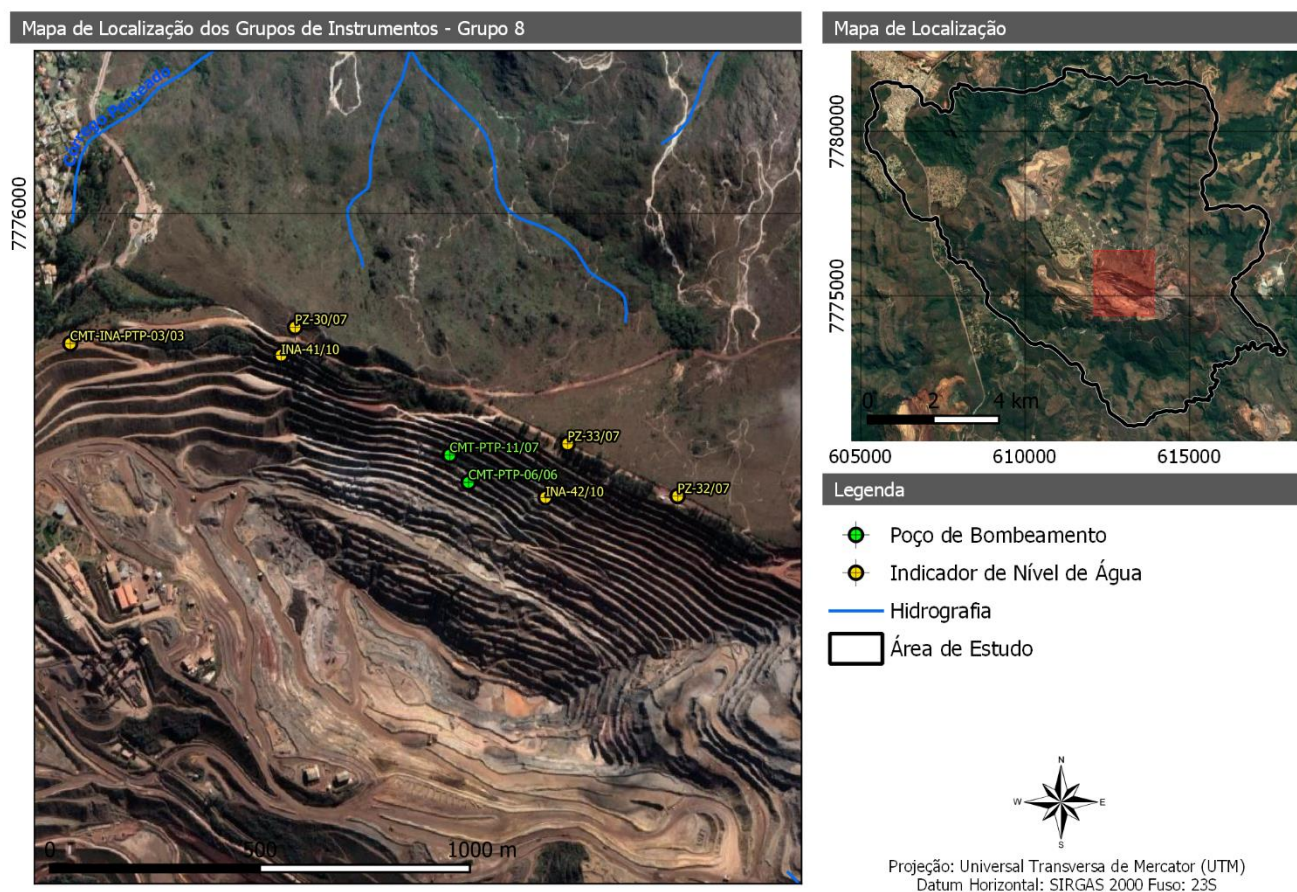



Figura 6.101 – Localização dos instrumentos de calibração na região do talude norte mina Capitão do Mato

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 121/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

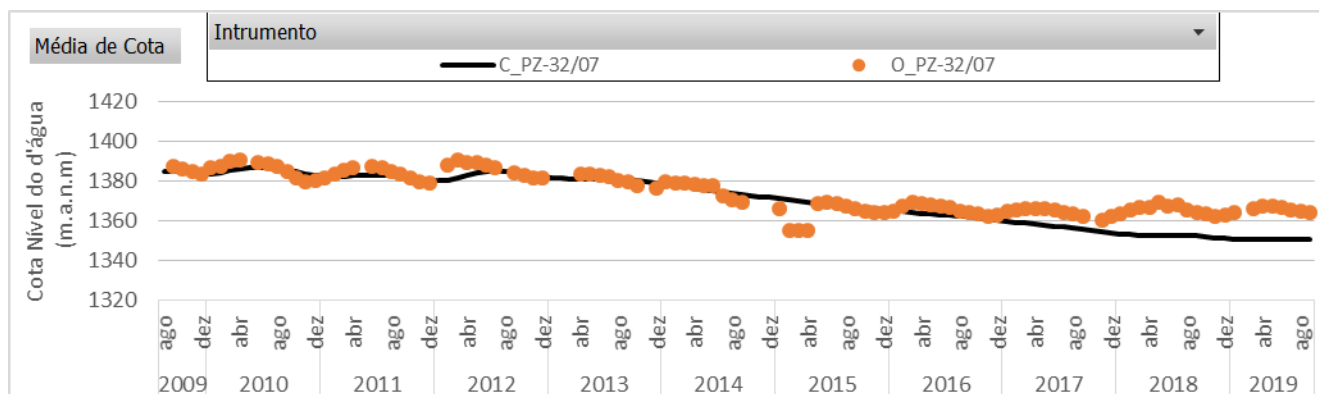


Figura 6.102 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento PZ-32/07

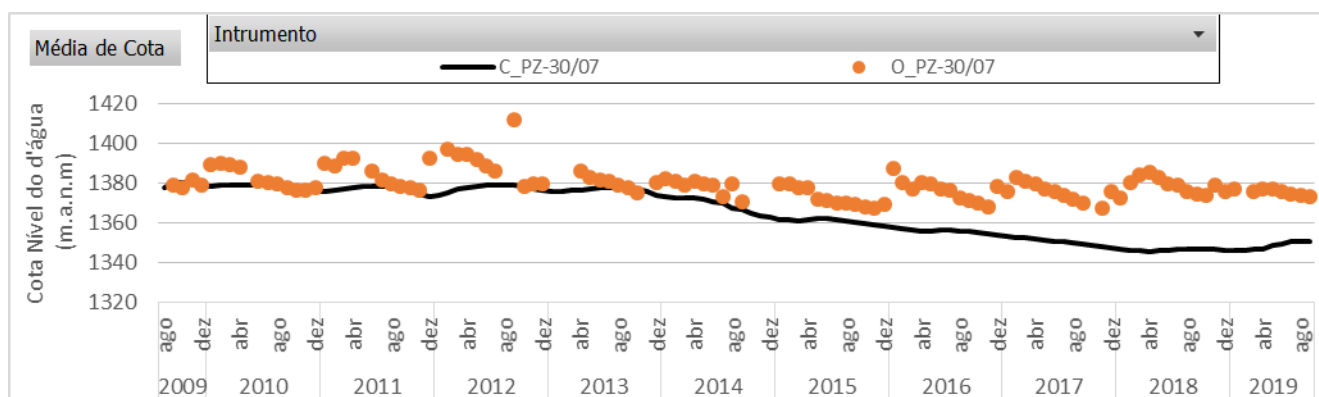


Figura 3.103 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento PZ-30/07

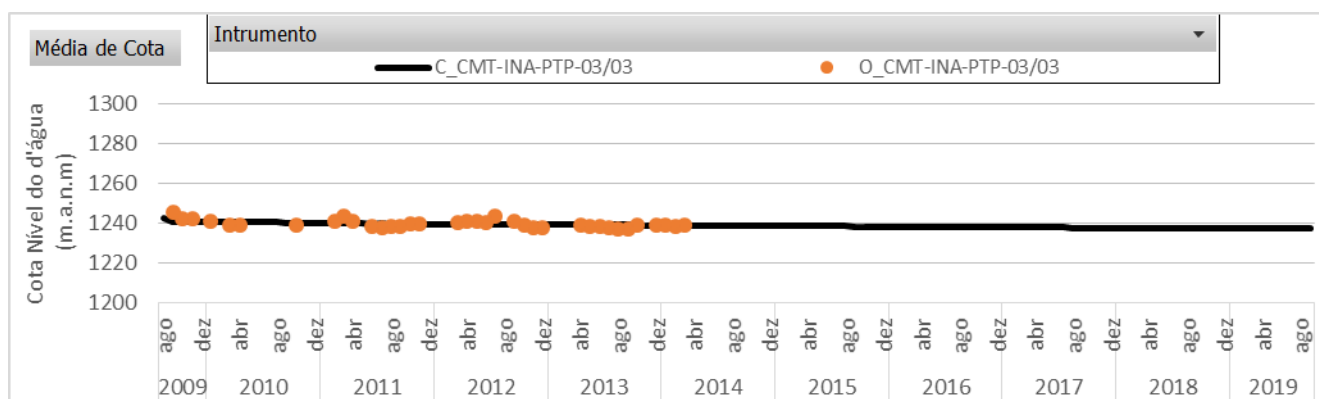




Figura 6.104 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-PTP-03/03

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 122/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

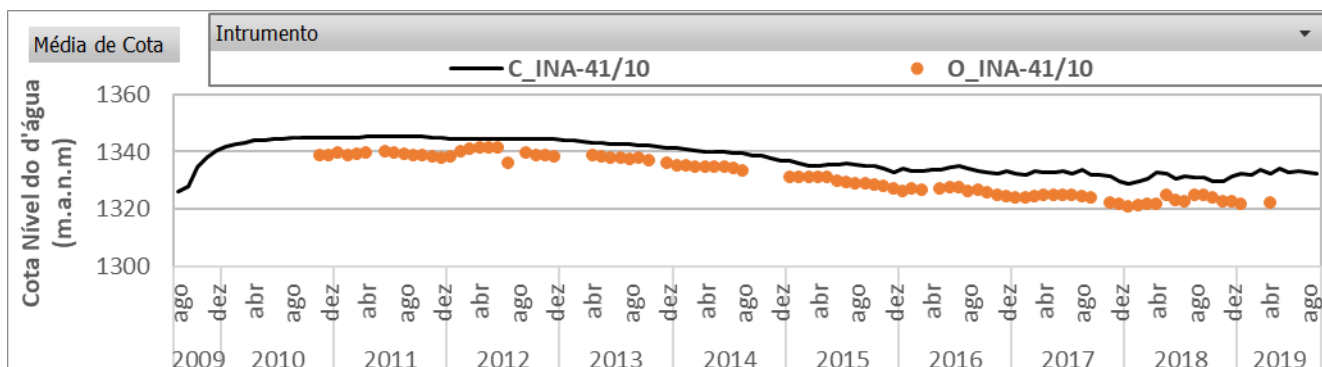


Figura 6.105– Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-41/10

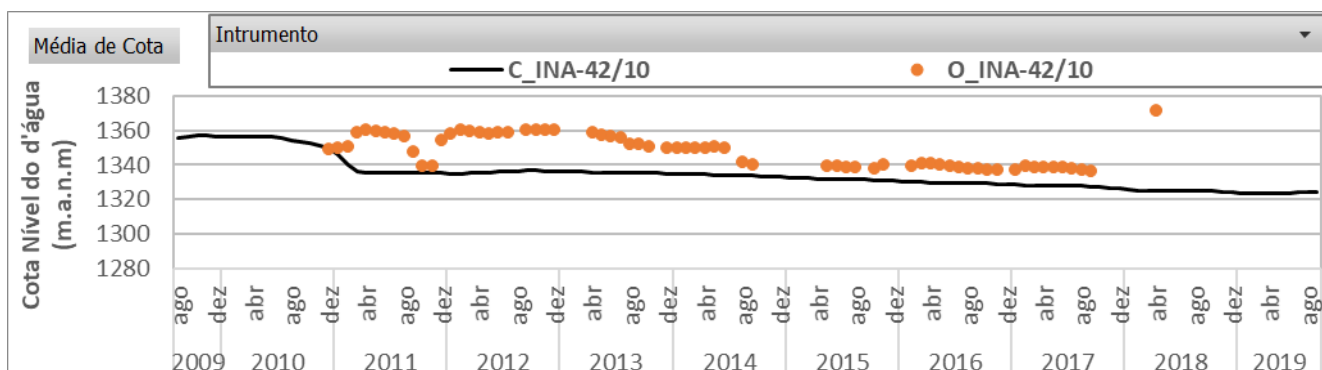


Figura 6.106 – Gráfico de nível d'água modelado (C_) vs. Observado (O_) do instrumento INA-42/10

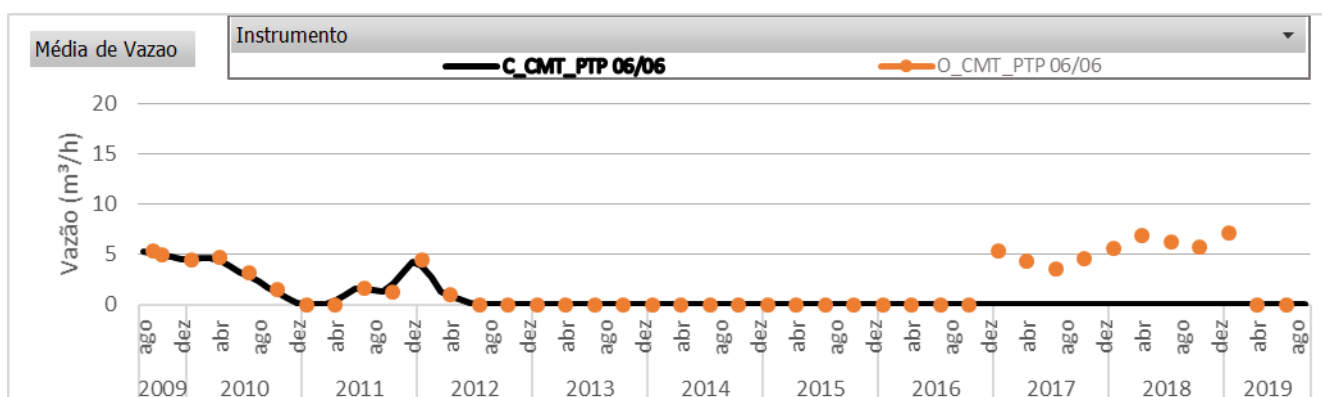




Figura 6.107 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 06/06

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 123/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

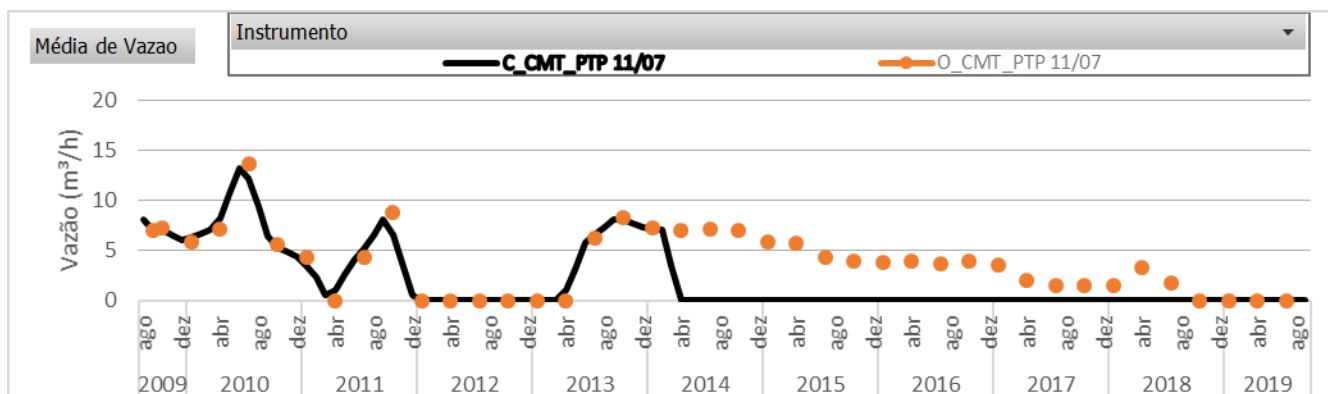




Figura 6.108 – Gráfico de bombeamento modelado (C_) vs. Observado (O_) do poço CMT-PTP 11/07



De forma geral, observa-se que os dados de nível d'água modelados se encontram pertinentes com os valores observados em campo. No entanto, há dois poços de rebaixamento, de baixa vazão, instalados sob a Fm. Batatal, nos quais não foi possível reproduzir suas respectivas vazões no modelo.

No Quadro 6.1 estão resumidos os resultados, limitações e incertezas obtidos para cada domínio, bem como o número de instrumentos utilizados para a calibração.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 124/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Quadro 6.1: Resumo dos resultados e limitações obtidos na calibração

Domínio	Instrumentos de calibração utilizados		Comentário
	Tipo	n	
Córrego Fechos margem esquerda	Poço	0	Calibração satisfatória. No entanto, ressalta-se que a forma de circulação das águas subterrâneas nesta bacia não é totalmente conhecida. No estágio atual do conhecimento geológico da bacia de Fechos não foram ainda mapeadas as zonas de fluxo preferenciais dentro do aquífero carbonático Gandarela associadas aos condutos cársticos, sendo assumida, portanto, uma recarga difusa no modelo, com taxas elevadas, distribuída sobre as coberturas da bacia. A presença de uma camada granular espessa associada a um perfil epicárstico desenvolvido na zona intemperizada da Formação Gandarela proporciona permeabilidades elevadas, bem como uma maior capacidade de infiltração e percolação da água.
	PZ e INA	6	
	Vertedor	1	
Córrego Fechos margem direita / norte mina Tamanduá	Poço	4	De forma geral, apresentou uma calibração satisfatória. No entanto, a partir do final de 2014 o rebaixamento observado é intensificado e não está refletido nos dados modelados. A diferença entre o rebaixamento observado e calculado pode estar associada a fatores ainda não identificados no modelo conceitual, como por exemplo distinta geometria das rochas impermeáveis, gerando setores mais segmentados, ou presença de falhas e fraturas, ou mesmo vazões de bombeamento de terceiros não identificados. Ressalta-se também que, assim como os níveis d'água subterânea, os dados de monitoramento de vazão entre os instrumentos V2 – V1 indicaram uma redução. Apesar do modelo apresentar uma redução, esta não é suficiente para representar os dados observados. Uma maior redução pode estar associada ao impacto do rebaixamento da mina de Mar Azul, não quantificado neste estudo.
	PZ e INA	9	
	Vertedor	1	
Nordeste da mina Tamanduá	Poço	2	Calibração satisfatória. Há uma restrição quanto ao vertedouro VTD 66/03, cuja vazão monitora o dreno de funda da pilha Tamanduá, apresenta uma vazão modelada muito superior aos dados observados. Esse fato pode ser justificado pela ausência da representação da geometria e materiais da pilha no modelo, bem como seus drenos de fundo. Neste caso, o modelo representa o talvegue em estado natural.
	PZ e INA	4	
	Vertedor	1	
Mina Tamanduá Central	Poço	8	Calibração satisfatória. Ressalta-se que para o ajuste adequado dos níveis nos instrumentos localizados no fundo da cava foi necessária a implementação de um sump, cuja vazão foi calculada pelo modelo (entre 100 a 300 m³/h). Conforme informações fornecidas pela Vale, o sump da cava TAM é bombeado durante todo ano, sendo no período seco realizado o bombeamento da água drenada por DHP na região dos quartzitos, bem como da água que jorra nas imediações do PTP 36.
	PZ e INA	6	
	Vertedor	0	
Mina Tamanduá Sul	Poço	11	Este setor apresenta um nível modelado mais baixo que o observado, entre 10 e 30 metros. Estes resultados podem estar associados às incertezas e limitações do modelo geológico, que apresenta grande complexidade em relação as rochas intrusivas, uma vez que as região vizinhas não apresentaram discrepâncias nos níveis.
	PZ e INA	8	
	Vertedor	0	
Morro do Chapéu	Poço	0	Calibração satisfatória.
	PZ e INA	6	
	Vertedor	2	
Mina Capitão do Mato	Poço	9	Calibração satisfatória.
	PZ e INA	8	
	Vertedor	1	
Talude norte mina Capitão do Mato	Poço	2	Calibração dos níveis de água satisfatória. No entanto, há dois poços de rebaixamento, de baixa vazão, instalados sob a Fm. Batatal, nos quais não foi possível reproduzir suas respectivas vazões no modelo.
	PZ e INA	5	
	Vertedor	0	

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 125/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

7.0 SIMULAÇÕES DE DESAGUAMENTO FUTURO

Uma vez calibrado, o modelo computacional apresenta as condições adequadas para a representação do comportamento hidrogeológico local, estando apto para a realização de simulações, de acordo com as necessidades do projeto, e com condições de fornecer resultados próximos da realidade.

As simulações de rebaixamento do nível d'água no domínio do Complexo Vargem Grande foram realizadas em três etapas distintas, a saber:

- Simulações para os anos de 1 a 5, em regime transiente;
- Simulações para o ano 10, em regime permanente - cava final TAM;
- Simulações para o ano 43, em regime permanente – cava final CMT;

Como um dos principais objetivos do modelo é a previsão de impactos futuros decorrentes da ampliação das minas de Tamanduá e Capitão do Mato, optou-se por realizar as simulações dos anos 10 e 43 no regime permanente, de modo a obter uma previsão dos impactos máximos do rebaixamento. Por outro lado, nos anos iniciais de ampliação das minas (anos 1 a 5), cenário de curto prazo, optou-se por uma simulação transiente, observando-se ano a ano as mudanças paulatinas na dinâmica hídrica.

Para se verificar as necessidades de ampliação do rebaixamento atual das minas, ajustou-se a configuração da cava através da seleção de nós e da aplicação de carga constante com restrição de fluxo ($Q < 0$) nas cotas de fundo de cava para os períodos em questão. Ressalta-se que a condição numérica de restrição de fluxo permite que a carga constante em um determinado nó ocorra somente quando a cota do nível d'água do aquífero for superior à cota daquele nó, funcionando assim como um dreno, removendo a água do aquífero e permitindo mensurar o volume necessário de bombeamento.

As Figuras 7.1 a 7.3 mostram o planejamento das lavras TAM e CMT ao longo dos anos. De acordo com os dados fornecidos, a cava atual TAM apresenta seu *pit* aproximadamente na cota 1.030 m.a.n.m. e permanecerá nesta cota durante toda sua expansão, alargando-se lateralmente, como apresentado na Figura 7.1. Já na cava CMT, que atualmente apresenta seu pit na cota 1.130 m.a.n.m, observa-se que até o ano 5 não haverá aprofundamento, apenas a sua expansão lateral, conforme a Figura 7.2. Para o plano de lavra final nessa cava, Ano 43, observa-se o aprofundamento da lavra para cotas inferiores, atingindo-se níveis inferiores à cota 1.050 m.a.n.m (Figura 7.3).

A seguir estão descritas as premissas adotadas para cada uma das etapas simuladas e os respectivos resultados das estimativas de vazão de desaguamento.

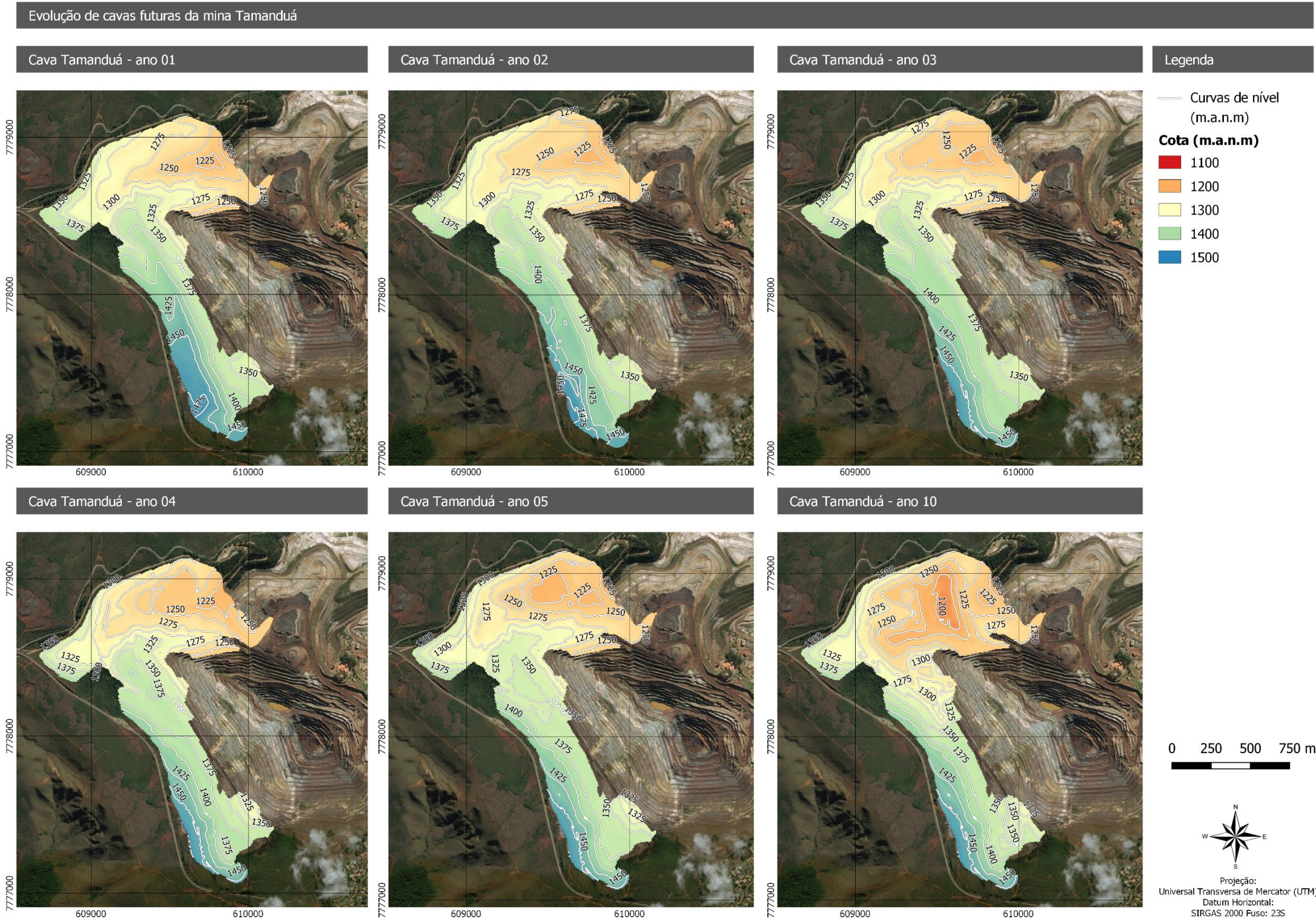


Figura 7.1 – Evolução topográfica da mina Tamandúá. Fonte Vale, 2019a

Evolução de cavas futuras da mina Capitão do Mato (entre os anos 1 e 5)

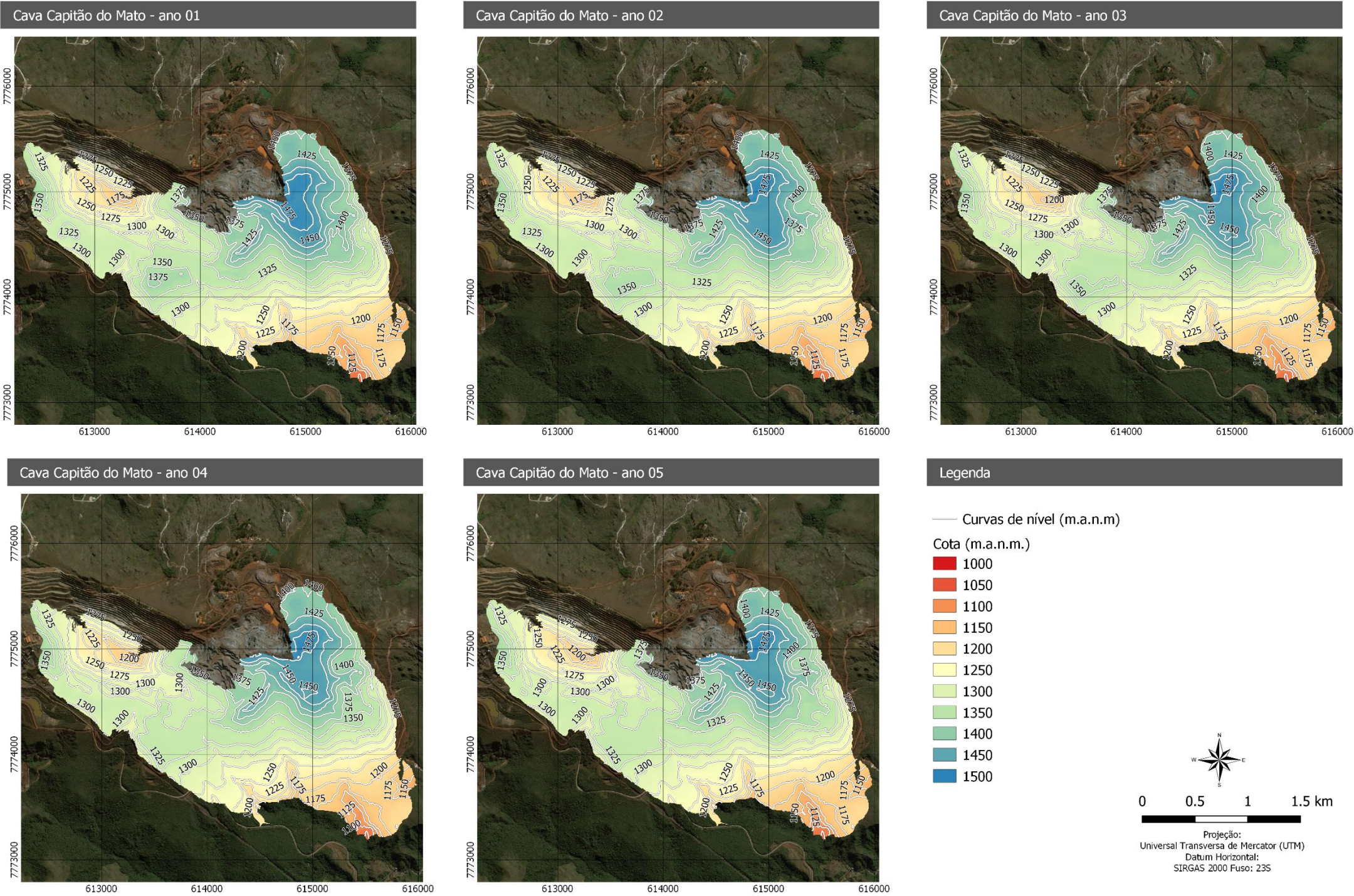
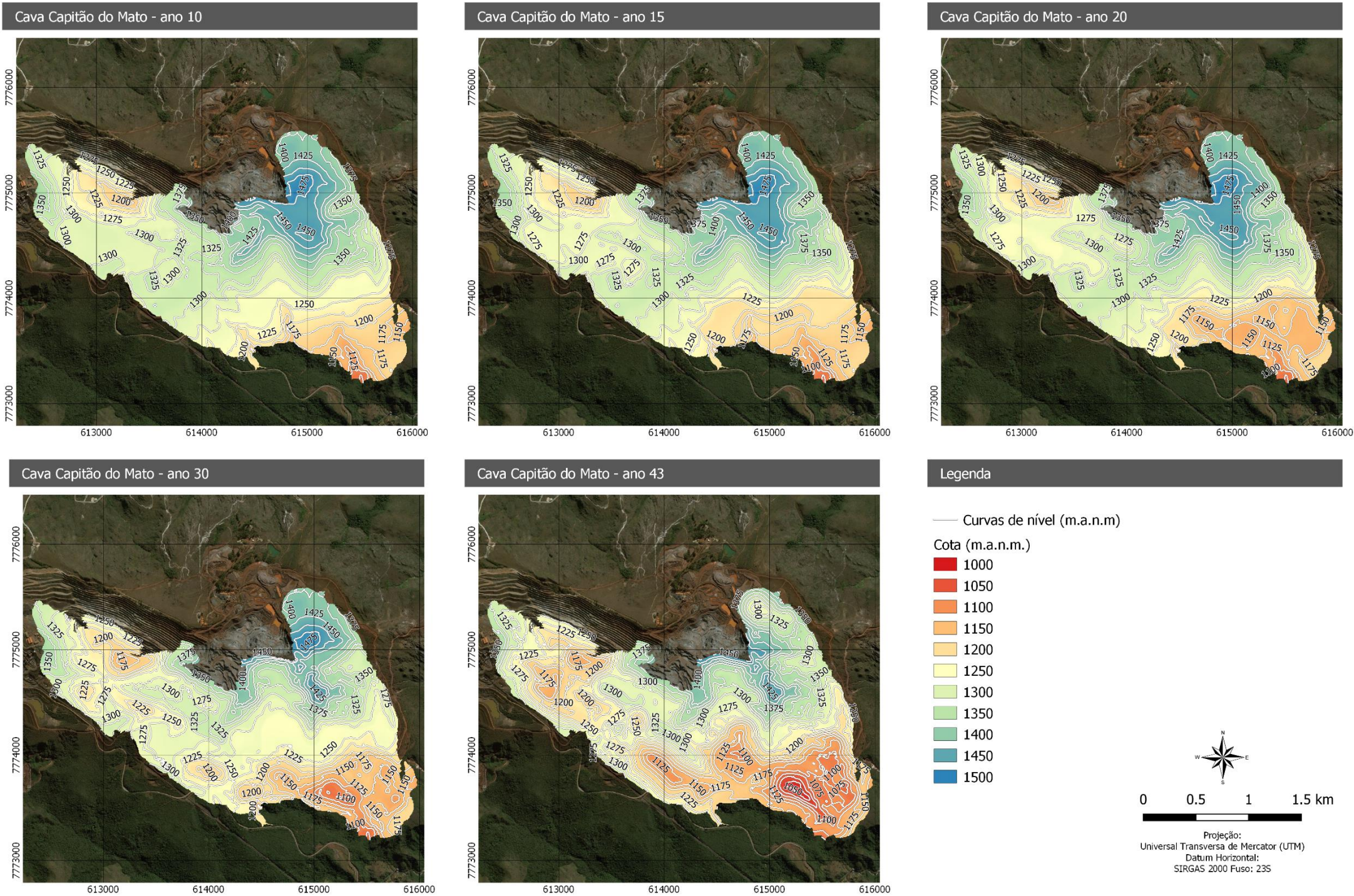



Figura 7.2 – Evolução topográfica da mina Capitão do Mato nos anos 01, 02, 03, 04 e 05 . Fonte Vale, 2019b

Evolução de cavas futuras da mina Capitão do Mato (entre os anos 10 e 43)



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 129/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

7.1 SIMULAÇÃO PARA OS ANOS DE 1 A 5

Para se avaliar a necessidade de expansão do sistema de rebaixamento ao longo do tempo, conforme o sequenciamento das cavas para os anos 01, 02, 03 e 05, foi realizada a simulação em regime transiente. Desta forma, os valores de condutividade e armazenamento calibrados foram mantidos durante as simulações.

A simulação foi realizada por um período de 1.826 dias mantendo-se as taxas de recarga constantes, obtidas durante o período inicial da calibração, em relação à precipitação de 1.691 mm/ano, média anual do monitoramento dos últimos 10 anos na Estação Tamanduá.

As vazões de desaguamento associadas à evolução dos planos de lavra para os anos 01 a 05 são apresentadas na Tabela 7.1, para as cavas TAM e CMT, respectivamente. Adicionalmente também foi calculada, a partir das áreas de contribuição, a estimativa dos volumes de água de chuva que convergirão para o fundo das cavas e deverão ser bombeados no *sump*.

Observa-se que, ao longo do tempo, quase não há um acréscimo nas vazões subterrâneas. Essa situação é esperada, uma vez que a expansão das cavas durante o período simulado se dá lateralmente, como já mencionado anteriormente, não existindo aprofundamento do fundo de lavra, abaixo da cota do nível d'água mantido pelas condições atuais de rebaixamento.

Desta forma, as águas subterrâneas bombeadas são equivalentes às vazões da recarga nas áreas de contribuições das cavas, sendo os volumes subterrâneos bombeados, apenas aqueles necessários para manter o nível d'água próximo à situação encontrada atualmente, sem que seja necessária a expansão do rebaixamento (Figura 7.4). Ressalta-se que para a simulação foi considerada uma estabilização do nível d'água a 10 metros abaixo do fundo da cava. No entanto, na situação atual (2019), a profundidade do nível d'água já é superior a 10 metros, estando mais profundo que os níveis futuros simulados.

Tabela 7.1 – Evolução das vazões médias de desaguamento das minas Tamanduá e Capitão do Mato

Ano	Vazões média de desaguamento (m³/h)			
	TAM		CMT	
	Subterrânea	Chuva	Subterrânea	Chuva
Ano 01	287,0	334,3	197,4	317,9
Ano 02	290,4		200,7	
Ano 03	291,0		198,4	
Ano 04	291,9		198,0	
Ano 05	293,6		198,7	

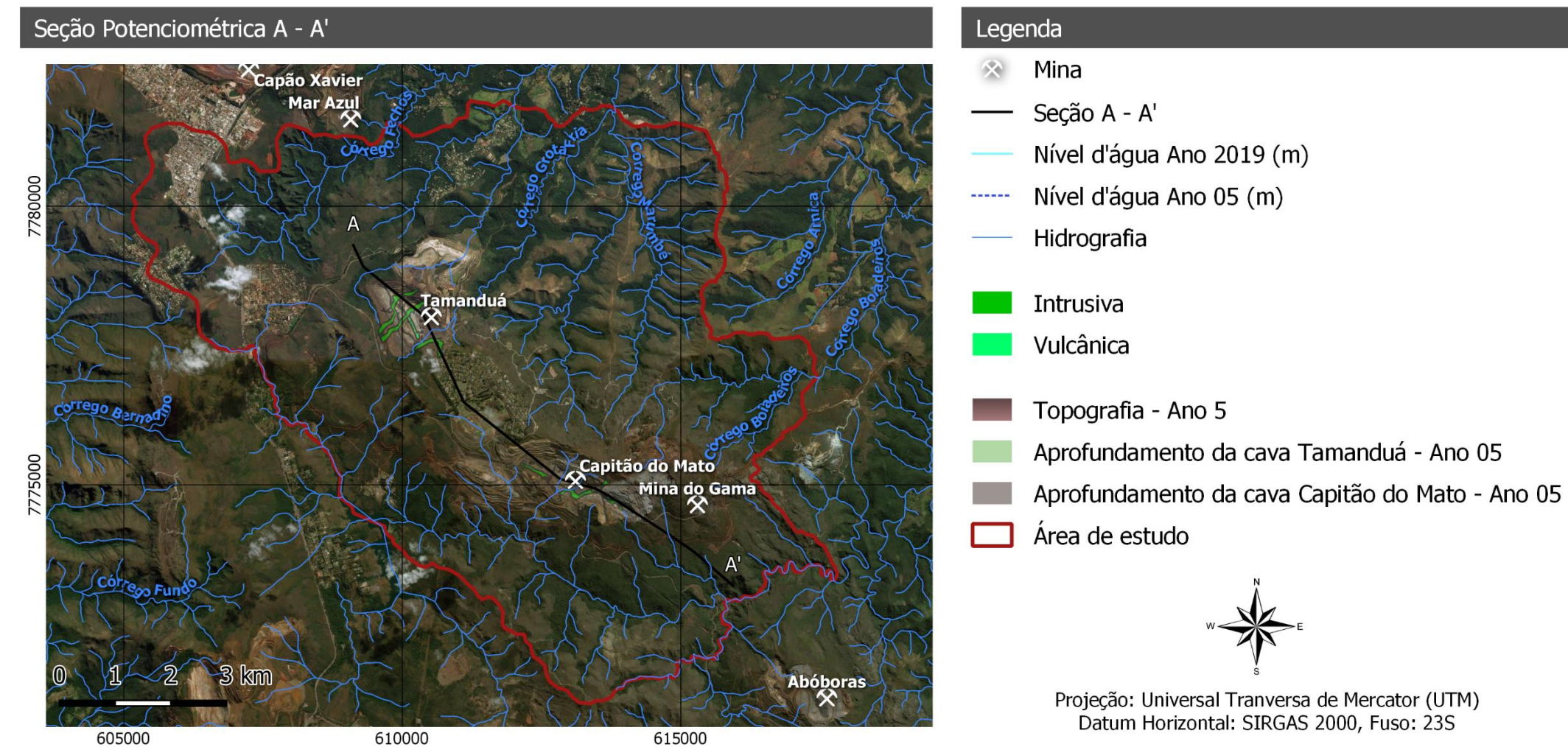
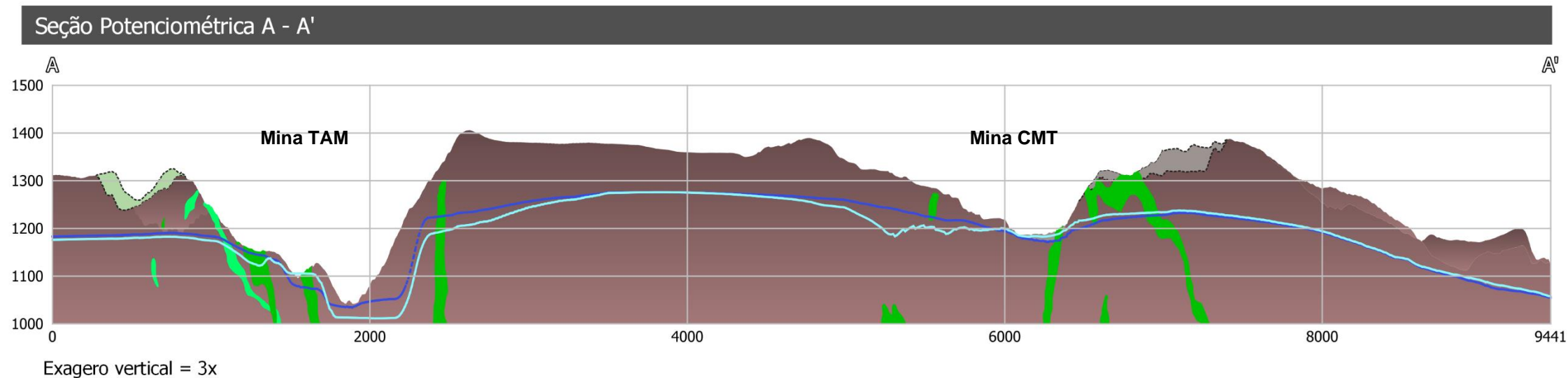



Figura 7.4: Seção vertical com a projeção dos níveis d'água para 2019 e Ano 05 de expansão

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 131/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

7.2 SIMULAÇÕES PARA O ANO 10 e ANO 43

As simulações para os anos 10 e 43, situações equivalentes à cava final de Tamanduá e à cava final de Capitão do Mato, respectivamente, foram realizadas em regime permanente. É importante salientar que para o Ano 43, considerou-se a continuidade do rebaixamento da cava de Tamanduá em sua configuração final, que será atingida no Ano 10, caracterizando-se o cenário mais conservador.


Em simulações realizadas em regime permanente, a vazão de desaguamento é equivalente à vazão mínima necessária para manter a cava na cota desejada, após o rebaixamento, conforme o plano de lavra. Neste regime não são contabilizados os volumes de água armazenados na rocha, apenas os volumes de recarga em toda área de contribuição de fluxo subterrâneo para a cava. Ademais, ressalta-se que a vazão de desaguamento calculada neste modelo, de cunho ambiental, é uma vazão otimizada, na qual não se leva em consideração as necessidades operacionais de locação dos poços, apenas a configuração das cavas.

Por outro lado, em regime permanente, do ponto de vista de impacto ambiental, os resultados apresentam uma situação de máximo impacto, com o máximo cone de rebaixamento já estabilizado. Desta forma, o principal objetivo das simulações em regime permanente é a avaliação dos impactos e não a estimativa de vazão de desaguamento.

Na Tabela 7.2 são apresentadas as vazões de desaguamento para a manutenção do nível d'água nas cavas TAM e CMT para os anos 10 e 43. Na Figura 7.5 é apresentada a seção vertical com o nível piezométrico para os anos 10 e 43. Na Figura 7.6 é apresentada a potenciometria para o Ano 43.

Tabela 7.2 – Vazão mínima de desaguamento da mina TAM e CMT para o Ano 10 e Ano 43

Cava	Vazão (m³/h)	
	Ano 10	Ano 43
TAM	387,1	381,9
CMT	264,1	515,2

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 132/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Foi realizado um cálculo analítico, incluindo-se os volumes de armazenamento para se estimar as vazões de bombeamento para fins de outorga. Ressalta-se que o cálculo foi apenas para a mina CMT uma vez que os planos de lavra futuros da cava TAM não prevêm um aprofundamento do nível d'água além da situação atual, sendo o valor já outorgado suficiente para a expansão.

Através do cálculo analítico estima-se que o volume total (rocha + água) entre os níveis d'água para o Ano 10 e Ano 43 é de aproximadamente 402 Mm³. Desta forma, assumindo-se uma porosidade média de 10% (equivalente aos itabiritos friáveis), é estimado um volume de 40,2 Mm³ a serem bombeados ao longo de aproximadamente 30 anos. Ou seja, uma vazão média equivalente a 150 m³/h. Desta forma, espera-se que a vazão de bombeamento seja da ordem de 665 m³/h, incluindo a recarga e o armazenamento.

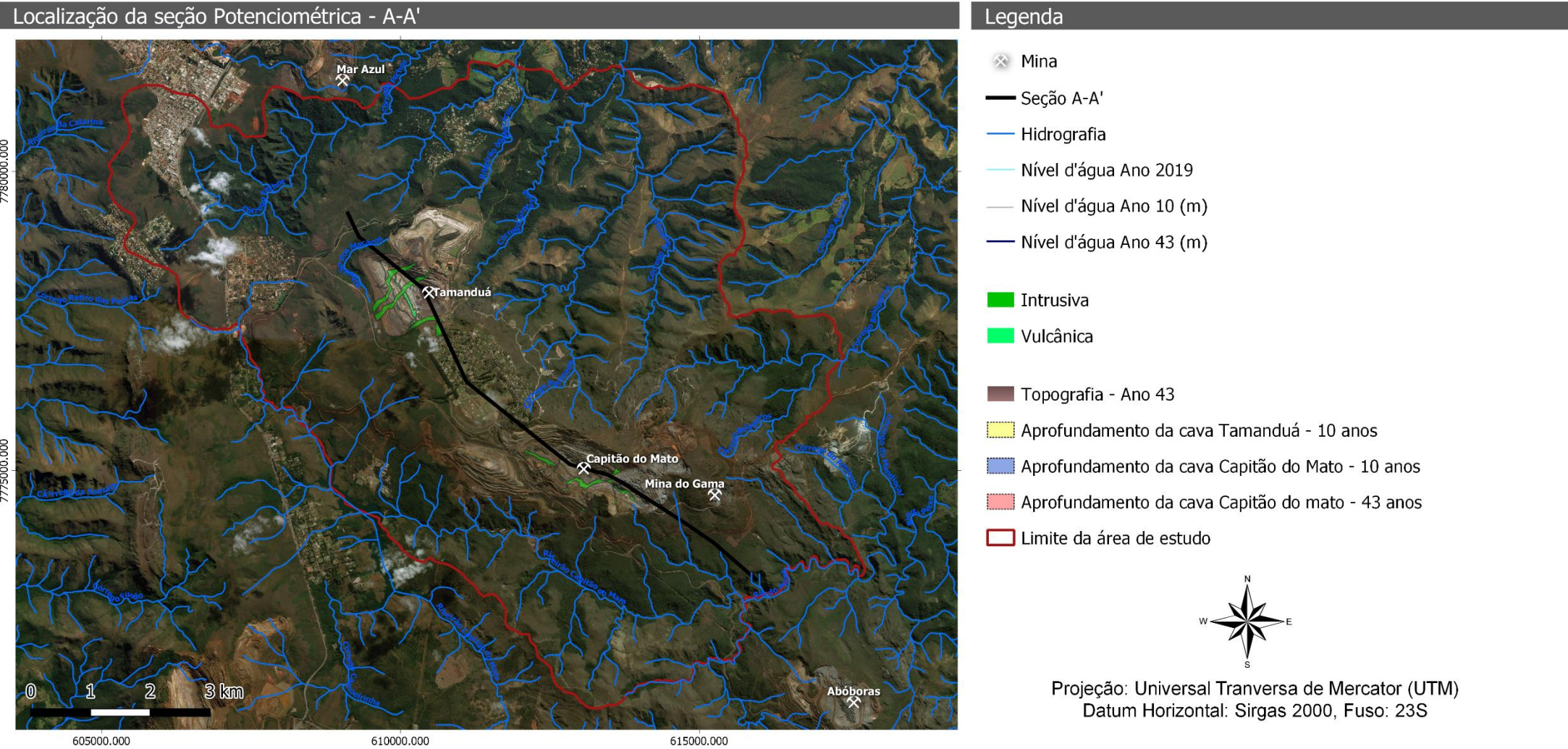
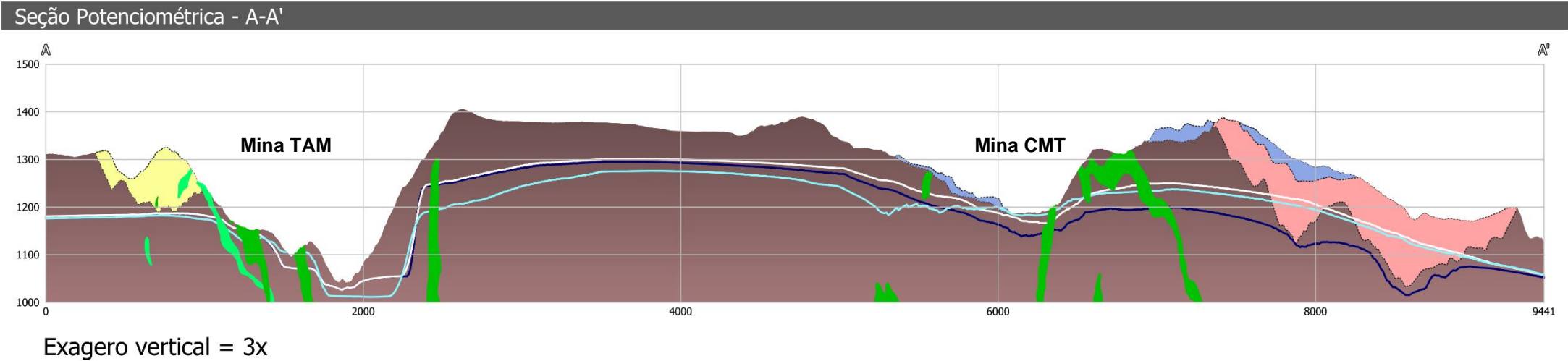


Figura 7.5: Seção vertical com a projeção dos níveis d'água em 2019, Ano 10 e Ano 43 de expansão

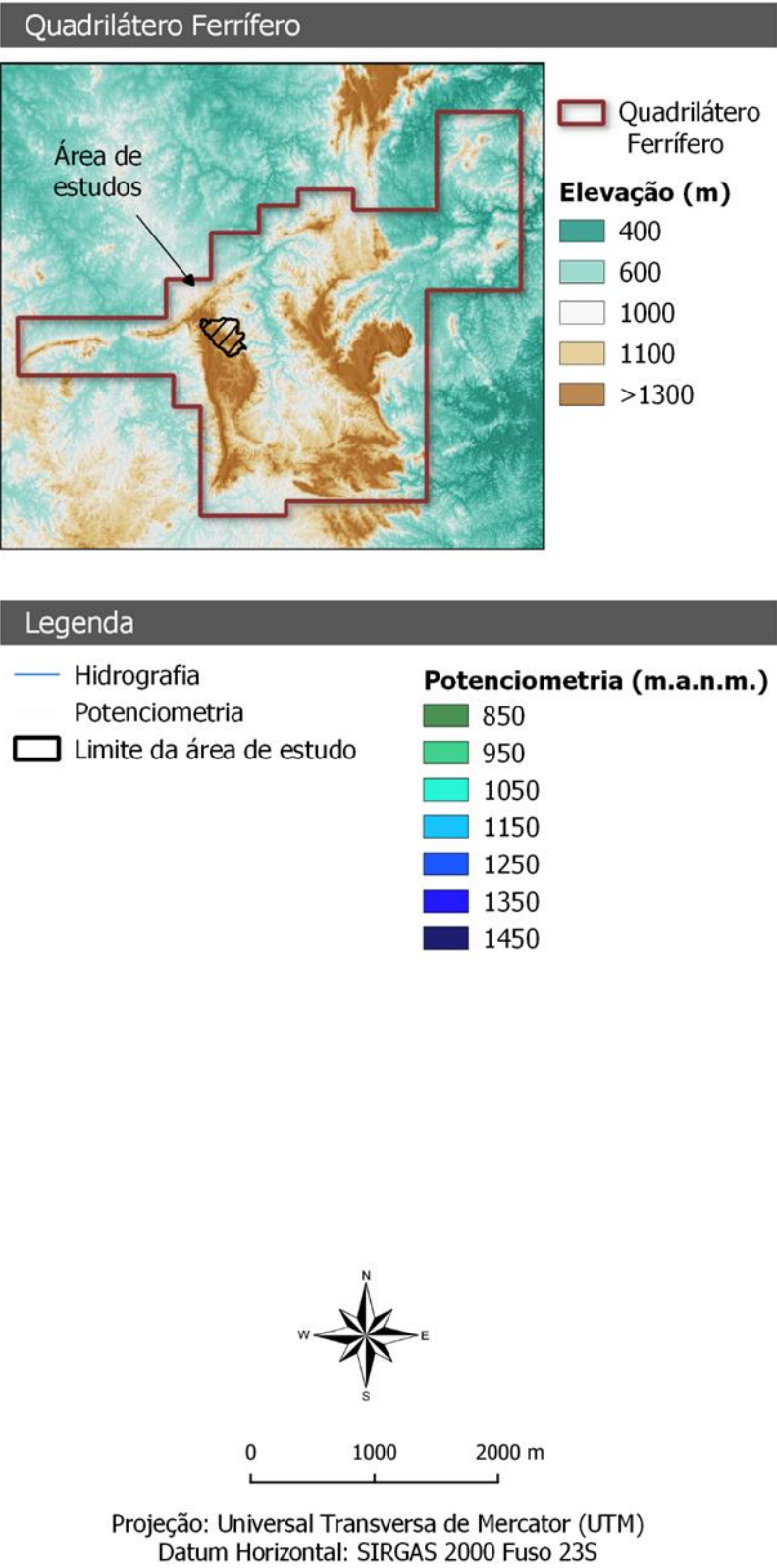
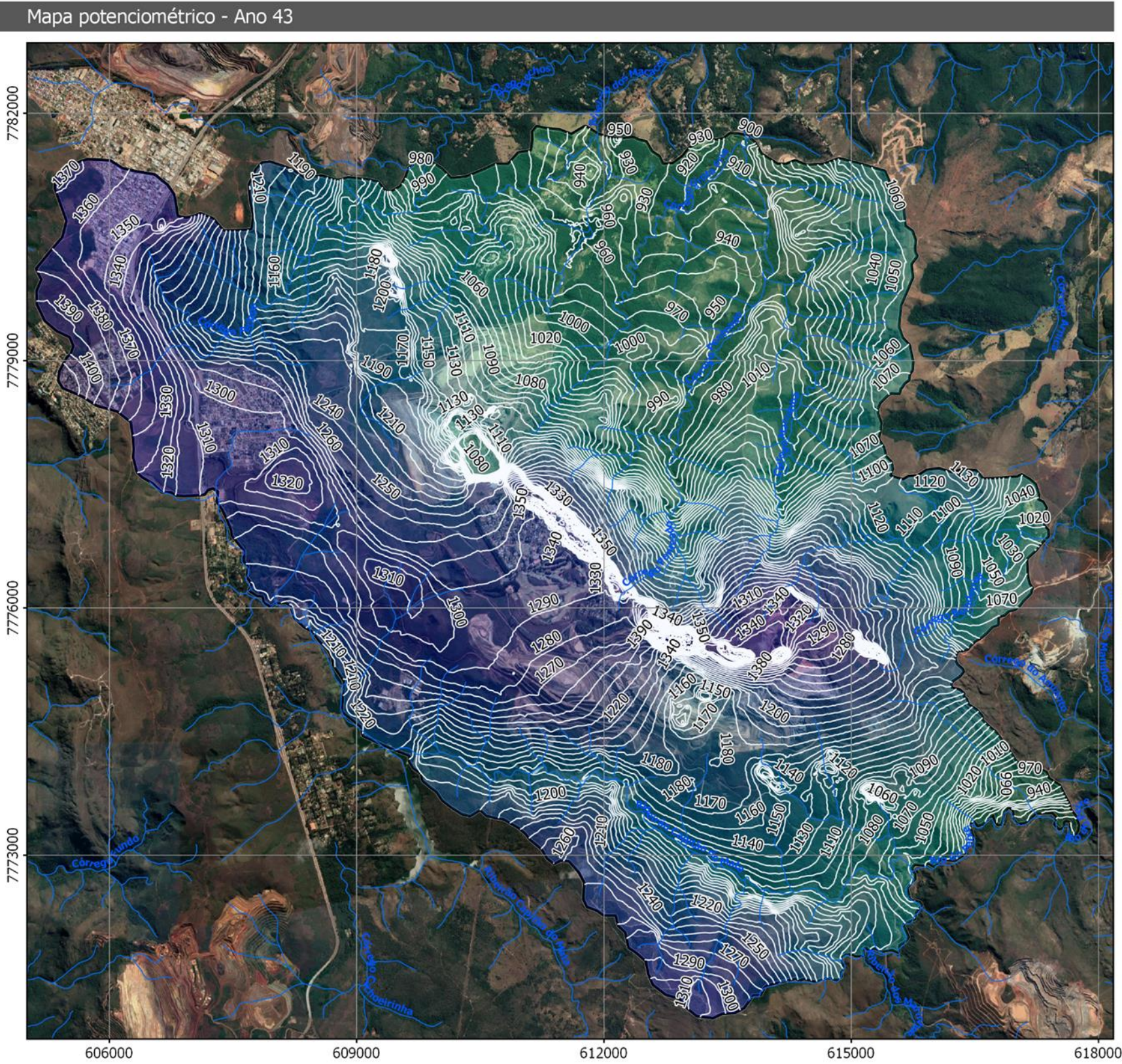




Figura 7.6: Mapa potenciométrico simulado para a condição de expansão Ano 43

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 135/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2



8.0 ANÁLISES DE IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS

A elaboração e a calibração do modelo numérico foram realizadas para a utilização do mesmo como uma ferramenta de análise preditiva do rebaixamento do nível d'água e avaliação dos impactos futuros decorrentes da ampliação das cavas de TAM e CMT. A calibração do modelo foi realizada durante um período de 10 anos, considerado suficiente para a validação da ferramenta. Portanto, além dos impactos futuros, também foi possível analisar os impactos nos cursos d'água ao longo dos anos de 2009, ano de partida da calibração, até junho de 2019. Em seguida, foi realizada a previsão dos impactos futuros, a partir das simulações de expansão das cavas. Os impactos se manifestaram principalmente nas vazões dos cursos d'água no entorno das minas, especialmente naqueles em que a carga hidráulica do aquífero Cauê tem relevância para a manutenção das vazões de base.

Antes da análises dos resultados é importante ressaltar que o modelo matemático é uma simplificação da realidade, e não representa de forma fiel a complexidade dos fenômenos naturais. A qualidade dos resultados depende da qualidade dos dados de entrada do modelo, e os resultados incorporam incertezas associadas à interpretação geológica, ao conhecimento das propriedades hidráulicas do meio bem como das falhas e lacunas no monitoramento das vazões, nível d'água e carga hidráulica das unidades hidrogeológicas. No entanto os modelos matemáticos de fluxo, quando bem construídos e calibrados, têm se mostrado como as ferramentas mais robustas para as análises hidrogeológicas, sendo capazes de fornecer resultados relevantes sobre as condições dinâmicas de fluxo hídrico e possibilitar uma análise preditiva mais assertiva do que estudos hidrogeológicos conceituais ou analíticos. Portanto, partindo-se do conhecimento das simplificações adotadas, esse recurso tem se mostrado como um importante aliado para avaliação de impactos nos recursos hídricos auxiliando na tomada de decisões e no direcionamento das investigações hidrogeológicas. Assim, os resultados dos modelos matemáticos devem ser interpretados como tendências, e os valores numéricos apresentados como ordens de grandeza desses impactos que devem ser confirmadas a partir dos dados coletados pelo monitoramento contínuo.

No modelo construído para a avaliação de impactos da ampliação das cavas de TAM e CMT, foi incorporada uma quantidade significativa de informações, incluindo-se suas análises e interpretação conceituais, reunindo-se um vasto acervo de dados de monitoramento. Os níveis de água subterrânea calculados foram ajustados aos observados em diferentes unidades do domínio, bem como as vazões de base. Desta forma, a calibração se mostrou adequada, sendo possível se medir a representatividade do modelo e validar a sua utilidade como ferramenta analítica. Portanto, todas as análises apresentadas adiante são baseadas na validação da calibração, a qual apresentou boas condições de ajuste e incorporou o conhecimento hidrogeológico disponível.

Pelas premissas adotadas na modelagem, bem como as ferramentas matemáticas disponíveis no software Feflow, a sensibilidade das previsões de redução das vazões está atrelada aos erros das estimativas das cargas hidráulicas obtidas no modelo (NMRS calculado em 3,5%). As demais limitações foram apresentadas no Quadro 3.1 (item 6.0 Calibração), e servem para apontar os locais onde devem ser priorizados os avanços do conhecimento e feitas as ressalvas para as tomadas de decisões.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 136/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

As análises de impactos foram realizadas para cada sub-bacia hidrogeológica do domínio de interesse. As sub-bacias hidrogeológicas foram traçadas a partir da potenciometria calibrada para o ano de 2009, tendo sido identificados os divisores hidrogeológicos. Vale ressaltar que estes traçados podem ser dinâmicos ao longo do tempo, no entanto, para efeito das análises, foram mantidos constantes. Na Figura 8.1 são apresentadas as localizações das sub-bacias, bem como suas respectivas áreas. Ressalta-se ainda que, conforme o modelo conceitual, em geral as bacias hidrográficas têm similaridades com as bacias hidrogeológicas, contudo observam-se discrepâncias como, por exemplo, na sub-bacia de Fechos que apresenta uma área de contribuição superficial de aproximadamente 9,1 km² e uma área de contribuição subterrânea de aproximadamente 14,3 km².

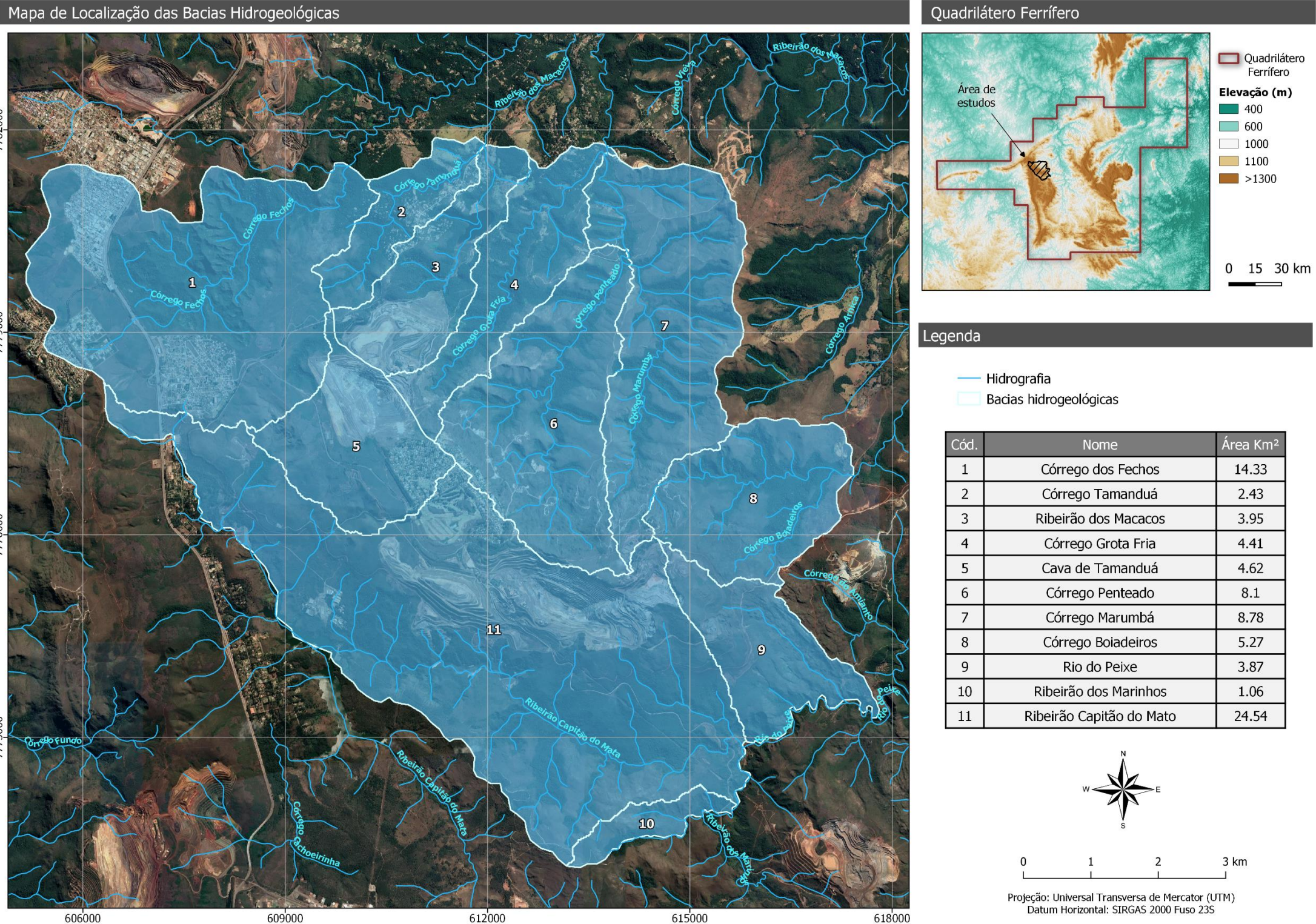




Figura 8.1: Localização das sub-bacias hidrogeológicas na área de estudo

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 138/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

8.1 Análises de impactos 2009-2019

A partir da calibração em regime transiente foi possível quantificar a redução nas vazões de base dos cursos d'água ao longo do tempo. No entanto, é necessário diferenciar a parcela da redução produzida pelo rebaixamento das minas em estudo, da parcela resultante das demais interferências, especialmente a diminuição da recarga em função das menores precipitações anuais ocorridas a partir de 2012.



Sabe-se que a recarga tem um papel fundamental na manutenção das vazões de base dos cursos d'água, já que a sua variação ao longo do tempo pode produzir o aumento ou a redução natural do gradiente hidráulico. Desta forma, para balizar as análises de impactos produzidos pelo rebaixamento das minas TAM e CMT foi realizada uma simulação para o período de calibração transiente do modelo, removendo-se os poços de bombeamento dos sistemas de rebaixamento e mantendo-se o nível d'água na região das minas equivalente ao ano de 2009. Esta simulação permitiu diferenciar e quantificar a redução das vazões e do nível d'água produzida pela variação da recarga e, em comparação ao modelo calibrado, quantificar a redução produzida pelo rebaixamento no período avaliado.

É importante ressaltar que as perdas por bombeamentos de terceiros (como os usuários de água subterrânea no bairro Jardim Canadá), bem como do rebaixamento da mina CPX, foram representadas matematicamente pela redução das entradas de água nas coberturas sedimentares e lateríticas da bacia do córrego de Fechos, calibradas a partir dos dados de monitoramento de vazão no instrumento Fechos Principal. Desta forma, neste estudo, foram quantificadas, de forma individualizada, apenas as interferências nos cursos d'água causadas pelas minas TAM e CMT. As interferências de CPX e terceiros, na bacia do córrego Fechos, devem ser interpretadas juntamente com as perdas decorrentes da redução das taxas de recarga.

No gráfico da Figura 8.2 e na Tabela 8.1 é apresentada a evolução das vazões de base para as sub-bacias em questão, obtidas pelo modelo calibrado em regime transiente (2009-2019), onde se nota uma tendência de redução das vazões ao longo dos anos, representada pelas quedas consecutivas das médias das vazões de base anuais.

Na Figura 8.3 e na Tabela 8.2 é apresentada a redução da vazão de base em termos absolutos, em relação ao ano de 2009/2010. Nota-se que as reduções, em termos absolutos, ocorrem principalmente nas bacias com maior área de contribuição: Ribeirão Capitão do Mato (689 m³/h), Córrego Marumbé (433 m³/h) e Córrego Fechos (410 m³/h), respectivamente. Estes resultados demonstram uma proporcionalidade entre a redução das vazões e o tamanho da área da bacia e, conseqüentemente, entre a redução das vazões e a recarga.



As reduções da recarga para cada sub-bacia em termos absolutos e em percentual de precipitação podem ser visualizadas nos gráficos das Figuras 8.4 e 8.5, sendo os respectivos valores apresentados nas Tabelas 8.3 e 8.4. Observa-se que as bacias com as maiores áreas apresentam as maiores recargas em termos absolutos. No entanto, quando comparados os valores percentuais de recarga, as bacias localizadas sob formações ferríferas e coberturas apresentam as maiores taxas de recarga.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 139/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Ressalta-se que no domínio modelado, a perda do volume de água no aquífero decorrente da redução da recarga atingiu cerca de 65%. Conforme o modelo, a recarga para o ano hidrológico 2009/2010 representava cerca de 41 bilhões de metros cúbicos de água. No entanto, com taxas de precipitação muito inferiores à média histórica por mais de 5 anos, este volume foi reduzido a 14 bilhões de metros cúbicos para o ano mais crítico, 2016/2017.

Além da escassez hídrica o domínio também esteve sujeito a impactos produzidos pelo processo de rebaixamento. No gráfico da Figura 8.6 e na Tabela 8.5 é apresentada a redução da vazão provocada exclusivamente pelo efeito do rebaixamento das minas TAM e CMT, quantificada por meio da diferença das vazões obtidas entre o modelo calibrado (com as variações das condições de precipitação, das taxas de recarga e dos poços de bombeamento para rebaixamento) e o modelo simulado, sem a presença dos poços de rebaixamento.

Observa-se que as sub-bacias impactadas pelo rebaixamento durante o período de análise são a do Ribeirão Capitão do Mato (56 m³/h) e o Córrego Fechos (31 m³/h), cujas reduções calculadas são apresentadas na Tabela 8.5. Essas condições de fato encontram respaldo no monitoramento e nos demais estudos hidrogeológicos desenvolvidos, aumentando-se a confiabilidade da calibração obtida. As demais sub-bacias apresentadas na Figura 8.6 não apresentam redução das vazões ou apresentam reduções que representam menos de 3,5% das vazões médias, sendo consideradas dentro do limite de incertezas do modelo.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 140/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

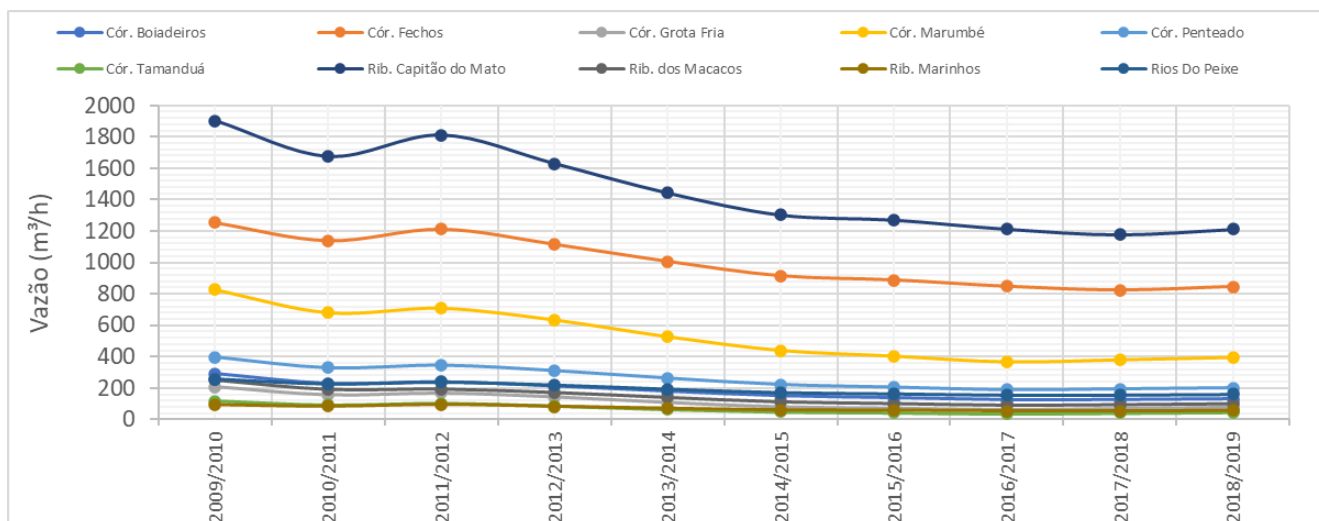


Figura 8.2 – Evolução das vazões de base médias anuais modeladas para as sub-bacias

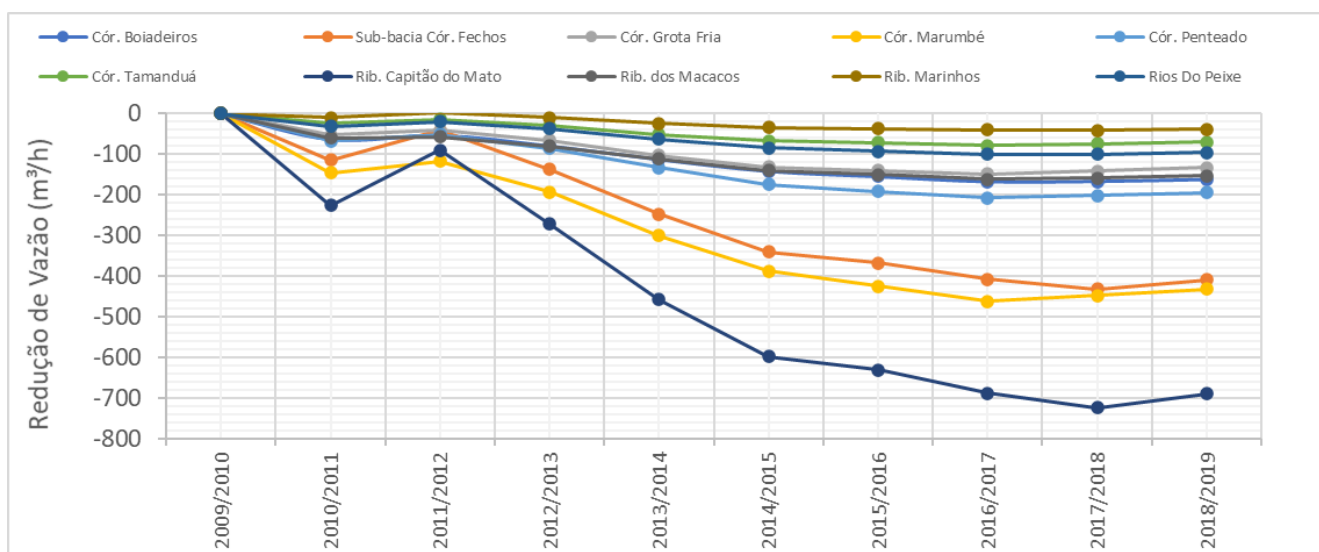


Figura 8.3 – Evolução da redução das vazões de base médias anuais modeladas para as sub-bacias





		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 141/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 8.1 – Vazões de base médias anuais modeladas em regime transiente para as sub-bacias

Período	Vazão (m³/h)									
	Cór. Boiadeiros	Cór. Fechos	Cór. Grot Fria	Cór. Marumbé	Cór. Penteado	Cór. Tamanduá	Capitão do Mato	Rib. dos Macacos	Rib. Marinhos	Rio do Peixe
2009/2010	292	1255	209	827	397	116	1902	252	94	258
2010/2011	229	1140	156	680	329	91	1675	193	84	227
2011/2012	239	1214	167	709	345	101	1811	194	96	238
2012/2013	213	1117	143	634	311	85	1630	173	83	220
2013/2014	179	1007	107	527	263	64	1443	141	70	195
2014/2015	150	914	78	439	222	48	1303	113	59	174
2015/2016	137	887	69	402	206	43	1272	101	57	166
2016/2017	125	847	60	366	189	37	1214	91	53	158
2017/2018	125	823	67	379	194	41	1179	94	53	158
2018/2019	130	845	76	394	202	46	1213	100	56	162

Tabela 8.2 – Redução das vazões de base médias anuais modeladas em regime transiente para as sub-bacias em relação a 2009/2010

Período	Vazão (m³/h)									
	Cór. Boiadeiros	Cór. Fechos	Cór. Grot Fria	Cór. Marumbé	Cór. Penteado	Cór. Tamanduá	Rib. Capitão do Mato	Rib. dos Macacos	Rib. Marinhos	Rio do Peixe
2010/2011	-63	-115	-53	-147	-68	-25	-226	-60	-10	-31
2011/2012	-54	-41	-42	-118	-52	-15	-90	-58	2	-20
2012/2013	-80	-138	-66	-193	-86	-31	-272	-80	-11	-38
2013/2014	-113	-248	-103	-300	-134	-52	-458	-112	-24	-63
2014/2015	-142	-341	-131	-388	-174	-67	-598	-140	-35	-85
2015/2016	-155	-367	-140	-425	-191	-72	-630	-151	-37	-93
2016/2017	-168	-408	-150	-461	-208	-78	-687	-162	-41	-101
2017/2018	-167	-432	-142	-448	-202	-74	-723	-158	-41	-100
2018/2019	-162	-410	-134	-433	-195	-70	-689	-153	-38	-96

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 142/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

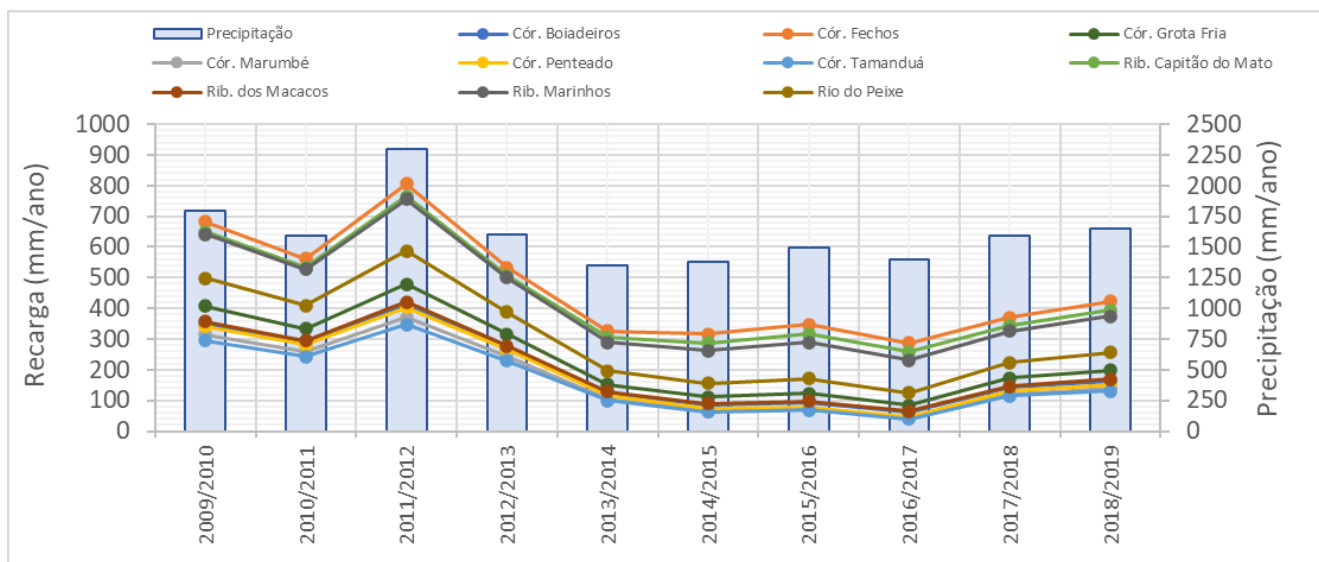


Figura 8.4 – Evolução das recargas médias anuais modeladas para as sub-bacias

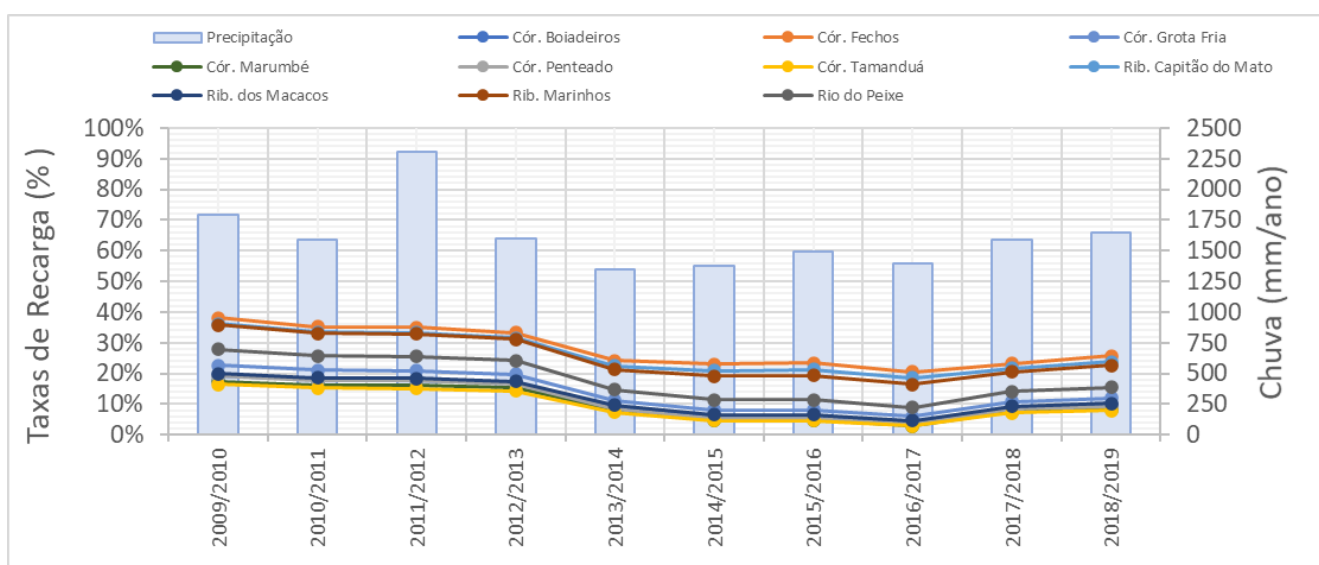


Figura 8.5 – Evolução das taxas de recargas médias anuais modeladas para as sub-bacias





		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 143/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 8.3 – Recargas médias anuais modeladas para as sub-bacias

Período	Recarga (mm/ano)									
	Cór. Boiadeiros	Cór. Fechos	Cór. Grotas Fria	Cór. Marumbé	Cór. Penteado	Cór. Tamanduá	Rib. Capitão do Mato	Rib. dos Macacos	Rib. Marinhos	Rios Do Peixe
2009/2010	347	683	407	314	342	294	649	358	641	498
2010/2011	285	562	335	258	282	242	534	294	527	410
2011/2012	409	805	480	370	404	347	766	422	756	588
2012/2013	270	533	317	244	266	229	507	278	500	388
2013/2014	125	327	152	106	116	101	304	129	288	197
2014/2015	86	316	112	66	72	63	288	90	263	156
2015/2016	94	348	122	72	79	69	317	98	290	171
2016/2017	61	288	84	41	46	41	259	64	232	125
2017/2018	142	370	173	121	132	114	344	147	326	224
2018/2019	162	424	198	139	152	131	394	168	374	257

Tabela 8.4 – Taxas de recargas médias anuais modeladas para as sub-bacias

Período	Taxa de Recarga (% da precipitação)									
	Cór. Boiadeiros	Cór. Fechos	Cór. Grotas Fria	Cór. Marumbé	Cór. Penteado	Cór. Tamanduá	Rib. Capitão do Mato	Rib. dos Macacos	Rib. Marinhos	Rios Do Peixe
2009/2010	19%	38%	23%	17%	19%	16%	36%	20%	36%	28%
2010/2011	18%	35%	21%	16%	18%	15%	34%	19%	33%	26%
2011/2012	18%	35%	21%	16%	18%	15%	33%	18%	33%	26%
2012/2013	17%	33%	20%	15%	17%	14%	32%	17%	31%	24%
2013/2014	9%	24%	11%	8%	9%	7%	23%	10%	21%	15%
2014/2015	6%	23%	8%	5%	5%	5%	21%	7%	19%	11%
2015/2016	6%	23%	8%	5%	5%	5%	21%	7%	19%	11%
2016/2017	4%	21%	6%	3%	3%	3%	19%	5%	17%	9%
2017/2018	9%	23%	11%	8%	8%	7%	22%	9%	21%	14%
2018/2019	10%	26%	12%	8%	9%	8%	24%	10%	23%	16%

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 144/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

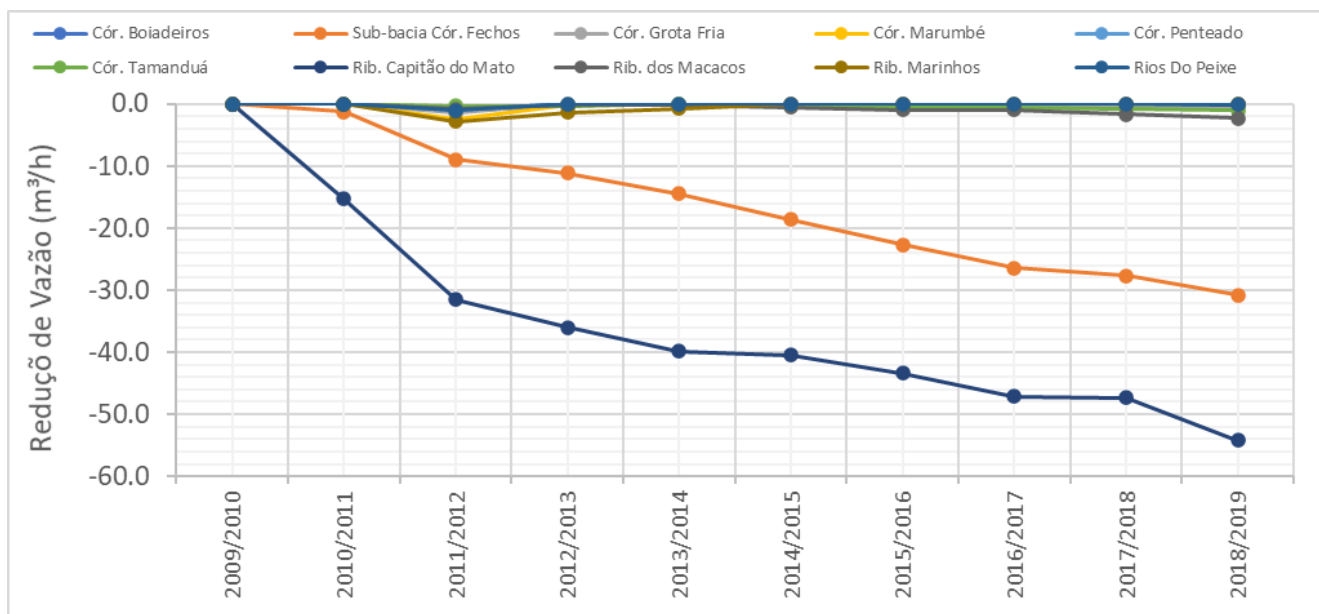




Figura 8.6 –Redução das vazões de base médias anuais provocadas pelo rebaixamento das cava TAM e CMT para as sub-bacias

Tabela 8.5 – Redução da vazão provocada exclusivamente pelo efeito do rebaixamento modelado das cavas TAM e CMT para as sub-bacias

Período	Vazões (m³/h)	
	Cór. Fechos	Rib. Capitão do Mato
2010/2011	-1	-15
2011/2012	-9	-31
2012/2013	-11	-36
2013/2014	-15	-40
2014/2015	-19	-41
2015/2016	-23	-44
2016/2017	-26	-47
2017/2018	-28	-47
2018/2019	-31	-54

As bacias localizadas na vertente nordeste, em zonas exteriores ao Sinclinal Moeda, não foram impactadas pelo rebaixamento durante o período de 2009 – 2019. Em grande parte, isso se deu pelas condições hidráulicas impostas pela presença da Fm. Batatal entre a região das minas e os cursos d'água mencionados. As permeabilidades muito baixas dos filitos que compõem esta unidade geológica configuram um comportamento de barreira hidráulica. A Fm. Batatal, portanto, funciona como um divisor de fluxo hidrogeológico e impede o avanço do rebaixamento para as cabeceiras das drenagens a leste. De fato, o que se observa é que as nascentes dos cursos d'água são mantidas pelo aquífero Moeda e pelas coberturas sedimentares, e não pela descarga do aquífero Cauê. Assim, nas condições atuais, essas bacias estão isoladas do Aquífero Cauê e as variações do fluxo de base observadas nos pontos monitorados são relacionadas às variações pluviométricas e às variações das taxas de recarga.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 145/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Sabe-se, por meio dos monitoramentos e dos estudos anteriores, que a cabeceira do córrego Grota Fria já foi impactada pela mineração antes de 2009. Anteriormente à intervenção da lavra, o relevo proporcionava o fluxo da Fm. Cauê em direção às bacias da vertente nordeste. Porém, com o avanço da lavra, em um determinado momento esta configuração topográfica e hidráulica deixou de existir, cessando o fluxo da nascente João Rodrigues, na cota 1.245 m.a.n.m. Atualmente a Vale repõe cerca de 40m³/h para a mitigação deste impacto no córrego Grota Fria, conforme condicionante de outorga de rebaixamento da mina TAM. A Figura 8.7 ilustra de forma esquemática as condições hidrogeológicas na aba leste do Sinclinal Moeda na região da mina de Tamanduá, e sintetiza as conclusões apresentadas anteriormente.

Importante ressaltar que tanto as coberturas sobre o Aquífero Moeda como as coberturas que se estendem para o domínio dos xistos Nova Lima têm papel importante na dinâmica hídrica dos cursos d'água que drenam tais unidades. A contribuição da recarga e descarga nesses aquíferos rasos é significativa para esse sistema. Essa condição, que hoje é preponderante, torna tais bacias menos vulneráveis às intervenções no Aquífero Cauê, e mais vulneráveis às mudanças no uso e ocupação do solo a leste da Formação Batatal, especialmente quando essas interferências afetam o processo de recarga natural, como o desmatamento e a impermeabilização. Para a verificação e comprovação de tal fato é necessário que seja mantido um monitoramento sistemático nestas vertentes.

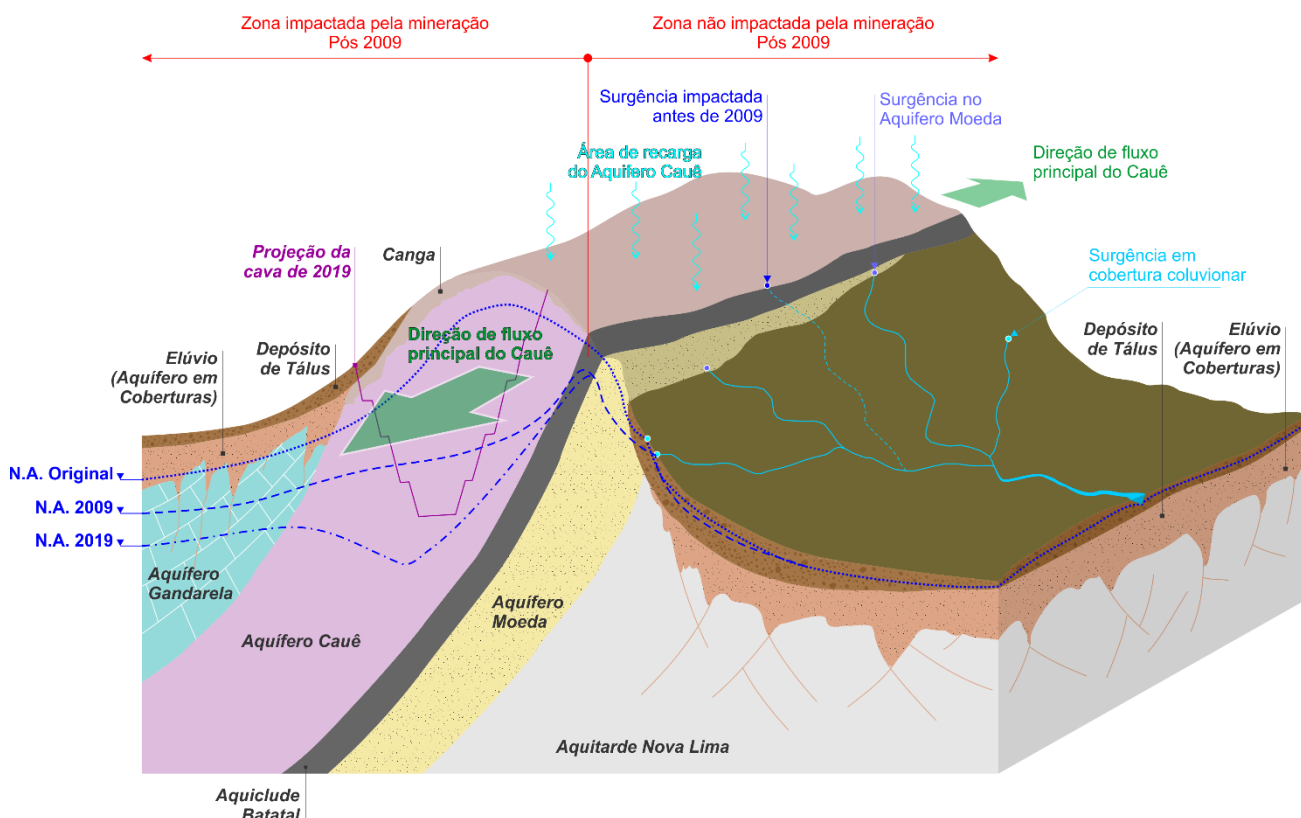




Figura 8.7. Condições hidrogeológicas na aba leste do Sinclinal Moeda, na região da mina de Tamanduá, destacando as zonas impactadas e não impactadas pela mineração

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 146/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

No condomínio Morro do Chapéu havia três poços que captavam água do aquífero da Formação Cauê. A capacidade de produção desses poços em conjunto era da ordem de 45 m³/h. No sentido de atuar preventivamente, a Vale, no processo de negociação com os representantes do condomínio, perfurou um poço em 1995 (PTP-04/95-MCH), com profundidade de 230 m para abastecimento do condomínio, com capacidade de 100 m³/h. Conforme observado em campo e nos resultados modelados, nesta região houve uma expressiva redução da coluna saturada do poço, inativando sua operação. Em 2017 um novo poço foi perfurado (PTP-39/17), com 346 m de profundidade, e atualmente a Vale fornece aproximadamente 180 m³/h de água para o condomínio.

Como condicionante de rebaixamento da cava TAM também está a manutenção da perenização do bica até os limites de sua propriedade. O bica (canal para escoamento de água fluvial), também chamado de “rego dos Sitiantes”, localizado na margem direita da PDE Capão da Serra, segue seu curso aproximadamente para leste em direção aos sitiantes da região de Macacos. Nesta região observou-se através dos dados de monitoramento (TAM VZ 65/00B) uma redução de cerca de 15m³/h. No entanto, parte desta perda pode estar relacionado a problemas estruturais do canal, o qual está sendo regularizado.

Também no córrego Fechos é observada uma redução das vazões de base modeladas, sendo cerca de 8 m³/h em Fechos Principal e 22 m³/h entre os vertedouros V1 e V2, situados na Faixa Tamanduá-Mutuca, provocada pelo rebaixamento da mina TAM durante o período analisado (2009-2019).

E, por fim, como condicionante de outorga de rebaixamento da mina CMT, a Vale repõe no córrego Angu, situado na sub-bacia do ribeirão Capitão do Mato Jusante, a vazão de 60 m³/h. Conforme os dados modelados, o impacto produzido pela mineração, entre 2009 e 2019, em toda a sub-bacia do ribeirão Capitão do Mato, que inclui o córrego Angu, é de aproximadamente 55 m³/h. Observa-se que além do córrego Angu, outra drenagem afluente do córrego Capitão do Mato foi afetada pela margem esquerda e a sul da mina CMT, como apresentado no monitoramento do instrumento CMT VZ 17/02, no córrego sem nome.

A Figura 8.8 apresenta o rebaixamento do nível d’água dos últimos 10 anos, considerando-se os efeitos da redução da recarga junto ao rebaixamento, e a Figura 8.9 o rebaixamento considerando apenas a intervenção dos poços de bombeamento para atendimento das minas de TAM e CMT, sem influência da redução da recarga.

Nota-se na Figura 8.8 que todas as bacias sofreram rebaixamento dos níveis d’água durante o período em análise, seja exclusivamente pelo efeito da redução da recarga, como as bacias da vertente nordeste, seja pela ação conjunta da redução da recarga e do rebaixamento. Na Figura 8.9 fica evidente o cone de rebaixamento das cavas alongado segundo a direção NW-SE, paralelo à Fm. Cauê, com rebaixamentos superiores a 60 metros no entorno das cavas, atingindo a região do condomínio Morro do Chapéu.

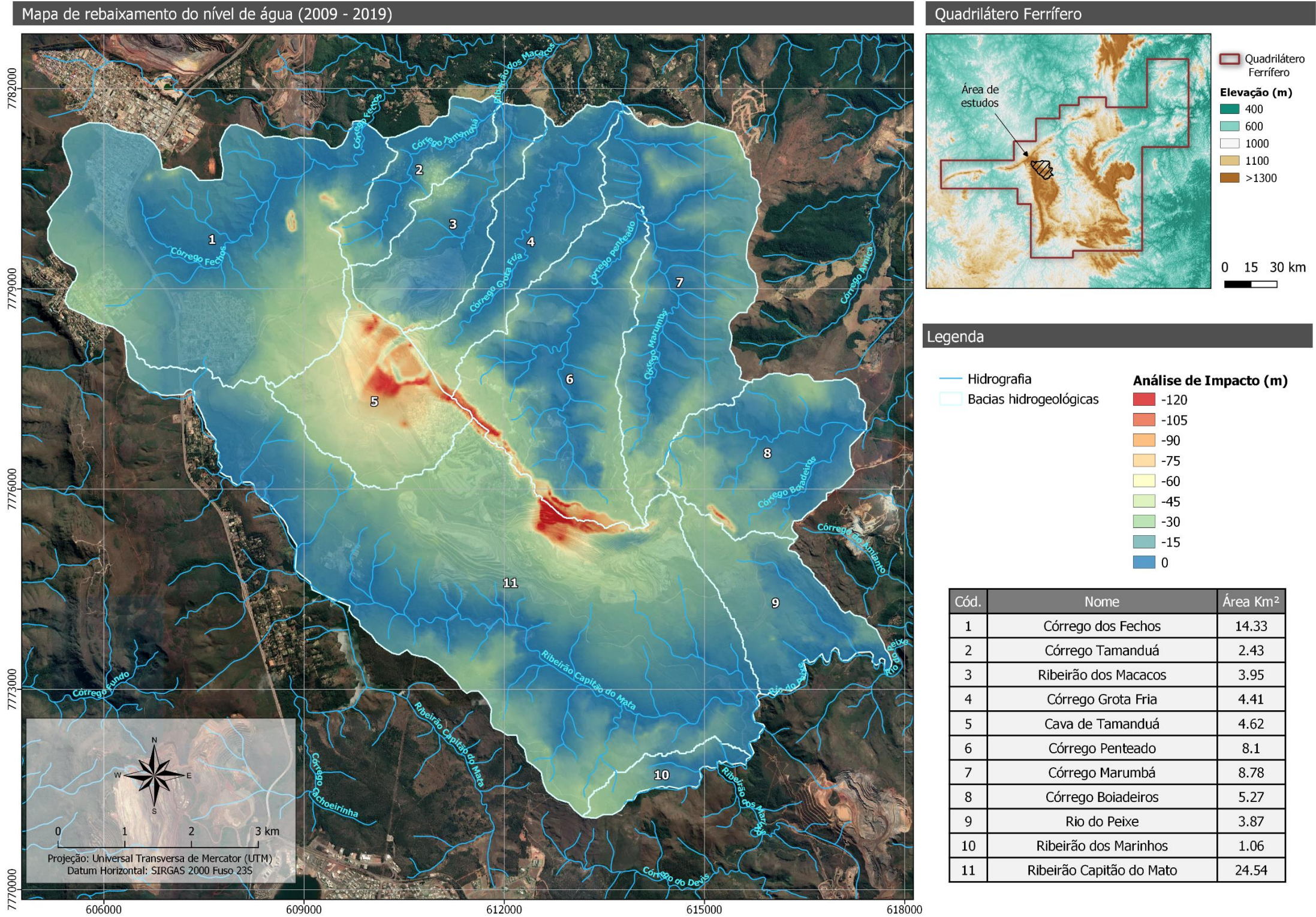
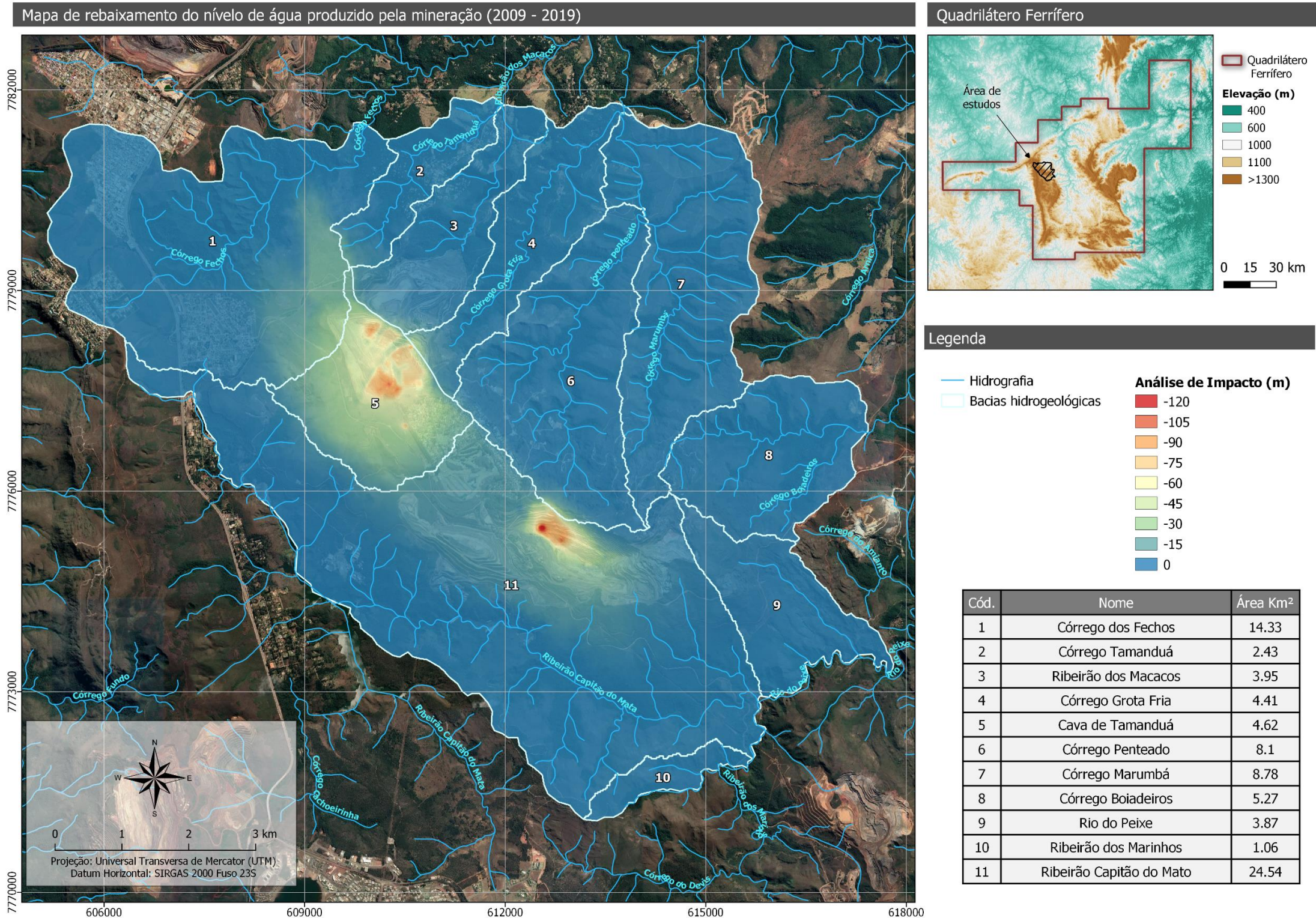




Figura 8.8: Rebaixamento do nível d'água na área de estudo entre os anos 2009 e 2019



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 149/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

8.1.1 Análise de impactos no córrego Fechos (2009-2019)

De particular interesse à área de estudo está a sub-bacia do córrego Fechos, onde se encontra a unidade de conservação denominada Estação Ecológica de Fechos. A região abriga mananciais que, junto com o Córrego Mutuca, abastecem cerca de 135 mil habitantes em Nova Lima e na região Centro-Sul de Belo Horizonte. Desta forma, são apresentados resultados de forma mais detalhada para a sub-bacia do córrego Fechos.


O entendimento da dinâmica hídrica na bacia de Fechos é um tema de grande relevância para a operação das minas da Vale no contexto do Sinclinal Moeda e Faixa Tamanduá-Mutuca. Essa bacia situa-se nas proximidades das minas de Tamanduá, Mar Azul e Capão Xavier e abriga áreas urbanas em sua porção mais a montante. Conhecer as formas de circulação das águas superficial e subterrânea e os impactos dos múltiplos usuários é essencial para o desenvolvimento de um plano de preservação e mitigação.

Conforme apresentado anteriormente, existe um modelo de circulação das águas subterrâneas na bacia de Fechos. No entanto, ainda existem dúvidas quanto às áreas que contribuem para cada um dos principais pontos de descarga mapeados, bem como incertezas quanto às estruturas geológicas envolvidas e quantificação de cada um desses aportes. Essas incertezas têm impactos diretos nos estudos que visam avaliar e quantificar os efeitos da operação do rebaixamento das minas do entorno na circulação hídrica subterrânea que mantêm as surgências e o fluxo de base da bacia de Fechos.

Podem ser destacados os resultados de alguns trabalhos que mostram o entendimento existente sobre as interferências da operação das minas Vale na bacia de Fechos:

- **Impactos da mina Capão Xavier:** segundo os dados do INA 01/93PC, situado entre a mina e a surgência de Fechos Auxiliar, aproximadamente a 1km de ambos, existe um rebaixamento da ordem de 45m cujas interpretações apontam como causa o rebaixamento provocado pela bateria de poços da mina Capão Xavier (VALE, 2018b) e pela condição de redução das precipitações dos últimos anos.
- **Impactos das minas Mar Azul e Tamanduá:** provavelmente se manifestam na diminuição da vazão de base circulante entre os vertedores V1 e V2. No entanto parte deste impacto é atribuída à mina de Tamanduá e a condição de baixa precipitação observada nos últimos anos (VALE, 2018b). Além disso, foi verificado que no ano 2018/2019 a Galeria de Fechos apresentou uma diminuição nas vazões, o que foi justificado pela baixa pluviosidade registrada nesse ciclo hidrológico, sendo o menor registrado desde o início do monitoramento, e também associada ao rebaixamento do nível d'água na mina do Tamanduá (Vale, 2019e).

Segundo o relatório Vale (2018), os impactos somados das minas de Capão Xavier, Mar Azul e Tamanduá são compensados através do fornecimento de água do rebaixamento da mina de Capão Xavier para o sistema de abastecimento Morro Redondo da COPASA. No entanto, vale ressaltar que existe a dificuldade de se quantificar as contribuições de cada mina, sobretudo pela incerteza imposta pelo regime de precipitação anômalo verificado a partir do ano 2012, fator que também interfere na diminuição das vazões de base.



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 150/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Portanto, diante da caracterização da bacia de Fechos apresentada no modelo conceitual (Hidrovia, 2019), bem como das lacunas do conhecimento atual sobre o funcionamento hidrogeológico, para se atingir o objetivo apresentado acima é necessário estabelecer algumas premissas:

- As descargas associadas à surgência cárstica de Fechos, cuja origem ainda é desconhecida, foram representadas de forma difusa nas coberturas. Para isso, as coberturas na bacia de Fechos foram consideradas mais condutivas que as demais, representando a maior capacidade de infiltração e percolação da água decorrente da presença de uma composição granular espessa associada a um perfil epicárstico desenvolvido na zona intemperizada no topo da Formação Gandarela. No estágio atual do conhecimento geológico da bacia de Fechos não se encontram mapeadas as zonas de fluxo preferenciais no interior do aquífero carbonático Gandarela, associadas a condutos cársticos. É indicado, portanto, assumir uma recarga difusa no modelo, com taxas elevadas distribuídas sobre as coberturas existentes na bacia.
- Foi necessário inserir uma condição de contorno (tipo *Fluid-flux BC*) na continuação da Formação Cauê na porção norte do modelo, na margem esquerda da bacia de Fechos, de modo a permitir a entrada de um volume aproximado a 60 m³/h no sistema. Essa condição representa a chegada de água da porção norte do modelo pela Formação Cauê, sendo descarregada na região de Fechos Auxiliar.
- Por meio da concepção do modelo geológico em conformidade com os modelos geológicos de bloco e demais evidências e interpretações geológicas já levantadas pela equipe da Vale, a região da Faixa Tamanduá-Mutuca foi representada por uma morfologia de dobras, as quais configuram uma estrutura sinclinal / anticlinal para explicar a duplicação das unidades geológicas a leste do Sinclinal Moeda.
- Assumiu-se também a hipótese de que a Fm. Cauê na Faixa Tamanduá-Mutuca está fraturada e/ou falhada justificando-se a adoção de uma condutividade mais elevada para os litotipos da Fm. Cauê nesta porção.
- A diminuição gradual das taxas de recarga calibradas no modelo a partir de 2014 na bacia do córrego Fechos, representa numericamente tanto as perdas de recarga por consecutivos anos de baixa precipitação, quanto a perda por bombeamento da mina CPX e o bombeamento de terceiros no Jardim Canadá. Portanto, deve-se ressaltar que neste estudo não foi quantificada de forma individualizada a redução do gradiente hidráulico e as perdas de vazões de base provocadas exclusivamente pelo bombeamento da mina de CPX.

Com essa configuração foi possível quantificar o impacto específico de Tamanduá, considerando-se sua operação concomitante à mina de Capitão do Mato, nas vazões de base na bacia de Fechos.

Conforme assumido conceitualmente, entende-se que as coberturas lateríticas, bem como o profundo perfil de solo e a presença de um nível cárstico entre o contato das coberturas e a

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 151/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Fm. Gandarela, junto à morfologia da bacia, propiciam uma excelente capacidade de infiltração e percolação das águas. Desta forma, a sub-bacia do córrego Fechos apresenta altas taxas de recarga. Na Figura 8.10 é apresentada a variação da recarga entre os anos 2009 a 2019, partindo-se de 700 mm/ano em 2009/2010, aproximadamente, atingindo-se 290 mm/ano em 2016/2017.

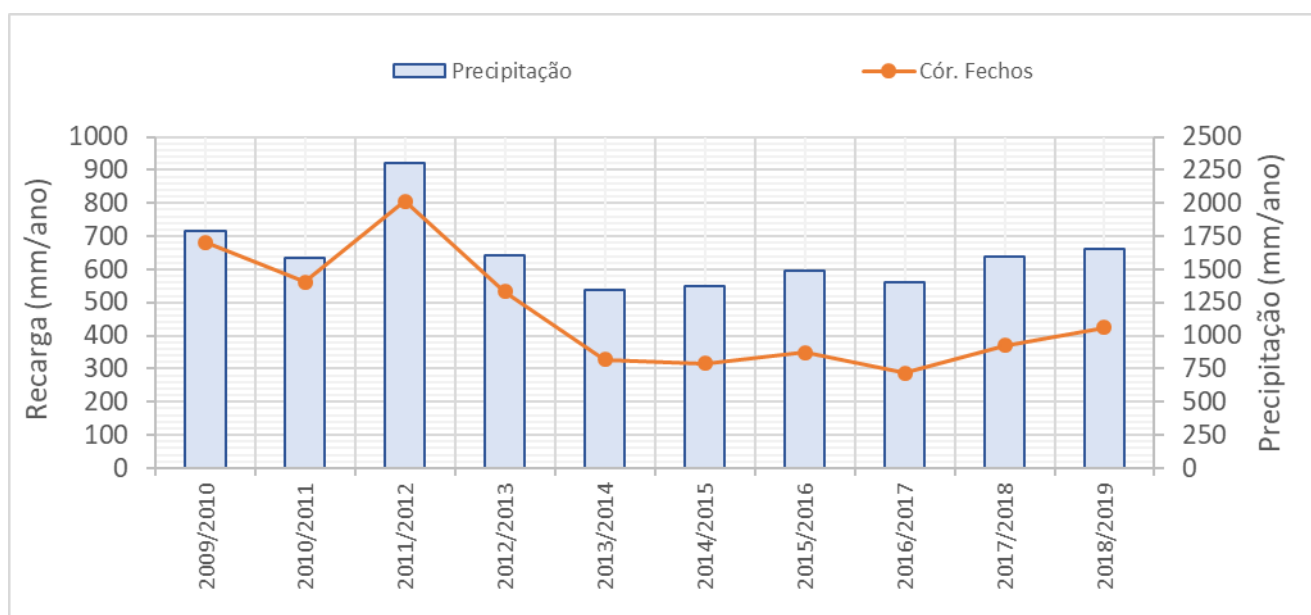




Figura 8.10 – Evolução das recargas médias anuais modeladas para a sub-bacia do córrego Fechos

Na Figura 8.11 é apresentado o gráfico da redução das vazões de base médias anuais para toda a sub-bacia de Fechos modelada, com as respectivas parcelas referentes ao rebaixamento e à redução da recarga. Levando-se em consideração as premissas mencionadas, observa-se uma redução de cerca de 400 m³/h, cerca de 33% da vazão de base do ano inicial de análise (2009/2010), sendo cerca de 30 m³/h (2%) provocados pelo rebaixamento da mina TAM.

É importante ressaltar que os cálculos podem vir a sofrer alterações se forem desenvolvidas investigações que permitam avaliar de forma integrada todas as minas no entorno da bacia, bem como os dados dos demais usuários de poços tubulares na área a montante da bacia de Fechos (especialmente no bairro Jardim Canadá).

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 152/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

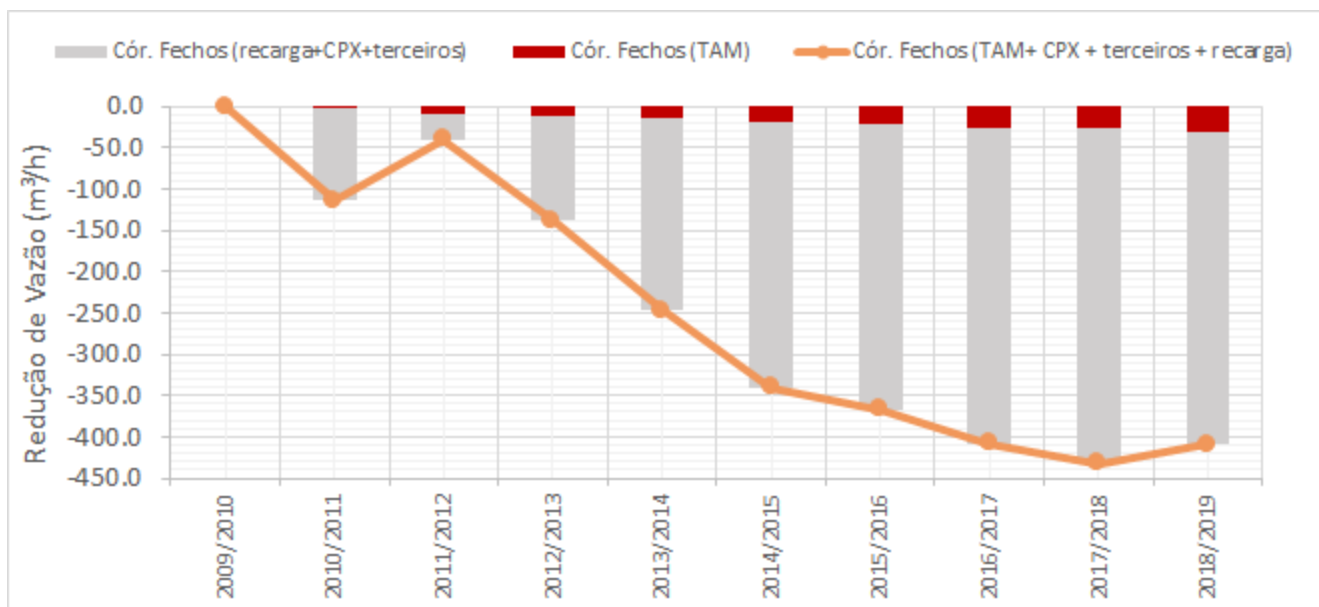


Figura 8.11 – Evolução da redução das vazões de base médias anuais modeladas para a sub-bacia do córrego Fechos

Ao analisar a redução das vazões de base médias, provocadas exclusivamente pelo rebaixamento para operação da mina TAM, conforme apresentado na Figura 8.12, nota-se que o impacto é principalmente na região da Faixa Tamanduá-Mutuca, entre os vertedouros V2-V1, sendo uma parcela menor na região do vertedouro de Fechos Principal e em uma porção mais a jusante, onde não há instrumento de monitoramento dentro da área modelada.

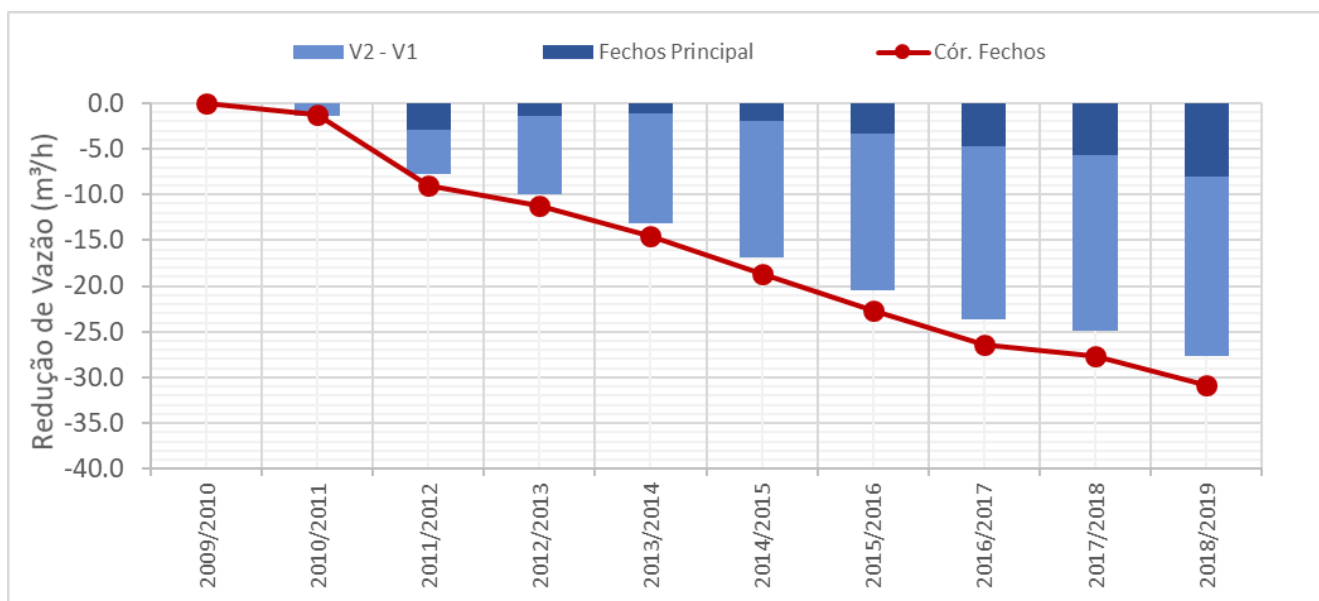



Figura 8.12 – Evolução da redução das vazões de base médias anuais provocadas pelo rebaixamento da mina TAM para a sub-bacia do córrego Fechos

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 153/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

8.2 Impactos Futuros

Para a avaliação dos impactos futuros a recarga foi mantida constante ao longo do tempo, e assim, a variação das cargas hidráulicas e a redução nas vazões de base analisadas são provocadas exclusivamente pelo bombeamento dos poços de rebaixamento para atendimento da expansão das lavras. As taxas de recarga utilizadas nas simulações futuras são aquelas obtidas na calibração em regime permanente e todas as demais simulações também foram executadas em regime permanente, buscando-se uma base comum para comparação. Para a comparação dos impactos futuros foi utilizada uma simulação de referência equivalente ao plano de lavra de 2019, denominado de Ano 00. Desta forma, os impactos apresentados neste item são adicionais aos impactos já conhecidos até 2019.

Ressalta-se que em simulações realizadas em regime permanente, a vazão de desaguamento é equivalente à vazão necessária para manter a cava na cota desejada após o rebaixamento, conforme o plano de lavra. Neste regime não são contabilizados os volumes armazenados na rocha, apenas os volumes de recarga. Por outro lado, em regime permanente, do ponto de vista de impacto ambiental, os resultados apresentam uma situação de máximo impacto, com o máximo cone de rebaixamento já estabilizado.

Na Tabela 8.6 é apresentada a evolução das vazões de base para as sub-bacias analisadas. Nota-se que, de forma geral, as vazões de base nos Anos 01 a 05 não apresentaram variações significativas, uma vez que a expansão da lavra para estes anos encontra-se acima do nível d'água atual.

Para o Ano 10, com a lavra final de TAM, foi calculada uma redução de cerca de 24 m³/h na bacia de Fechos, 17 m³/h na sub-bacia do Ribeirão Capitão do Mato, 8 m³/h na sub-bacia do Ribeirão do Peixe e valores inferiores a 3 m³/h nas demais bacias. De forma geral, essas reduções representam um percentual dentro ou próximo ao limite de incerteza do modelo (1% a 4%) em relação às vazões médias calculadas pelo modelo ao longo dos anos, e devem ser tomadas com ressalvas.

Para o Ano 43, como foi mantida a mesma configuração da cava final de TAM (Ano 10), as reduções observadas tendem a ser também mantidas, embora nas sub-bacias no entorno de CMT, onde haverá o maior aprofundamento da lavra e do nível d'água, as reduções são intensificadas. Foi calculada uma perda de 220 m³/h na sub-bacia do Ribeirão Capitão do Mato e 36 m³/h na sub-bacia do rio do Peixe. Nas demais bacias as reduções verificadas se mantêm baixas, tanto em termos percentuais como em valores absolutos. Na Tabela 8.7 são apresentados os valores calculados de redução da vazão de base para as bacias do Ribeirão Capitão do Mato e rio do Peixe. Na Figura 8.13 é apresentada a evolução do rebaixamento em relação ao rebaixamento atual.

Tabela 8.6 – Vazões de base médias simuladas nas sub-bacias

Período	Vazões (m³/h)									
	Cór. Boiadeiros	Cór. Fechos	Cór. Grota Fria	Cór. Marumbé	Cór. Penteado	Cór. Tamanduá	Rib. Capitão do Mato	Rib. dos Macacos	Rib. Marinhos	Rio do Peixe
Ano 00	212	1162	153	645	322	88	1608	186	92	228
Ano 01	212	1162	153	645	322	88	1592	186	92	220

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 154/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Ano 02	212	1162	153	645	322	88	1593	186	92	220
Ano 03	212	1162	153	645	322	88	1593	186	92	220
Ano 05	212	1162	153	645	322	88	1593	186	92	220
Ano 10	212	1137	153	645	322	86	1591	184	92	220
Ano 43	206	1137	153	643	320	86	1384	184	91	192

Tabela 8.7 – Redução das vazões de base médias nas sub-bacias Rib. Capitão do Mato e rio do Peixe produzidas pela expansão da mineração

Período	Vazões (m³/h)	
	Rib. Capitão do Mato	Rio do Peixe
Ano 01	-15	-8
Ano 02	-14	-8
Ano 03	-15	-8
Ano 05	-15	-8
Ano 10	-17	-8
Ano 43	-224	-36

Para a expansão final, estima-se que deverá ser feita uma reposição de água total de cerca de 300 m³/h, sendo o maior impacto observado nos afluentes da sub-bacia do ribeirão Capitão do Mato, a sul da mina de CMT. As bacias de Fechos e do Boiadeiros apresentam tendências de perda de vazão quando comparados os anos de 2009, 2019, Ano 10 e Ano 43, no entanto as perdas de vazões percentuais são inferiores a 3,5%, dentro dos erros estimados para os cálculos do modelo.

Desta forma, mais adiante, no capítulo de plano de monitoramento são apresentados novos pontos de monitoramento de vazão para auxiliar na constatação dos impactos futuros ao longo do tempo.

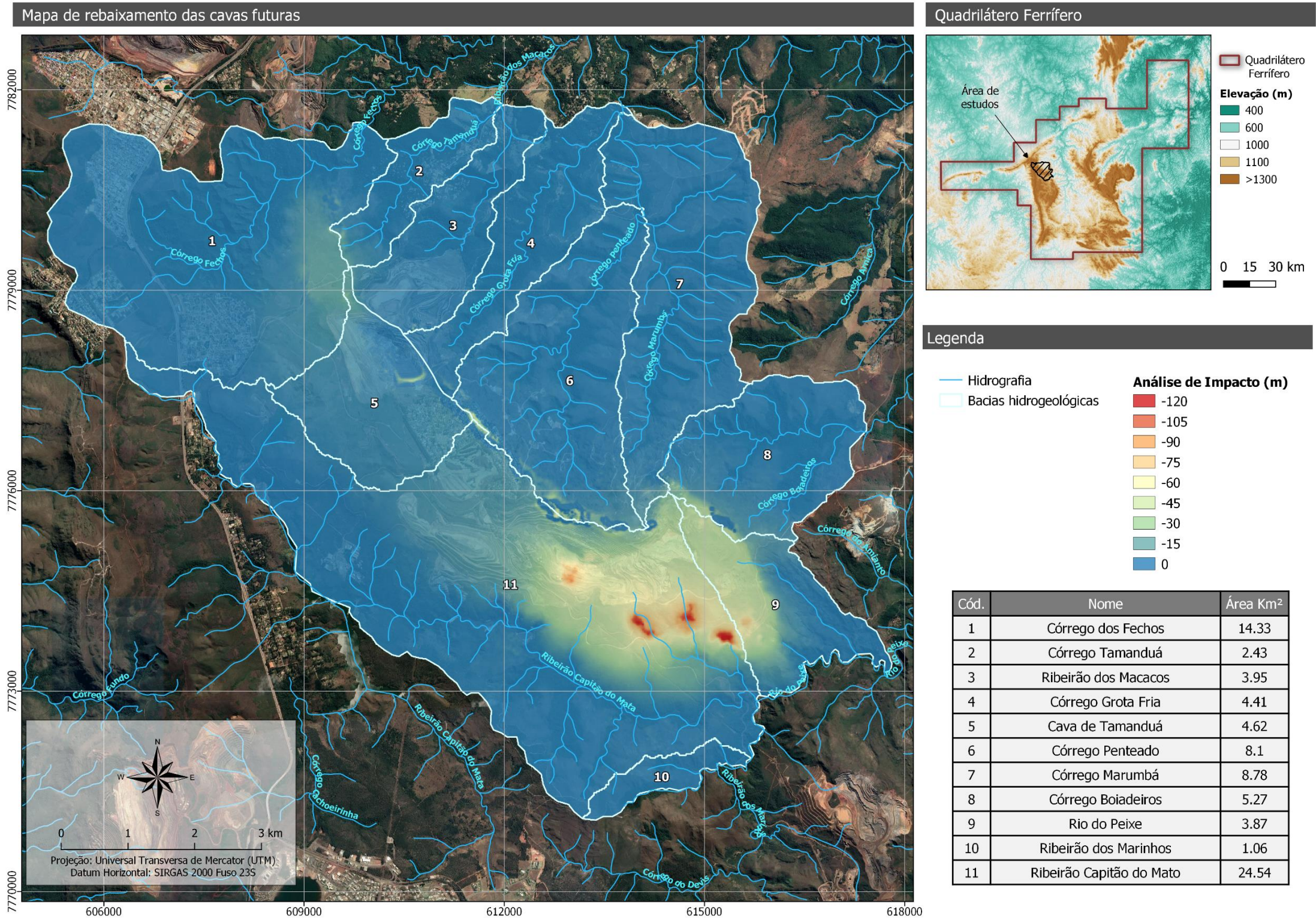



Figura 8.13: Previsão do rebaixamento do nível d’água na área de estudo produzido pelo bombeamento, entre os anos 00 e 43

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 156/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

8.2.1 Análise de impactos futuros no córrego Fechos

A evolução da cava de Tamanduá, apesar de não avançar abaixo do nível d'água atual, pode interferir na sub-bacia do córrego de Fechos em função da mudança do relevo e retirada da cobertura sedimentar, cujas condutividades hidráulicas são elevadas na região da Faixa Tamanduá-Mutuca, na região monitorada pelos instrumentos V2-V1, conforme apresentado na Tabela 8.8 e Figura 8.14.

Observa-se que a previsão de redução da vazão de base em toda sub-bacia é de aproximadamente 25 m³/h, sendo que 16 m³/h estão localizados na região de V2-V1, 6 m³/h em Fechos Principal e 3 m³/h nas demais áreas. Esta redução representa 2% em relação à vazão média da sub-bacia do córrego de Fechos no Ano 00. Apesar do valor percentual ser baixo é importante ressaltar que os resultados mostram uma tendência de perda, condição que deve ser averiguada através do monitoramento contínuo.

Tabela 8.8 – Redução das vazões de base médias nas sub-bacias simuladas para os planos de lavras de expansão

Período	Vazões (m³/h)		
	Sub-Bacia Cór. Fechos	Fechos Principal	V2 - V1
Ano 00	1162	737	181
Ano 01	1162	737	181
Ano 02	1162	737	181
Ano 03	1162	737	181
Ano 05	1162	737	181
Ano 10	1137	731	165
Ano 43	1137	731	165

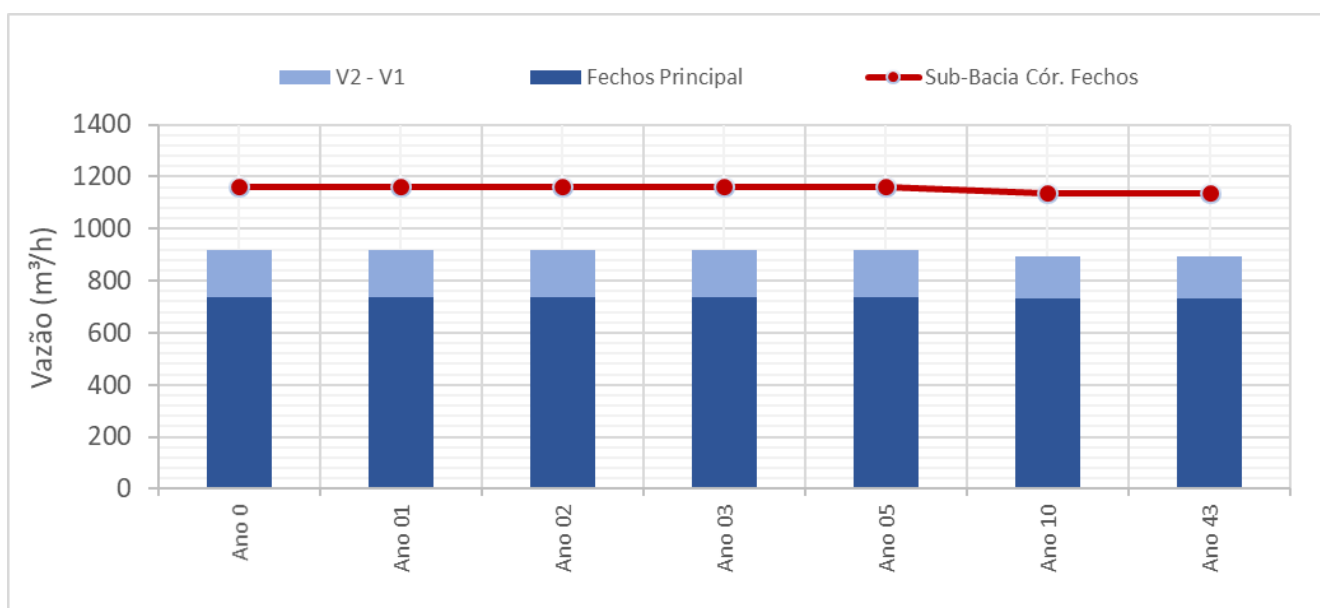




Figura 8.14 – Evolução das vazões de base médias previstas para a expansão de lavra para a sub-bacia do córrego Fechos

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 157/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

9.0 SIMULAÇÕES DE RECUPERAÇÃO DO NÍVEL D'ÁGUA

A simulação de recuperação do nível d'água foi realizada buscando-se quantificar as vazões de base nas sub-bacias locais após a recuperação do nível d'água.

Após a simulação de máximo rebaixamento, foi elaborada a simulação do enchimento das cavas de TAM e CMT. Neste cenário foi considerado o enchimento livre das cavas, partindo-se da cota de nível d'água subterrânea de máximo rebaixamento. Como premissa para a recuperação, admitiu-se o desligamento total de qualquer tipo de bombeamento de água das cavas e foram mantidas as taxas de recarga e a condutividade hidráulica do modelo calibrado. Ressalta-se que todos os resultados obtidos foram para a condição de ambas as minas apresentarem seus enchimentos simultâneos.

Também foi realizada a estimativa da taxa de contribuição de entrada de águas superficiais na cava, por meio do balanço hídrico (precipitação – evaporação) realizado na área de contribuição da bacia onde se situam as cavas TAM e CMT. Desta forma, inicialmente, estabeleceram-se os valores de evapotranspiração potencial e de precipitação média mensal dos últimos 10 anos, conforme apresentado na Tabela 9.1.

Tabela 9.1 – Parâmetros climatológicos considerados para estimar a recarga na região das cavas TAM e CMT.

Mês	Evaporação (mm) *	Precipitação (mm) – Média últimos 10 anos
Janeiro	206	260
Fevereiro	154	162
Março	157	246
Abril	83	52
Maio	85	33
Junho	82	25
Julho	77	7
Agosto	80	8
Setembro	114	55
Outubro	125	141
Novembro	145	258
Dezembro	150	352

*Fonte: Grandchamp & Velásquez, 2002.

As principais características da bacia de contribuição, bem como da cava TAM e do seu respectivo lago, utilizadas no cálculo da estimativa de enchimento estão listadas na Tabela 9.2.

A cava CMT ao final de sua expansão apresentará distintos *pits* com lagos, conforme mostram as Figuras 9.1 e 9.2. Nas Tabelas 9.3 e 9.4 são apresentadas as características do lago no *pit* mais largo (CMT Noroeste) e para o *pit* inferior (CMT Sudeste), de vertimento.



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 158/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 9.2 – Parâmetros considerados no cálculo de estimativa da taxa de contribuição superficial para cava TAM

Parâmetro	Valor
Área de Contribuição (km²)	2,3
Área do espelho do lago final (km²)	0,5
Volume do lago final (Mm³)	31,7
Cota do <i>pit</i> (m)	1.032
Cota de vertimento (m)	1.195
Contribuição superficial média (m³/d)	5.642
Contribuição subterrânea média (m³/d)	3.408
Tempo de recuperação (anos)	9,6

Tabela 9.3 – Parâmetros considerados no cálculo de estimativa da taxa de contribuição superficial para a cava CMT Noroeste



Parâmetro	Valor
Área de Contribuição (km²)	2,2
Área do espelho do lago final (km²)	0,6
Volume do lago final (Mm³)	26,4
Cota do <i>pit</i> (m)	1127
Cota de vertimento (m)	1250
Contribuição superficial média (m³/d)	5.054
Contribuição subterrânea média (m³/d)	-454
Tempo de recuperação (anos)	15,7

Tabela 9.4 – Parâmetros considerados no cálculo de estimativa da taxa de contribuição superficial para a cava CMT Sudeste

Parâmetro	Valor
Área de Contribuição (km²)	2,2
Área do espelho do lago final (km²)	0,3
Volume do lago final (Mm³)	10,1
Cota do <i>pit</i> (m)	1016
Cota de vertimento (m)	1112
Contribuição superficial média (m³/d)	5.343
Contribuição subterrânea média (m³/d)	1.733
Tempo de recuperação (anos)	3,9

Na Tabela 9.5 é apresentada a evolução das vazões de base média simuladas para os cenários em estudo para as sub-bacias. A primeira linha apresenta as vazões de base média para o ano de 2009, período de partida da calibração. Ressalta-se que os impactos anteriores a este ano não foram modelados neste trabalho. Na segunda linha estão descritas as vazões de base médias calculadas para a situação atual (2019); e na terceira linha as vazões de base média simuladas para o cenário de máximo rebaixamento.

Na quarta linha são apresentados os valores das vazões de base médias simulados nos talwegues após o encerramento do bombeamento, recuperação e estabilização dos níveis d'água. Nesta condição, a recuperação dos níveis d'água e respectivos gradientes hidráulicos proporcionam a recuperação das vazões de base nos cursos d'água. Nota-se que, de forma geral, as vazões de base retomam valores iguais ou pouco superiores ao ano 2009. Uma tendência distinta foi observada na sub-bacia do ribeirão Capitão do Mato, que apresentou uma perda de 4%, podendo estar atrelada à alteração do relevo, porém se ressalta também que este valor está no limiar dos erros numéricos do modelo.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 159/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Na quinta linha são agregados à recuperação das vazões de base médias (decorrentes da elevação do nível d'água subterrâneo) os valores calculados para o vertimento dos lagos formados nas cavas após a estabilização dos níveis. Estima-se que cerca de 380 m³/h de água verterão da cava TAM em direção ao córrego Grota Fria, e cerca de 690 m³/h verterão do sistema de cavas de CMT no Rio do Peixe, próximo à confluência com o ribeirão Capitão do Mato.

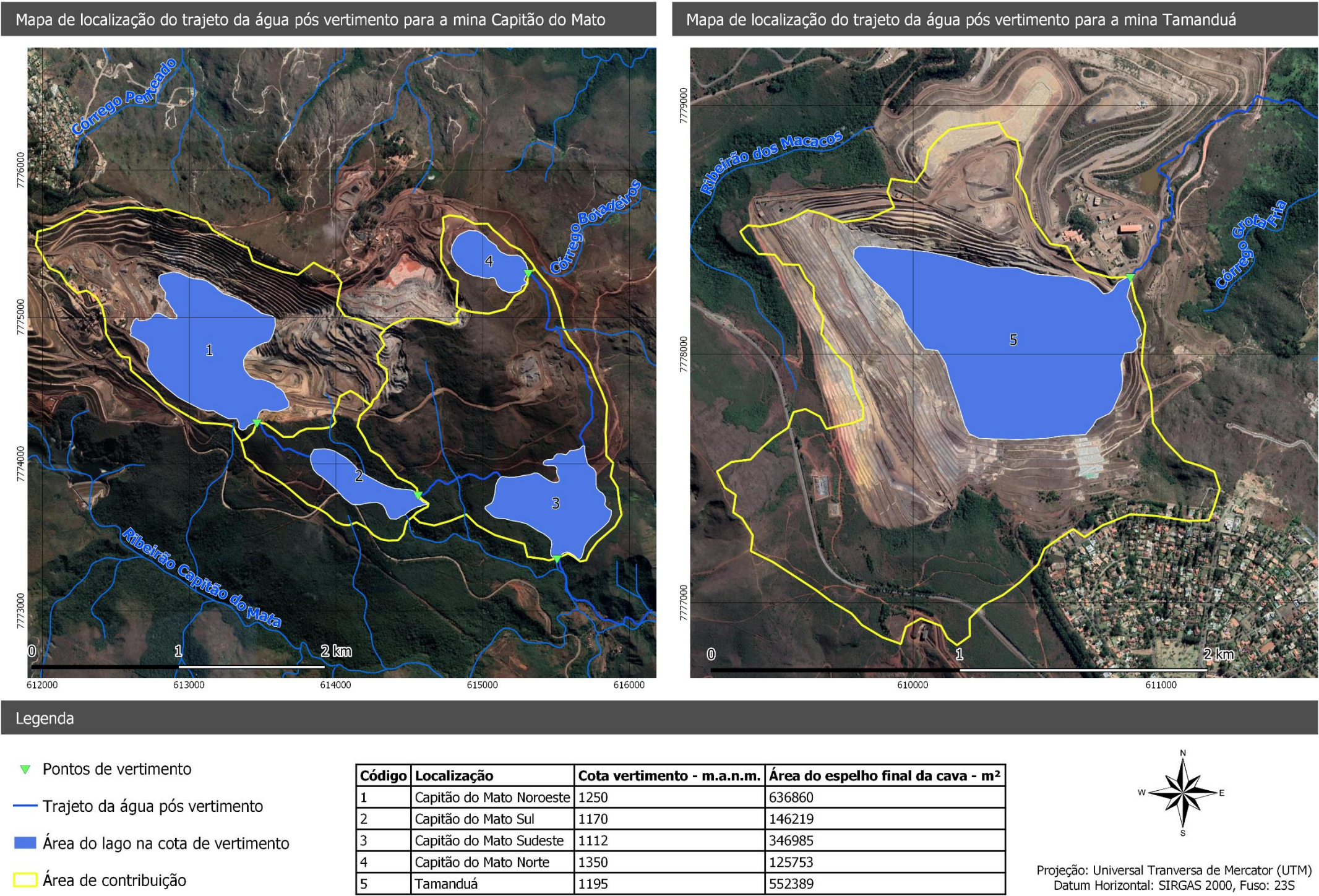
Por fim, na sexta e sétima linhas estão apresentados os impactos decorrentes da diferença entre as vazões de base médias simuladas para o cenário de 2009 e cenário de Recuperação, incluindo-se o vertimento dos lagos das cavas.

Após a recuperação total dos níveis e vertimento dos lagos, as sub-bacias dos córregos Grota Fria e Rio do Peixe apresentam uma clara tendência de maior disponibilidade hídrica. Nas demais bacias as diferenças observadas entre as vazões de base médias entre os cenários 2009 e Recuperação são próximas ao limiar das incertezas numéricas, indicando uma tendência de impacto neutro, ou seja, aproximando-se das condições anteriores ao rebaixamento.

Tabela 9.5 – Variação das vazões de base médias simuladas para os cenários nas as sub-bacias

Cenário	Vazões (m ³ /h)									
	Cór. Boiadeiros	Cór. Fechos	Cór. Grota Fria	Cór. Marumbé	Cór. Penteado	Cór. Tamanduá	Rib. Capitão do Mato	Rib. dos Macacos	Rib. Marinhos	Rio do Peixe
2009	215	1209	153	646	322	89	1791	186	92	231
2019	212	1162	153	645	322	88	1608	186	92	228
Máximo Rebaixamento	206	1137	153	643	320	86	1384	184	91	192
Recuperação	222	1263	173	660	330	88	1728	187	92	248
Recuperação + Vertimento dos lagos	222	1263	553	660	330	88	1728	187	92	938
Impacto	7	54	400	14	8	-1	-63	1	0	707
Impacto * (%)	3%	4%	261%	2%	2%	-1%	-4%	1%	0%	306%

*Nota: Pelas premissas adotadas na modelagem, bem como as ferramentas matemáticas disponíveis no software Feflow, a sensibilidade das previsões de redução das vazões está atrelada aos erros das estimativas das cargas hidráulicas obtidas no modelo (NMRS calculado em 3,5%).



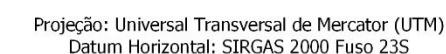




Figura 9.2: Seção vertical com a projeção dos níveis d'água após o encerramento das operações

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 162/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

10.0 PLANO DE MONITORAMENTO

Na proposição da rede e plano de monitoramento hídrico quantitativo das águas subterrâneas para a área do projeto Ampliação Cavas Tamanduá e Capitão do Mato foram levados em consideração apenas os contornos do domínio de estudo, por se entender que as alterações hidrogeológicas mais significativas associadas à operação dos empreendimentos estão situadas nestes limites. Os diferentes dispositivos de monitoramento atualmente operantes na área consistem em piezômetros, indicadores de nível de água, estações fluviométricas e estações pluviométricas. Dessa maneira, a rede proposta se configura em uma complementação da rede existente.

De maneira geral, a análise histórica e de distribuição dos dados de precipitação, oscilações do nível de água e de vazões apresentadas anteriormente já forneceram um bom entendimento sobre o regime sazonal de recarga, circulação e de descarga das águas subterrâneas, bem como sobre sua relação com as águas superficiais no domínio de interesse avaliado.

A definição da rede de monitoramento hídrico proposta envolve a continuidade do monitoramento dos dispositivos e a indicação de pontos complementares para observação da dinâmica de circulação das águas superficiais e subterrâneas na área de influência investigada em função das expansões das lavras e dos possíveis impactos.

Na Tabela 10.1 e Tabela 10.2 estão apresentados, respectivamente, os piezômetros e vertedouros no Complexo Vargem Grande cuja continuidade do monitoramento é recomendada. A escolha destes dispositivos leva em consideração os piezômetros e vertedouros informados como ativos em dados disponibilizados pela Vale.

Os pontos sugeridos para a implantação dos dispositivos de monitoramento do nível d'água são apresentados na Tabela 10.3 e para o monitoramento de vazão na Tabela 10.4. A distribuição dos mesmos é ilustrada na Figura 10.1, junto aos instrumentos já existentes que se encontram ativos. Os pontos propostos foram distribuídos de modo que os níveis de água durante o rebaixamento do aquífero sejam monitorados e sirvam como base para determinação do fluxo subterrâneo à medida que as cavas evoluam, bem como em locais estratégicos para monitorar o efeito da variação das recargas ao longo do tempo. Ressalta-se que a viabilidade de instalação destes instrumentos deverá ser avaliada pela empresa a depender da titularidade dos terrenos e autorizações ambientais.

Recomenda-se que a manutenção dos instrumentos de monitoramento de vazão seja realizada de forma periódica. Também se recomenda que, para períodos de vazões máxima (pico das cheias) e vazões mínimas (pico da estiagem), os dados de vazão monitorados nos vertedouros sejam acompanhados de monitoramento de medidas diretas, uma vez que os vertedouros instalados podem não ser capazes de medir as vazões extremas.

Recomenda-se ainda o aprimoramento do monitoramento das vazões dos poços de rebaixamento, sendo todos realizados por meio de hidrômetros, bem como o monitoramento das vazões de bombeamento dos *sumps* e drenos horizontais.





		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 163/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 10.1: Instrumentos de monitoramento de nível d'água nas minas de Capitão do Mato e Tamanduá Ativos

Nome	Cod. Geotec	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Profundidade (m)	Inclinação (°)
INA-41/10	INA-41/10	612676.1	7775662.6	1412.9	150.0	90
INA-PTP-12/07	INA-PTP-12/07	613167.7	7775529.7	1416.5	182.0	90
INA-37/07	INA-37/07	612757.2	7775639.8	1420.7	91.1	75
PZ-34/07	PZ-34/07	613114.8	7775536.9	1412.7	100.0	90
PZ-32/07	PZ-32/07	613620.5	7775327.2	1431.9	78.0	90
PZ-35/07	PZ-35/07	613778.3	7775288.4	1442.0	115.5	60
PZ-33/07	PZ-33/07	613358.6	7775451.6	1415.9	100.0	90
PZ-30/07	PZ-30/07	612709.4	7775729.3	1439.3	97.0	90
INA-48/12	CMT_INA-48/12	613645.0	7774243.3	1396.5	320.0	75
INA-45/18	CMT_INA-45/18	613410.9	7774444.1	1345.0	252.0	90
INA-14/07	CMT_INA-14/07	610569.7	7775236.9	1361.5	174.4	75
INA-38/18	INA-38/18_CMT	613209.0	7776162.6	1277.0	138.0	90
INA-47/12B	CMT_INA-47/12B	613666.3	7773899.4	1314.0	170.0	90
INA-47/12A	CMT_INA-47/12A	613666.3	7773899.4	1314.0	240.0	90
INA-46/12	CMT_INA-46/12	614616.0	7773712.9	1247.9	399.0	75
INA-45/12	CMT_INA-45/12	613616.1	7774005.6	1345.4	352.7	75
INA-44/12	CMT_INA-44/12	613563.4	7773708.5	1282.9	274.0	75
INA-43/12	CMT_INA-43/12	614563.7	7773608.2	1232.9	307.1	65
INA-29/07	CMT_INA-29/07	614785.1	7773321.1	1164.5	128.8	90
INA-15/17	CMT_INA-15/17	614822.9	7774034.8	1277.4	150.0	90
INA-16/17	CMT_INA-16/17	615908.4	7774195.4	1216.7	200.0	90
INA-44/18	CMT_INA-44/18	612783.9	7775375.2	1287.0	115.3	90
INA-46/18	CMT_INA-46/18	613434.7	7775062.4	1270.0	138.0	90
PZ-36/18	PZ-36/18_CMT	613049.0	7775269.6	1281.0	138.0	90
INA-58/10	TAMATTTANA053	611105.6	7776704.8	1388.0	200.0	90
PZ-56/09A	TAMATTTAPZ056	610490.0	7776693.6	1421.8	250.0	90
PZ-56/09B	TAMATTTAPZ057	610490.0	7776693.6	1421.8	250.0	90
PZ-46/16	PZ-46/16 TAM	610445.4	7777881.5	1060.8	121.0	90
PZ-30/17	PZ30/2017	610445.4	7777806.7	1091.0	91.0	90
PZ-03	TAMCVTAPG003	610567.9	7777956.2	1083.9	-	-
PZ-02	TAMCVTAPG002	610311.3	7777936.1	1075.8	-	-
INA-80/16	INA-80/16 TAM	610483.4	7777809.9	1091.5	100.0	90
INA-66/14	INA-66/14	610541.4	7777789.9	1103.0	150.0	90
INA-32/17	INA 32 / 2017	610347.4	7777822.7	1081.0	101.0	90
INA-30/18	TAM_INA30/18	610445.4	7777806.7	1091.0	91.0	90
INA-73/14	INA-73/14	611094.5	7777876.7	1224.3	240.0	90
PZ-33A/17	PZ33 A /2017	610319.4	7777617.1	1220.0	127.5	90
PZ-35A/17	PZ35 A /2017	610351.2	7777681.4	1179.6	100.6	90
PZ-33B/17	PZ33 B / 2017	610319.4	7777617.1	1220.0	54.2	90
PZ-35B/17	PZ35 B / 2017	610351.2	7777681.4	1179.6	85.5	90
INA-75/14A	INA-75/14A	610725.5	7777507.6	1302.2	200.0	90
INA-75/14B	INA-75/14B	610725.5	7777507.6	1302.2	200.0	90

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 164/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Nome	Cod. Geotec	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Profundidade (m)	Inclinação (°)
INA-64/14	INA-64/14	610418.1	7777598.2	1246.6	236.1	90
INA-34/17	INA34/2017	610846.4	7777507.1	1313.0	120.8	90
PZ-04-Indiano	PZ4 - Indiano_A	610623.2	7777532.0	1277.0	191.1	0
INA-71/14A	INA-71/14A	610417.3	7777410.8	1338.7	175.0	90
INA-71/14B	INA-71/14B	610417.3	7777410.8	1339.7	127.0	90
INA-70/14B	INA-70/14B	610637.7	7777422.3	1229.3	112.0	90
INA-70/14A	INA-70/14A	610637.7	7777422.3	1342.3	242.0	90
INA-69/14A	INA-69/14A	610481.6	7777359.4	1360.0	255.0	90
INA-69/14B	INA-69/14B	610481.6	7777359.4	1358.0	175.0	90
INA-25/17	INA25/2017	610363.4	7778520.5	1209.0	116.5	90
PZ-04A/17	PZ04 A /2017	610052.3	7778498.1	1227.0	106.3	90
INA-74/14	INA-74/14	609403.6	7778527.5	1322.6	240.0	90
INA-72/14	INA-72/14	609481.2	7777921.7	1420.3	200.0	90
INA-68/14A	INA-68/14A	609892.9	7777652.6	1361.4	200.0	90
INA-50/07	INA-50/07	609809.7	7778899.7	1218.1	90.0	90
INA-52/08	TAMATTTANA057	609588.9	7779112.6	1282.3	186.0	60
PZ-46/07A	TAMATTTAPZ053	609247.9	7779088.2	1300.0	195.1	60
PZ-46/07B	TAMATTTAPZ054	609247.9	7779088.2	1300.0	119.2	60

Coordenadas na projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S

Tabela 10.2 Instrumentos de monitoramento de vazão nas minas de Capitão do Mato e Tamandua Ativos

Nome	Cod. Geotec	Tipo	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)
VZ_CMT01/18	-	Calha Parshall	617302	7776840	1026
TAM_VZ_14/96	TAMATTTAMT042	Trapezoidal	611856	7781675	914
CPX_VZ_MAR_12/96	-	Trapezoidal	613716	7781455	1101
Galeria Fechos	CPX_VZ_FEC_29	Triangular	608273	7780150	1150
V2	CPX_VZ_FEC_02/01	Trapezoidal	609472	7780820	1073
V1	CPX_VZ_FEC_01/01	Trapezoidal	608714	7780661	1120
Fechos Principal	CPX_VZ_FEC_CP	Calha Parshall	608281	7780104	1150
Surgência Cástica	CPX_VZ_FEC_Surgência Cástica	Medição Direta	607556	7779443	1247
TAM_VZ-41/01	TAMPGFMT013	Trapezoidal	611128	7778213	1177
TAM_VZ_11/96	TAMATTTAMT040	Trapezoidal	613656	7781715	957
CMT_VZ_15/02	CMTATTCMT008	Trapezoidal	612181	7774315	1218
CMT_VZ_17/02	CMTATTCMI009	Triangular	612883	7773402	1185
VZ_CMT_02/18	-	Triangular	614904	7773467	1156
CMT_LD-06/14	CMTATTCMO004	Medição Direta	612563	7773386	1133
CMT_LD-05/14	CMTATTCMO003	Medição Direta	610365	7774111	1161
TAM_VZ_13/96	TAMATTTAMT041	Trapezoidal	611886	7781675	913
TAM_VZ_22/18	-	Trapezoidal	611824	7780921	928
VTD-66/03	TAMBCSMI237	Triangular	611255	7779524	1046
MV- 01/17	TAMPECSMI001	Triangular	611360	7779547	1030
DRENO 66/03	TAMBCSMO235	Medição Direta	611255	7779524	1046
TAM_VZ_65/00-B	TAMBCSMO248	Medição Direta	611911	7780247	1030

Coordenadas na projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 165/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

Tabela 10.3: Instrumentos de monitoramento de nível d'água propostos para a expansão das minas de Capitão do Mato e Tamanduá

Nome	UTM E (m)	UTM N (m)	Elevação (mNM)	Profundidade (m)	Litologia
PZ-01	615025	7775137	1489	250	Formação Ferrífera
PZ-02	614008	7775594	1408	100	Quartzito
PZ-03	614715	7774591	1387	200	Formação Ferrífera
PZ-04	611931	7775773	1367	100	Formação Ferrífera
PZ-05	609737	7776982	1481	250	Itabirito Dolomítico
PZ-06	608852	7778727	1355	150	Formação Ferrífera
PZ-07	609115	7780040	1300	150	Formação Ferrífera
PZ-08	605793	7779260	1438	100	Itabirito Dolomítico
PZ-09	608292	7777672	1398	100	Itabirito Dolomítico
PZ-10	612118	7777241	1262	100	Quartzito
PZ-11	606949	7780628	1397	100	Itabirito Dolomítico

Coordenadas na projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S

Tabela 10.4: Instrumentos de monitoramento de vazão propostos para a expansão das minas



Nome	Tipo	UTM E (m)	UTM N (m)	Finalidade
EF-01	Estação Automática	614179	7777083	Melhoria do monitoramento na bacia do córrego Fechos
VTD-01	Vertedouro	612841	7777156	Entendimento dos fluxos dos aquíferos quartzíticos
VTD-02	Vertedouro	608224	7780074	Entendimento dos fluxos dos aquíferos quartzíticos
VTD-03	Vertedouro	614197	7772778	Acompanhamento do rebaixamento de CMT
VTD-04	Vertedouro	617157	7773699	Acompanhamento do rebaixamento de CMT
VTD-05	Vertedouro	615870	7772864	Acompanhamento do rebaixamento de CMT
VTD-06	Vertedouro	617290	7773514	Acompanhamento do rebaixamento de CMT

Coordenadas na projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S

O plano de monitoramento deve seguir as condições preestabelecidas pelos dispositivos de monitoramento já existentes na área de interesse. Sendo assim, recomenda-se o monitoramento semanal das vazões e dos instrumentos de nível de água para se garantir uma boa representatividade dos dados coletados e se registrar possíveis oscilações mensais. Sempre que possível a rede de monitoramento deve contar com dispositivos automáticos de medição que permitam um acompanhamento diário das variações da dinâmica hídrica superficial e subterrânea.

Os dados anotados em campo deverão ser repassados para um banco de dados seguro, que deverá registrar, no mínimo, os seguintes dados:

- Identificação do ponto;
- Coordenadas geográficas, e cota altimétrica do ponto de medição;
- Data e hora da medição;
- Cota ou vazão medida em campo, informando a unidade de medida;
- Observações de campo realizadas pelo hidrometrista;

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 166/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

A apresentação dos dados deverá ser feita através de tabelas e gráficos que correlacionem os diversos dispositivos monitorados de forma a estabelecer a influência da precipitação pluviométrica e/ou do bombeamento de poços, permitindo-se o estabelecimento da relação entre águas superficiais e subterrâneas, bem como a sazonalidade dessa relação.

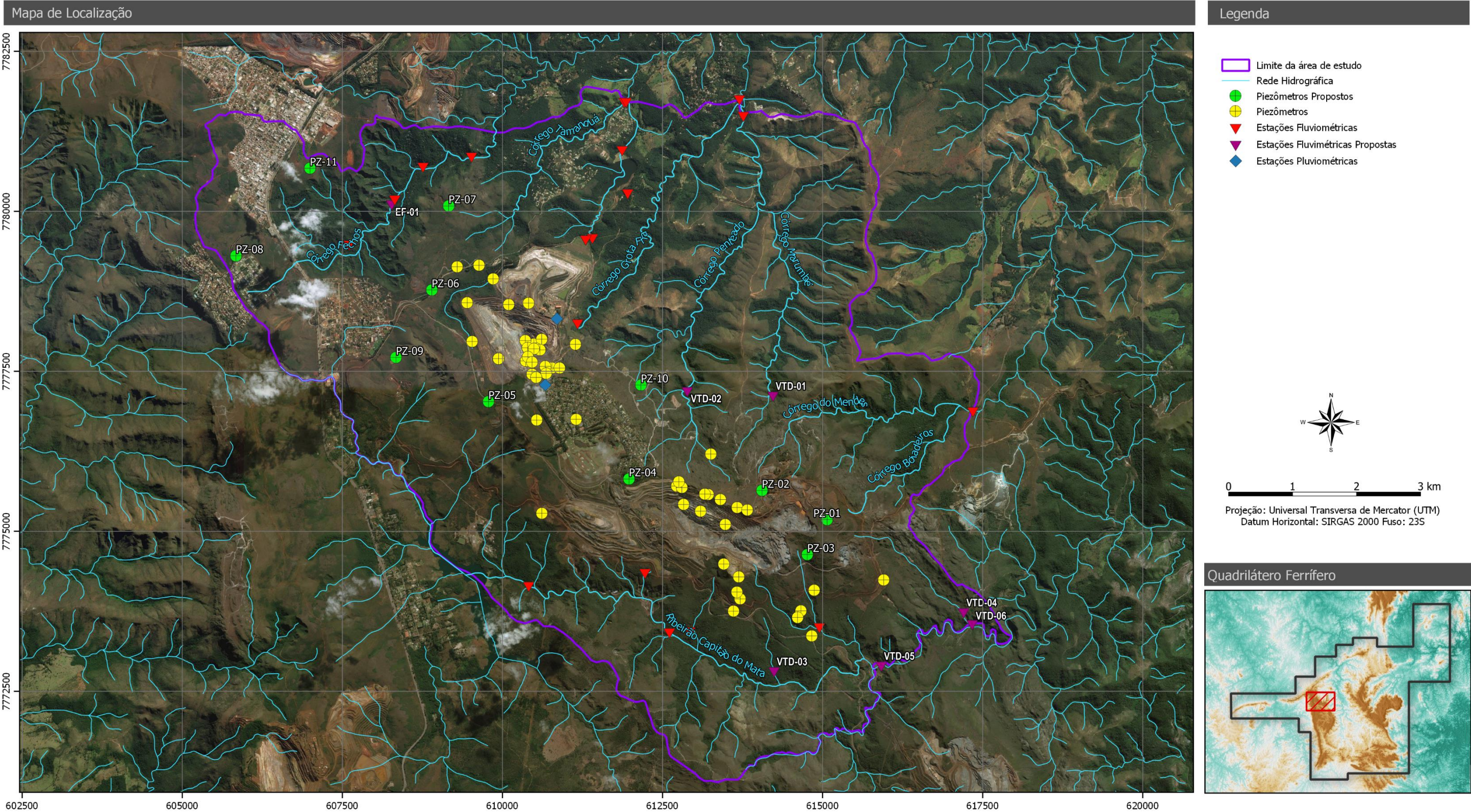




Figura 10.1: Localização dos instrumentos de monitoramento existentes e propostos para o projeto Ampliação Cavas Tamanduá e Capitão do Mato

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 168/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

11.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS



O objetivo deste trabalho consistiu no diagnóstico hidrogeológico da área de estudo, bem como na avaliação dos potenciais impactos nos recursos hídricos subterrâneos a serem produzidos pela expansão das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

Desta forma, o diagnóstico ambiental foi realizado a partir da descrição do modelo hidrogeológico conceitual. Neste modelo foi possível delimitar o domínio da área de estudo, o qual contém as unidades hidrogeológicas principais, capazes de agregar todos os litotipos definidos no modelo de bloco geológico. Ainda foi realizada a avaliação qualitativa dos principais elementos que compõem o balanço hídrico na área, como as recargas, bombeamentos e descargas, bem como foram levantados e avaliados dados de literatura para as propriedades hidráulicas e recarga de cada litotipo caracterizado na área. A partir da observação e avaliação da evolução dos níveis d'água ao longo do tempo, pôde ser interpretado a partir de seções verticais, as principais áreas já afetadas pelo rebaixamento das minas até o momento e os principais fatores controladores e limitadores do fluxo na área de estudo.

Em seguida, o modelo numérico correspondeu à materialização do modelo hidrogeológico conceitual. Desta forma, a ferramenta incorporou uma quantidade significativa de informações existentes, incluindo-se suas análises e interpretações, assim como as unidades hidrogeológicas identificadas como mais importantes em termos de fluxo subterrâneo. Assim, com a calibração adequada do modelo numérico, onde os níveis de água subterrâneos simulados foram ajustados aos observados em diferentes unidades do domínio, foi possível se medir a representatividade do modelo e validar a sua utilidade como ferramenta analítica preditiva para a avaliação dos impactos futuros. Conforme destacado ao longo do trabalho, os resultados do modelo devem ser interpretados como tendências, e os valores numéricos absolutos estimados para as vazões como ordem de grandeza. As fragilidades do modelo devem ser entendidas, sendo o monitoramento contínuo um importante indicador para a tomada de decisões.



As principais conclusões do modelo foram:

- A calibração em regime permanente do modelo pôde reproduzir, em termo gerais, as direções de fluxo predominantes e o nRMS é de 3,5%.
- O erro do balanço de massa do modelo é inferior a 1%, indicando uma adequada convergência e representatividade.
- Durante a calibração, foi identificada na região norte do modelo, no contexto morfotectônico da Faixa-Tamanduá Mutuca, uma grande influência da geometria dos filitos da Fm. Batatal e das formações ferríferas da Fm. Cauê nos resultados produzidos. Conforme discutido no modelo conceitual, nesta região há uma grande incerteza quanto à tectônica e morfologia destas unidades, podendo ser



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 169/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

uma região de dobramento, falhas ou mesmo mista entre ambas as estruturas. Para este estudo, por meio da concepção do modelo geológico em conformidade com os modelos geológicos de bloco e demais evidências e interpretações geológicas já levantadas pela equipe da Vale, na região da Faixa Tamanduá-Mutuca foi atribuída a morfologia de dobras, configurando-se uma estrutura sinclinal / anticlinal para explicar a duplicação das unidades geológicas a leste do Sinclinal Moeda. No entanto, durante a calibração, assumiu-se também a hipótese de que a Fm. Cauê na Faixa Tamanduá-Mutuca esteja muito fraturada e/ou falhada, uma vez que para a calibração dos instrumentos na região mencionada, foi necessária a acomodação de uma condutividade mais elevada do que nas demais regiões.

- Ainda quanto ao modelo conceitual é importante ressaltar que as coberturas na bacia de Fechos foram consideradas mais condutivas que as demais, representando a maior capacidade de infiltração e percolação da água decorrente da presença de uma cobertura granular espessa associada a um perfil epicárstico desenvolvido na zona intemperizada da Formação Gandarela. No estágio atual do conhecimento geológico da bacia de Fechos não foram mapeadas as zonas de fluxo preferenciais no interior do aquífero carbonático Gandarela associadas a condutos cársticos, sendo indicado, portanto, assumir uma recarga difusa no modelo, com taxas elevadas, distribuídas sobre as coberturas da bacia.
- O modelo transiente, executado no período entre outubro de 2009 e setembro de 2019, pôde reproduzir de forma geral os rebaixamentos observados na maior parte do domínio de cálculo. Os resultados foram avaliados em grupos e seus resultados e incertezas estão resumidos no Quadro 3.1 (item 3.2 Calibração Regime Transiente).
- Durante a calibração em regime transiente, observou-se a redução da taxa de recarga durante o período de escassez hídrica, com precipitação muito inferior à média histórica por mais de 7 anos consecutivos. Esse fenômeno pode estar associado à queda progressiva do nível d'água, aumentando-se consequentemente as perdas relativas à evaporação no solo e evapotranspiração nas camadas atravessadas pelas raízes das plantas, bem como por variações na intensidade da precipitação. Desta forma, a recarga calibrada baseou-se nos dados de monitoramento das bacias não afetadas pela mineração.
- Esta condição de redução da recarga foi aplicada de forma particular para a bacia do córrego Fechos. A calibração da taxa de recarga nesta região representa numericamente tanto a perda de recarga, por consecutivos anos de baixa precipitação, quanto a perda por bombeamento da mina CPX e bombeamento de terceiros no Jardim Canadá.



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 170/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

- As simulações da expansão do rebaixamento foram realizadas em regime transiente para os anos 01 a 05 e em regime permanente para os anos 10 e 43. Foram estimadas vazões de bombeamento variando aproximadamente entre 300 a 400 m³/h para a cava TAM, a qual não se expandirá abaixo do nível d'água atual, e vazões entre 200 a 515 m³/h para o rebaixamento da cava de CMT.
- Ressalta-se que nas simulações realizadas em regime permanente, a vazão de desaguamento é equivalente a uma vazão necessária para manter a cava na cota desejada após o rebaixamento, conforme o plano de lavra. Neste regime não são contabilizados os volumes armazenados na rocha, apenas os volumes de recarga. Por outro lado, em regime permanente, do ponto de vista de impacto ambiental, os resultados apresentam uma situação de máximo impacto, com o máximo cone de rebaixamento já estabilizado. Desta forma, o principal objetivo das simulações em regime permanente é a avaliação dos impactos e não a estimativa de vazão de desaguamento.
- Foi realizado um cálculo analítico, incluindo-se os volumes de armazenamento para estimar as vazões de bombeamento. Desta forma, assumindo-se uma porosidade média de 10% (equivalente aos itabiritos friáveis), estima-se que a vazão de bombeamento seja de aproximadamente 665 m³/h, incluindo-se a recarga e o armazenamento, considerando-se 43 anos de expansão.
- Sabe-se que a recarga tem um papel fundamental na manutenção da vazão de base dos cursos d'água, já que a sua variação ao longo do tempo pode produzir o aumento ou a redução natural das descargas. Desta forma, para balizar as análises de impactos produzidos pelo rebaixamento foi realizada uma simulação para o período de calibração transiente do modelo, removendo-se os poços de bombeamento dos sistemas de rebaixamento e mantendo-se o nível d'água na região das minas equivalente ao ano de 2009. Esta simulação permitiu diferenciar e quantificar a redução das vazões e do nível d'água produzidos pela variação da recarga e, em comparação ao modelo calibrado, se quantificar a redução produzida pelo rebaixamento no período avaliado.
- No domínio de estudo a perda do volume por recarga atingiu cerca de 65%. Conforme modelado, a recarga para o ano hidrológico 2009/2010 representava cerca de 41 bilhões de metros cúbicos de água. No entanto, com taxas de precipitação muito inferiores à média histórica por mais de 5 anos, este volume foi reduzido a 14 bilhões de metros cúbicos para o ano mais crítico, 2016/2017. Ressalta-se que até o momento há um desconhecimento dos usuários de água subterrânea no bairro Jardim Canadá. Desta forma, estes não foram incluídos na modelagem, sendo necessárias essas ressalvas aos resultados obtidos.
- As sub-bacias impactadas pelo rebaixamento durante o período de análise de 2009-2019 foram: Ribeirão Capitão do Mato (56 m³/h) e o Córrego Fechos (31

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 171/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

m³/h). As demais sub-bacias não apresentam redução das vazões ou apresentam reduções inferiores a 3,5%, erro numérico do modelo, nas vazões médias, sendo consideradas insignificantes. Essas condições simuladas de fato encontram respaldo no monitoramento e nos demais estudos hidrogeológicos densenvolvidos, aumentando a confiabilidade da calibração obtida.



- As bacias localizadas na vertente nordeste, exteriores ao Sinclinal Moeda, não foram impactadas pelo rebaixamento durante o período de 2009 – 2019. Em grande parte, isso se deu pelas condições de barreiras hidráulicas impostas pela presença da Fm. Batatal.
- Como condicionante de outorga de rebaixamento da mina CMT, a Vale repõe no córrego Angu, situado na sub-bacia do ribeirão Capitão do Mato Jusante, a vazão de 60 m³/h. Conforme os dados modelados, o impacto produzido pela mineração, entre 2009 e 2019, em toda a sub-bacia do ribeirão Capitão do Mato, que inclui o córrego Angu, é aproximadamente 55 m³/h. Observa-se que além do córrego Angu, outra drenagem afluente do córrego Capitão do Mato foi afetada pela margem esquerda e a sul da mina CMT, como apresentado no monitoramento do instrumento CMT VZ 17/02, no córrego sem nome.
- A análise de impactos futuros provocados pela expansão das lavras resultou, de forma geral, em vazões de base para os Anos 01 a 05 que não apresentam variações significativas, uma vez que a expansão da lavra para estes anos encontra-se acima do nível d'água atual.
- Para o Ano 10, com a lavra final de TAM, foi calculada uma redução de cerca de 25 m³/h na bacia de Fechos, 17 m³/h na sub-bacia do Ribeirão Capitão do Mato, 8 m³/h na sub-bacia do Ribeirão do Peixe e valores inferiores a 3 m³/h nas demais bacias. De forma geral, essas reduções representam um percentual entre 1% e 4% em relação às vazões médias calculadas pelo modelo ao longo dos anos, e devem ser tomadas com ressalvas.
- Para o Ano 43, como foi mantida a mesma configuração da cava final de TAM (Ano 10), as reduções observadas tendem a ser mantidas, embora nas sub-bacias no entorno de CMT, onde haverá o maior aprofundamento da lavra e do nível d'água, as reduções se tornam significativas. Foi calculada uma perda de 220 m³/h na sub-bacia do Ribeirão Capitão do Mato e 36 m³/h na sub-bacia do rio do Peixe. Nas demais bacias as reduções verificadas se mantêm baixas, tanto em termos percentuais como em valores absolutos.
- A evolução da cava de Tamanduá, apesar de não avançar abaixo do nível d'água atual, pode interferir na sub-bacia do córrego Fechos em função retirada da cobertura sedimentar, cujas condutividades hidráulicas são elevadas, na região da Faixa Tamanduá-Mutuca, na região monitorada pelos instrumentos V2-V1. A

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 172/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

previsão de redução da vazão de base em toda sub-bacia, para a condição de máximo rebaixamento, é de aproximadamente 25 m³/h, sendo que 16 m³/h se localizam na região de V2-V1, 6 m³/h em Fechos Principal e 3 m³/h nas demais áreas. Esta redução representa 2% em relação à vazão média da sub-bacia do córrego Fechos em 2019. Ressalta-se que este valor situa-se dentro do intervalo de incerteza do modelo (3,5%), no entanto a verificação de um tendência de redução ao longo dos anos chama atenção para a necessidade de acompanhamento por monitoramento para averiguar qualquer alteração.

- A simulação de recuperação do nível d'água foi realizada buscando-se quantificar as vazões de base nas sub-bacias locais após a recuperação do nível d'água. De forma geral, as vazões de base retomam volumes iguais ou pouco superiores ao ano de 2009, com exceção da sub-bacia do ribeirão Capitão do Mato, uma vez que as alterações de relevo nesta sub-bacia não permitirão a recuperação completa das cargas hidráulicas conforme configurações anteriores à expansão do rebaixamento de CMT. No entanto, é importante ressaltar que ao final do enchimento é estimado que cerca de 380 m³/h verterão da cava TAM em direção ao córrego Grota Fria, e cerca de 690 m³/h verterão do sistema de cavas de CMT no Rio do Peixe, próximo à confluência com o ribeirão Capitão do Mato.
- Por fim, recomenda-se a manutenção do monitoramento existente, bem como a implantação de novos dispositivos para o monitoramento do nível d'água (11) e de vazão (7) distribuídos em locais estratégicos, capazes de monitorar os níveis d'água durante o rebaixamento do nível d'água do aquífero, bem como monitorar o efeito da variação das recargas ao longo do tempo. Este monitoramento será capaz de validar os resultados das simulações, bem como ampliar o conhecimento da área para estudos futuros.
- Recomenda-se ainda o aprimoramento do monitoramento das vazões dos poços de rebaixamento, sendo todos realizados por meio de hidrômetros, bem como o monitoramento das vazões de bombeamento dos *sumps* e drenos horizontais.

É importante salientar que os resultados obtidos neste estudo estão condicionados à interpretação dos dados existentes até o momento. Portanto, caso haja alterações no entendimento do modelo hidrogeológico conceitual à luz de novas informações, o modelo numérico deverá ser atualizado para obtenção de novos resultados.



		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 173/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

12.0 EQUIPE

A equipe técnica do projeto é apresentada no Quadro 12.1 a seguir.

Quadro 12.1 – Equipe técnica

Integrantes	Formação
Paulo Pessoa	Geólogo Sênior
Gisele Kimura	Geólogo Sênior
Dora Atman	Geóloga Pleno
Lorrayne Silva	Geóloga Pleno
Ednilson Rosa	Geólogo Júnior
Paula Hernandez	Geóloga Júnior
Giancarlo Ramos	Geólogo Júnior
Rogério Silva Lucas	Técnico em Geoprocessamento
Leonardo Vaz	Estagiário

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 174/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

13.0 REFERÊNCIAS

ALKMIM, F. F.; CHEMALE, JR F.; ENDO, I. 1996. A deformação das coberturas proterozóicas do Cráton do São Francisco e seu significado tectônico. Revista da Escola de Minas, v.49(1), p.22-38.

ALKMIM, F. F.; MARTINS-NETO, M. A. 2012. Proterozoic first-order sedimentary sequences of the São Francisco craton, eastern Brazil. Marine and Petroleum Geology, v. 33, p. 127-139.

ALKMIM, F. F.; NOCE, C. M. 2006. The Paleoproterozoic Record of the São Francisco Craton, In: Alkmim, F. F.; Noce, C. M. (Editors), International Geoscience Programme (IGCP) 509 Field workshop, Bahia and Minas Gerais, Brazil, Field Guide & Abstracts, p. 114.

ALKMIM, F.F.; MARSHAK, S. 1998. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton, Minas Gerais, Brazil: Evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. Precambrian Research, v. 90 p. 29-58.

ALMEIDA, F. F. M. 1977. O Cráton do São Francisco, Revista Brasileira de Geociências, 7: 349-364.

ANDERSON, M. P. & WOESSNER, W. W. Applied groundwater modeling. San Diego: Academic Press Inc., 1992. 381 p.

BALTAZAR, O. F.; SILVA S. L. 1996. Associações litofaciológicas. In: M. Zucchetti, & O.F. Baltazar (org.). Projeto Rio das Velhas: Texto explicativo do mapa geológico integrado, escala 1:1.000.000, 2 ed. Belo Horizonte, DNPM/CPRM, 43-48 p.



BALTAZAR, O. F.; ZUCCHETTI M. 2007. Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. Ore Geology Reviews, v. 32, n. 3-4, p. 471-499.

CHEMALE JR. F.; ROSIÈRE, C. A.; ENDO, I. 1994. The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Precambrian Research, v. 65, p. 25-54.

CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. 1983. Hidrologia subterrânea. Editora Omega. Barcelona. 1157p.

DORR J. V. N. II 1969. Physiographic, Stratigraphic and Structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Washington, USGS/DNPM. Prof. Paper 641-A, p. 110.

DORR, J. V. N.; GAIR, J; E.; POMERENE, J. B.; REYNEARSON, G. A. 1957. Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero, Rio de Janeiro, DNPM, 1957, p. 7-58, (DFPM, Avulso, 81), Trad. A. L. M. Barbosa.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 175/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

ENDO I.; OLIVEIRA A. H. de; PERES G.G. 2004. Projeto Serra do Curral – Estratigrafia, Arcabouço Estrutural da Região da Serra do Curral – Serra da Moeda, Quadrilátero Ferrífero, MG. Companhia Vale do Rio Doce / Universidade Federal de Ouro Preto.

FARINA F., ALBERT C., MARTÍNEZ DOPICO C., AGUILAR GIL C., MOREIRA H., HIPPERTT J. P., CUTTS K., ALKMIM F. F., LANA C. 2015. The Archean-Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero (Brasil): current models and open questions. Journal of South American Earth Sciences, v. 68, p. 4-21.

FERREIRA FILHO, F.A.; DIAS, E.C.; MUNIZ, J.A.; SANTOS, R.G. 2005. Geologia Estrutural da Mina da Jangada, MBR, Brumadinho-MG. Ouro Preto Geologia e Pesquisa Mineral LTDA.

HERZ, N. 1978. Metamorphic rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. U.S. Geological Survey Professional Paper, 641-C, 1-81.

LANA, C.; ALKMIM, F. F.; ARMSTRONG, R.; SCHOLZ, R.; ROMANO, R.; NALINI, H. A. 2013. The ancestry and magmatic evolution of Archean TTG rocks of the Quadrilátero Ferrífero province, southeast Brazil, Precambrian Research, v. 231, p. 157-173.

LIPSKI M. 2002. Tectonismo Cenozóico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Dissertação de Mestrado, p. 171.

LOBATO, L.M.; BALTAZAR, O.F.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BAARS, F.J.; TIMBÓ, M.A.; BERNI, G.V.; MENDONÇA, B.R.V. de; FERREIRA, D.V. 2005. Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero – Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa. Belo Horizonte: CODEMIG, 2005.



MACHADO, M. M. M. 2009. Construindo a imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero: conceitos e representações, Tese de Doutorado em Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, p. 238.

MARSHAK, S., ALKMIM, F. F. 1989. Proterozoic contraction/extension tectonics of the southern São Francisco region, Minas Gerais, Brazil. Tectonics, 8, 555-571.

MDGEO. 2017. Simulações do fluxo subterrâneo para cenários de enchimento da Mina do Tamanduá, Nova Lima - MG. Relatório Técnico, p. 112.

MEDINA, A. I. M.; DANTAS, M.; E., SAADI, A. Geomorfologia. In: Projeto Apa Sul RMBH Estudos do Meio Físico: área de proteção ambiental da região metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, 2005.v.6.

MOTTA, E.; MORAES, I.; APOLONÔNIO, P.; RIBEIRO, D.; CUNHA FILHO, E. M. 2016. Incorporating mineralogical and density parameters in ferrous resource evaluation using

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 176/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

mineralogical norm calculation – MNC. In: 24th World Mining Congress Proceedings. Rio de Janeiro, Brasil. P.210-221.

MOURÃO, M. A. A. 2007. Caracterização Hidrogeológica do Aquífero Cauê, Quadrilátero Ferrífero, MG. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. 2007. p. 297.

OPGPM. 2004. Ouro Preto Geologia e Pesquisa mineral Ltda. Geologia Estrutural da Mina do Tamanduá - MBR. Nova Lima - MG, p. 2-19.

OPGPM. 2005. Ouro Preto Geologia e Pesquisa mineral Ltda. Geologia Estrutural da Mina Capitão do Mato - MBR. Nova Lima - MG, p. 2-28.

PESSOA, P.F.P.; FERNANDES, R.A.; KIMURA, G.; ATMAN, D.; GONÇALVES, L. G. M.; ROSA, E. S. & LUCAS, R. S. 2018. Aplicação do método MIHA para avaliação das reservas renováveis de águas subterrâneas: Estudo de caso da bacia do rio Itabirito/MG. Anais do XX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2018. Campinas: Associação de Águas Subterrâneas. Disponível em : <http://www.abas.org/xxcabas/anais/11240.pdf>

PIRES, F. R. M. 1979. Structural Geology and Stratigraphy at the junction of the Curral Anticline and the Moeda Syncline, QF, MG, Brazil. 1979. 220 f. Dissertation (PhD). Michigan Technological University, Michigan.

PIRES, F. R. M. 1995. Textural and mineralogical variations during the metamorphism of the Proterozoic Itabira Iron Formation in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 67, 77-105.



POMERENE, J. B. 1964. Geology and ore deposits of the Belo Horizonte, Ibité and Macacos Quadrangles, Minas Gerais, Brazil.: U. S. Geol. Survey Prof. Paper 341D, USGS, 83p.

ZAVAGLIA, G. 1995. Condicionantes Geológicas do Comportamento dos Minérios de Ferro do Depósito de Tamanduá (MG) no processo metalúrgico de redução direta. 1995. 200 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

SHEWCHUK, J.R., 2002. *Delaunay Refinement Algorithms for Triangular Mesh Generation*. Computational Geometry: Theory and Applications, Vol.22, No.3, pp. 21-74

SUCKAU, V. 2005. Relatório de reavaliação de reservas das minas Tamanduá e Capitão do Mato - Relatório para o DNPM.

VALE.2018a. Sumário executivo do modelo geológico da mina Capitão do Mato. Revisão 2018 (Geologia). Gerência de Recursos Ferrosos. Documento interno.

		ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUPPORTAR A ETAPA DE FEL2 DO PROJETO AMPLIAÇÃO CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO	
RELATÓRIO DOS ENTREGÁVEIS DE FEL 2 RELATÓRIO TÉCNICO		Nº VALE -	PÁGINA 177/177
		Nº CONTRATADA -	REV. 2

VALE 2018b. RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO HIDROGEOLÓGICO MINA DE CAPÃO XAVIER. ANO HIDROLÓGICO 2016/2017. Abril de 2018. Elaborado por: Fabiana Vasconcelos Caldas.

VALE. 2019a. Planilhas de consulta ao banco de dados GEOTEC. Documento interno.

VALE. 2019b. Planilhas de dados mensais de bombeamentos da mina Tamandua. Refeência: Cópia de TAM_POÇOS.xlsx. Documento interno.

VALE. 2019c. Planilhas de dados diários de bombeamento da mina Tamandua. Refeência: Cópia de TAM_POÇOS.xlsx. Documento interno.

VALE. 2019d. Planilhas de dados mensais de bombeamentos da mina Capitão do Mato. Refeência: CMT-PTP Atualizada 2019.xlsx. Documento interno.

VALE 2019e. Relatório anual de acompanhamento hidrogeológico da mina Tamandua. - Ana hidrológico 2018 / 2019.

VENTURA, L. C. 2009. Análise da influência de barreiras hidráulicas no padrão do fluxo e na estabilidade de taludes de cavas a céu aberto de minas de ferro do Quadrilátero Ferrífero, MG, Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Núcleo de Geotecnia, p. 221

PROGNÓSTICO DE RUÍDO AMBIENTAL



OPPUS ACÚSTICA LTDA

RELATÓRIO TÉCNICO RT-09/20

**PROGNÓSTICO DE RUÍDO AMBIENTAL DA
EXPANSÃO DAS MINAS TAMANDUÁ E CAPITÃO
DO MATO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE DA
VALE - MG**

SIMULAÇÃO SONORA: Fase de Operação

CLIENTE: AMPLO Engenharia e Gestão de Projetos

Belo Horizonte, maio 2020.

PROGNÓSTICO DE RUÍDO AMBIENTAL DA EXPANSÃO DAS MINAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE DA VALE - MG

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo apresentar um prognóstico de caracterização da influência do ruído gerado por máquinas e equipamentos durante a fase de operação da expansão das minas Tamanduá (TAM) e Capitão do Mato (CMT) do Complexo Vargem Grande da Vale, MG. Esse prognóstico está fundamentado em resultados de simulações numéricas de propagação sonora, no entorno do empreendimento, cujos resultados são apresentados em forma de Mapa Sonoro. Os descritores de níveis sonoros obtidos nas simulações computacionais são avaliados no contexto da Resolução CONAMA 01 de 1990 e da legislação estadual de Minas Gerais vigente, para caracterizar os impactos gerados no entorno, bem como para considerar possíveis medidas de controle e/ou mitigação e fundamentar programas de monitoramento para o empreendimento.

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Mapa Sonoro é uma representação dos descritores de níveis sonoros em uma determinada região, através de áreas e/ou curvas de som ou ruído, e, em geral, é utilizado para descrever um determinado ambiente acústico delimitado para estudo. Os mapas sonoros podem ser utilizados para representar a realidade acústica dos ambientes, bem como para prognosticar as características acústicas dos mesmos. No primeiro caso, o mapa é construído a partir de medições sonoras com as fontes geradoras de som já inseridas no local de estudo. Na situação de prognóstico, o mapa sonoro é confeccionado a partir de dados acústicos obtidos através de simulações computacionais e, nesse caso, o modelo adotado, suas hipóteses e considerações são fundamentais para que seja gerado um prognóstico que representa apropriadamente a realidade futura do ambiente em estudo.

O modelo utilizado na simulação é constituído de uma representação espacial do ambiente onde se dará a propagação sonora, juntamente com as propriedades acústicas das fontes de emissão de som nele inseridos.

A representação espacial do ambiente é composta pelas dimensões físicas de edificações existentes, quando for o caso, da topografia local, da temperatura do ar, da direção predominante dos ventos e dos tipos de cobertura do solo, dentre outros itens. Em geral, a representação desses itens no modelo de simulação só dependem das propriedades do meio físico, os quais podem ser bem representados no modelo, desde que estejam disponíveis por ocasião da realização das simulações.

As fontes emissoras de som, por outro lado, devem ser representadas pelas suas potências sonoras (níveis e espectros), suas geometrias, dimensões físicas e posicionamentos exatos no modelo computacional. Em geral, as potências das fontes precisam ser determinadas por meio de medições de potências sonoras, as quais devem ser efetuadas em fontes acusticamente equivalentes, de um empreendimento já em operação, ou então devem ser fornecidos pelo fabricante do equipamento, quando disponível. A inclusão dos níveis de potência sonora das fontes no modelo de simulação demandam uma compreensão e visualização prática dos processos industriais e dos ruídos emanados por estes para gerar, apropriadamente, a representação das fontes sonoras no modelo computacional.

A seguir são apresentados os procedimentos e as considerações adotados no modelo de simulação sonora.

3. MODELO E METODOLOGIA ADOTADOS NAS SIMULAÇÕES SONORAS

O procedimento de simulação sonora utilizado no desenvolvimento desse trabalho é fundamentado no método dos raios, conjugado com os procedimentos sobre propagação de ruído em ambientes externos, estabelecidos na norma ISO 9613 – Partes 1 e 2. O cálculo de absorção sonora pela atmosfera, durante a propagação da onda acústica é efetuado em conformidade com os padrões estabelecidos na ISO 9613 – Parte 1 (1993) e os demais cálculos gerais são efetuados de acordo com a norma ISO 9613 – Parte 2.

O modelo adotado no desenvolvimento das simulações numéricas para gerar o mapa sonoro é apresentado a seguir.

3.1 AMBIENTE DE PROPAGAÇÃO SONORA

O ambiente acústico foi definido utilizando a topografia local fornecida pela AMPLO, com curvas de nível de cinco em cinco metros, sendo considerada cobertura vegetal sobre o solo.

Os posicionamentos das edificações e máquinas/equipamentos fixos também foram fornecidos pela AMPLO. As máquinas/equipamentos móveis foram distribuídas aleatoriamente nas áreas expansão de cava das minas TAM e CMT e nos seus acessos, conforme Figura A.1 do Anexo A.

As simulações de propagação sonora foram efetuadas considerando a presença de ventos DownWind, ou seja, ventos predominantes a favor da propagação sonora para cada cálculo fonte sonora – receptor, temperatura e umidade do ar igual a 18°C e 72%, respectivamente, com base nos dados dos anos de 2017 a 2019 da estação meteorológica F04-MCH da Vale.

3.2 FONTES SONORAS

As máquinas e equipamentos (fixos e móveis) considerados na simulação sonora estão apresentados no Anexo B. Suas potências sonoras foram definidas utilizando dados de medições sonoras de máquinas/equipamentos em operação em outros empreendimentos minerários similares aos que estão previstos para operar na expansão do Complexo Vargem Grande.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES SONORAS

Os limites dos níveis de pressão sonora contínuos equivalentes ponderada em A, RL_{Aeq} , dos sons provenientes da fase de operação da expansão das cavas das minas TAM e CMT, avaliados em receptores de seu entorno, devem estar em conformidade com a Resolução CONAMA 01 de 1990 que, por sua vez, adota os limites estabelecidos na ABNT NBR 10.151, bem como com a Legislação Estadual de Minas Gerais, Lei Nº 7.302, de 21 de Julho de 1978, com as devidas alterações processadas pela Lei Nº 10.100, de 17 de janeiro de 1990, sendo aplicável aquela que for mais restritiva.

Na Tabela 1 são apresentados os limites RL_{Aeq} estabelecidos na ABNT NBR 10151:2019, “Acústica — Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral”.

Tabela 1: Limites dos níveis de pressão sonora contínuos equivalentes ponderada em A, RL_{Aeq} , estabelecidos na NBR 10151:2019.

Tipos de áreas habitadas	RL_{Aeq} [dB]	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT NBR 10151:2019.

NOTA: Para aplicação desta Norma, entende-se por área mista aquelas ocupadas por dois ou mais tipos de uso, sejam eles residencial, comercial, de lazer, de turismo, industrial e outros.

Em conformidade com a Legislação Estadual, os limites RL_{Aeq} são de 70dB no período diurno (entre 07:01h e 22:00h) e 60dB no período noturno (entre 22:01h e 7:00h). Caso os valores dos $L_{Aeq,T}$ do som residual, sem a presença do ruído proveniente do tráfego, acrescidos de 10dB, forem inferiores aos valores acima, os RL_{Aeq} devem ser os valores desses sons residuais acrescidos de 10 dB.

Os descritores de níveis sonoros simulados, e indicados no Mapa Sonoro apresentado no Anexo C, correspondem aos níveis de pressão sonora contínuos equivalentes ponderada em A, $L_{Aeq,T}$, representativos do período diurno (L_d) e do período noturno (L_n), uma vez que a operação do Complexo Vargem Grande é similar ao longo das 24h diárias. Estes valores foram gerados através de simulações numéricas efetuadas em conformidade com o modelo descrito nos itens (2) e (3) deste relatório, a uma altura de 1,5 metros do solo e, como tal, os L_d e L_n devem ser comparados aos RL_{Aeq} estabelecidos em conformidade com a ABNT NBR 10.151:2019 e a Legislação Estadual, sendo aplicável aquela que for mais restritiva.

Nas Tabelas 02 e 03, a seguir, estão discriminados os L_d e L_n simulados em 9 (nove) receptores posicionados no entorno do Complexo Vargem Grande, assim como os RL_{Aeq} mais restritivos estabelecidos em conformidade com a ABNT NBR 10.151:2019 e a Legislação Estadual vigente definidos na fase de diagnóstico ambiental da expansão do empreendimento. Os receptores foram considerados como “Área mista predominantemente residencial”, exceto o receptor RV7 que foi considerado como “Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas”.

Tabela 02 – Níveis de pressão sonora representativos do período diurno simulados, L_d , e limites dos níveis de pressão sonora, RL_{Aeq} , estabelecidos em conformidade com a ABNT NBR 10151:2019 e Legislação Estadual de Minas Gerais, sendo aplicado o que for mais restritivo.

RECEPTOR	EXPANSÃO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE - FASE DE OPERAÇÃO - Nível de pressão sonora representativo do período diurno simulado - L_d [dB]	RL_{Aeq} [dB]
		Diurno (07h – 22h)
RV1	49	55
RV2	50	55
RV3	40	55
RV4	34	55
RV5	36	54
RV6	38	55
RV7	38	50
RV8	45	55
RV9	24	55

Tabela 03 – Níveis de pressão sonora representativos do período noturno simulados, L_n , e limites dos níveis de pressão sonora, RL_{Aeq} , estabelecidos em conformidade com a ABNT NBR 10151:2019 e Legislação Estadual de Minas Gerais, sendo aplicado o que for mais restritivo.

RECEPTOR	EXPANSÃO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE - FASE DE OPERAÇÃO - Nível de pressão sonora representativo do período noturno simulado - L_n [dB]	RL_{Aeq} [dB]
		Noturno (22h – 07h)
RV1	49	50
RV2	50	50
RV3	40	50
RV4	34	50
RV5	36	48
RV6	38	48
RV7	38	45
RV8	45	50
RV9	24	50

Como podem ser verificado nas Tabelas 02 e 03, o L_d e o L_n simulados em todos os receptores não ultrapassaram os RL_{Aeq} , o que, a princípio, não sugere a necessidade de utilização de medidas mitigadoras para atenuação sonora de máquinas/equipamentos da expansão do Complexo Vargem Grande (cava das minas TAM e CMT).

Considerando que o prognóstico está fundamentado em simulações computacionais que utilizam fontes sonoras (equipamentos) similares aos que estão previstos para serem utilizados na fase de operação da expansão do Complexo Vargem Grande, é recomendável a verificação das imissões sonoras nos receptores após a expansão do empreendimento.

Neste contexto, sugere-se que seja desenvolvido um programa de monitoramento sonoro para confirmar se nos receptores os RL_{Aeq} não serão ultrapassados pelos L_d e L_n provenientes da operação da Expansão do Complexo Vargem Grande, bem como para acompanhar as alterações nesses descritores de níveis sonoros e, caso necessário, orientar a inserção de sistemas mitigadores de ruído de forma a adequar os níveis de pressão sonora às necessidades ambientais no entorno do empreendimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste relatório apresentou-se um prognóstico de ruído ambiental no entorno da expansão das minas Tamanduá (TAM) e Capitão do Mato (CMT) do Complexo Vargem Grande da Vale – MG, considerando a inserção máquinas e equipamentos como fontes sonoras durante a fase de operação. Este prognóstico foi fundamentado em simulações computacionais de propagação sonora que resultou em caracterização do ruído gerado pelas máquinas e equipamentos dentro e no entorno do empreendimento.

Os resultados dos descritores de níveis sonoros simulados (L_d e L_n) foram analisados no Item 4 desse relatório e, em síntese, indicam que esses níveis de pressão sonora não irão ultrapassar os limites RL_{Aeq} estabelecidos na ABNT NBR 10.151:2019 em todos os receptores do entorno do empreendimento. Portanto, recomenda-se a realização de campanhas de medição para validação dos resultados de propagação sonora obtidos computacionalmente, bem como para acompanhar as alterações nos descritores de níveis sonoros e, caso necessário, orientar a inserção de sistemas mitigadores de ruído de forma a adequar os níveis de pressão sonora às necessidades ambientais no entorno da expansão do Complexo Vargem Grande.

Para a fase de implantação da expansão do Complexo Vargem Grande, devido à diversidade de fontes sonoras e posicionamento dos acessos a serem utilizados durante esta fase do empreendimento, não foi possível estabelecer um padrão relacionando a posição geográfica das fontes no terreno de forma a possibilitar uma simulação confiável do som proveniente de máquinas e equipamentos. Considerando que nesta fase haverá emissão sonora com alteração do cenário acústico não permanente devido às obras civis de implantação, recomenda-se um programa de monitoramento sonoro específico para esta fase. Através deste programa deverão ser identificados possíveis incômodos gerados pelo ruído no entorno do empreendimento. Caso estes existam, deverão ser adotadas ações de mitigação a serem propostas.

6. BIBLIOGRAFIA

[01] INTERNATIONAL Organization for Standardization, “Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors”, ISO 9613 - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere, 1993 and Part 2: General method of calculation, 1996.

[02] INTERNATIONAL Organization for Standardization, “Acoustics -Description, measurement and assessment of environmental noise”, ISO 1996 - Part 1 (2016): Basic quantities and assessment procedures and Part 2 (2007): Determination of environmental noise levels.

[03] INTERNATIONAL Organization for Standardization, “Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane. Description, measurement and assessment of environmental noise”, ISO 3744 (1994).

[04] HARRIS, C. M., “Handbook of acoustical measurements and noise control”, 3rd Edition, Acoustical Society of America, Woodbury, NY, 1998.



[05] VECCI, M.A.M., “Notas de Aula da Disciplina Ruído Ambiental do Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente”, Belo Horizonte, 2004, 201p.

OPPUS ACÚSTICA

Rafaela Ferraz Marchi

CAU-MG A47719-2

(31) 2531-3474

e-mail: rafaela@opusacustica.com

Rua Francisco Deslandes, 971 sala 407

30.310-530, Belo Horizonte – MG

ANEXOS

- A) Caracterização dos receptores
- B) Potência sonora das máquinas / equipamentos
- C) Mapa sonoro simulado da expansão do Complexo Vargem Grande

ANEXO A

CARACTERIZAÇÃO DOS RECEPTORES

Tabela A.1 – Localização dos receptores onde foram efetuadas as simulações sonoras.

RECEPTOR	COORDENADAS UTM (SIRGAS 2000) ZONA 23 K	DESCRIÇÃO
RV-1	0608452 7778797	Próximo ao entroncamento da Av. Mercúrio com Rua Fobos, Vale do Sol – Nova Lima/MG
RV-2	0607726 7777671	Rua Punck, nº 183, Vale do Sol – Nova Lima/MG
RV-3	0607398 7777028	Estrada para MBR, nº 163 (Em frente à portaria do condomínio Lagoa do Miguelão) – Nova Lima/MG
RV-4	0607621 7776030	Alameda das Andorinhas, s/n, Condomínio Lagoa do Miguelão – Nova Lima/MG
RV-5	0609916 7780634	Condomínio Parque Jardim Amanda (acesso pela Alameda da Poesia – Nova Lima/MG
RV-6	0610566 7780141	Condomínio Parque Jardim Amanda (acesso pela Alameda Estrada da Vida Inteira) – Nova Lima/MG
RV-7	0612145 7775933	Rua das Hortências (esquina com Rua dos Narcisos), Morro do Chapéu – Nova Lima/MG
RV-8	0615801 7772743	Vila Apeixe – Nova Lima/MG
RV-9	0617812 7773976	Córredo da Volta – Nova Lima/MG

Nota: Todos os receptores na simulação sonora foram posicionados a 1,5 (um e meio) metro do solo.

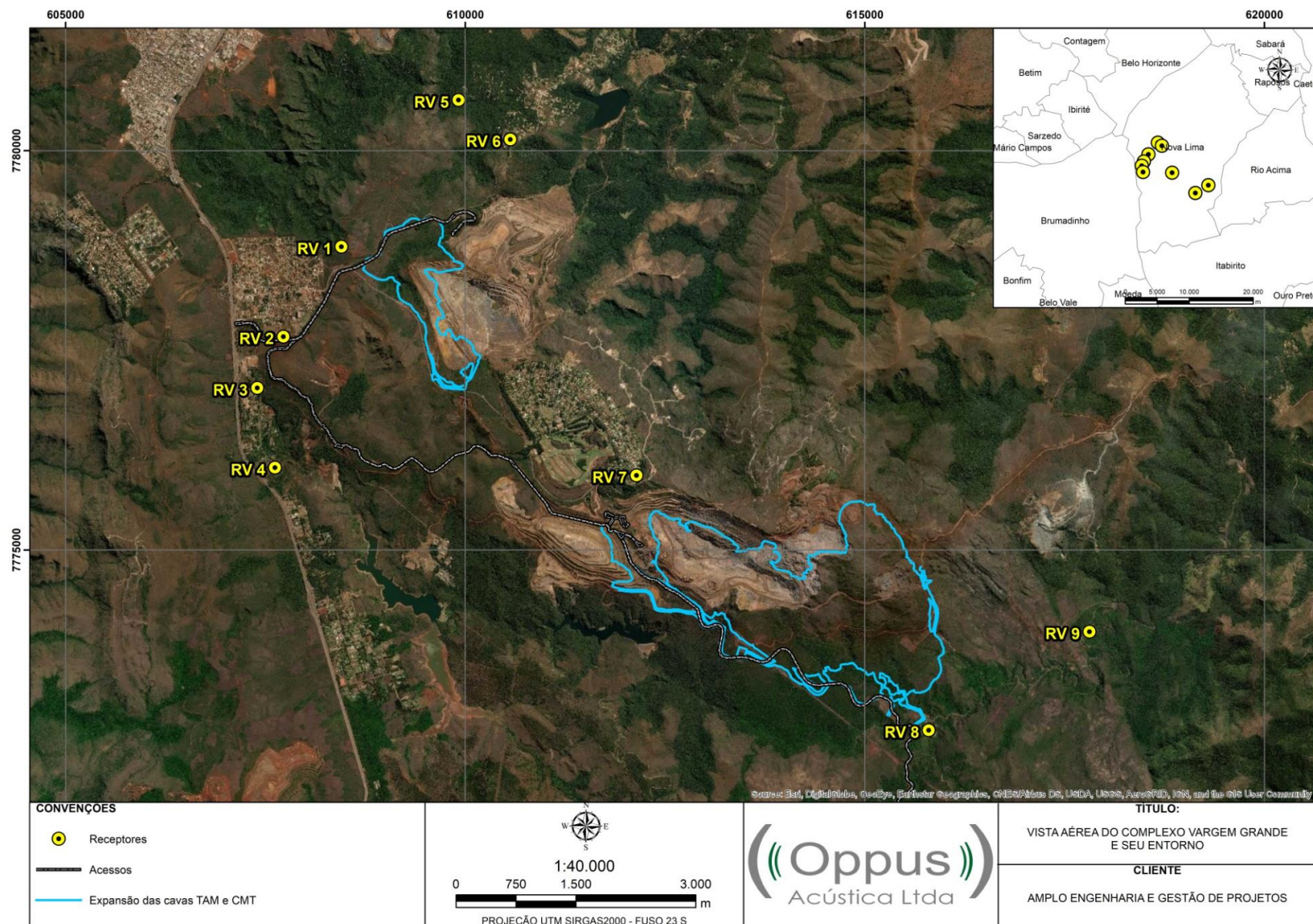


Figura A.1 – Receptores no entorno do Complexo Vargem Grande.

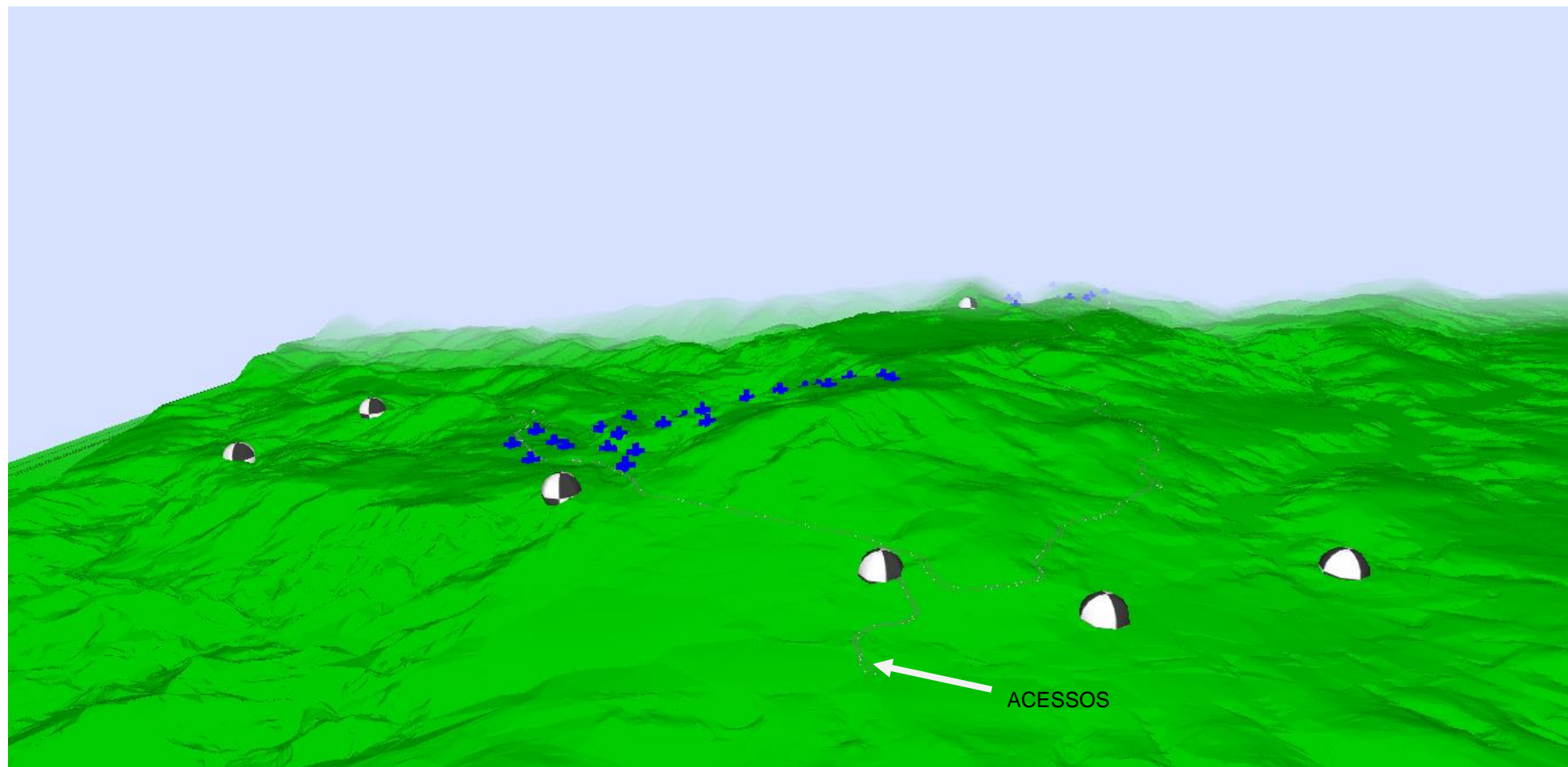


Figura A.2 – Ambiente virtual 3D da simulação sonora: Receptores em preto e branco - Fontes sonoras em azul.

ANEXO B

POTÊNCIA SONORA DAS MÁQUINAS / EQUIPAMENTOS

Tabela B.1 – Potência sonora das máquinas/equipamentos fixos e móveis previstos para operação na expansão do Complexo Vargem Grande.

EQUIPAMENTO / MÁQUINA	QUANT. INSERIDA NO MODELO		POTÊNCIA SONORA - PWL [dB]	POTÊNCIA SONORA – PWL' [dB/m]
	TAM	CMT		
Nova Oficina	-	1	102	-
Caminhão fora de estrada	5	11	122	-
Escavadeira Hidráulica	2	1	111	-
Escavadeira Cabo	-	1	111	-
Carregadeira	6	4	124	-
Perfuratriz	3	4	124	-
Motoniveladora	2	4	117	-
Trator de Esteira	4	6	123	-
Trator de Pneu	1	2	121	-
Fluxo de caminhões / hora nos Acessos	10	-	122	71
Fluxo de caminhões / hora nos Acessos	-	19	127	74



ANEXO C

MAPA SONORO SIMULADO DA EXPANSÃO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE

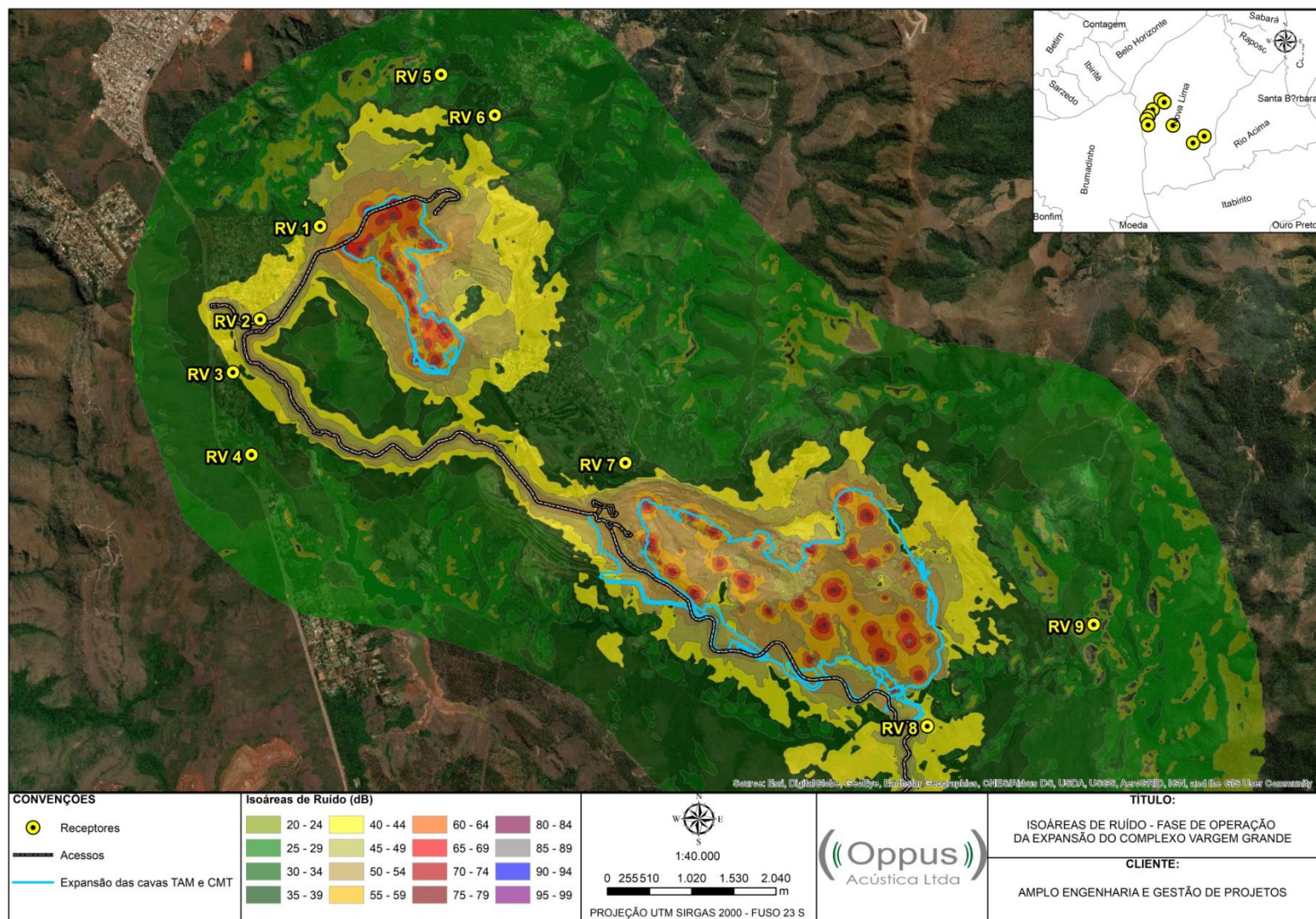


Figura C.1: Resultados das simulações de propagação sonora: Mapa Sonoro.

ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA



**ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA PARA O
PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMANDUÁ E
CAPITÃO DO MATO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE
NOVA LIMA/MG**

RTC200224



Amplo Engenharia e Gestão de Projetos Ltda.

**ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA PARA O PROJETO
DE AMPLIAÇÃO DAS CAVAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO
MATO DO COMPLEXO VARGEM GRANDE
NOVA LIMA/MG**

RTC200224

Belo Horizonte, MG
Junho de 2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Localização das minas Tamanduá e Capitão do Mato integrantes do Complexo Vargem Grande.....	12
Figura 2.2 – Localização da estação meteorológica Morro do Chapéu utilizada na elaboração dos inventários de emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato.....	18
Figura 2.3 – Número de dias chuvosos e fator de atenuação para vias não pavimentadas – Período de 01/01/2018 a 31/12/2018	20
Figura 2.4 – Fluxograma do processo produtivo das minas Tamanduá e Capitão do Mato, do Complexo Vargem Grande	21
Figura 2.5 – Áreas com as operações de lavra referentes ao Cenário Base	26
Figura 2.6 – Movimentações de materiais referentes ao Cenário Base	28
Figura 2.7 – Áreas expostas e pilhas de materiais referentes ao Cenário Base	30
Figura 2.8 – Vias de tráfego referentes ao Cenário Base.....	32
Figura 2.9 – Emissões de máquinas e equipamentos auxiliares referentes ao Cenário Base	34
Figura 2.10 – Resumo das fontes emissoras inventariadas na mina Tamanduá – Cenário Base	36
Figura 2.11 – Resumo das fontes emissoras inventariadas na mina Capitão do Mato - Cenário Base	37
Figura 2.12 – Distribuição do inventário de emissões em grupos de fontes emissoras das minas Tamanduá e Capitão do Mato no Complexo Vargem Grande – Cenário Base.....	38
Figura 2.13 – Obras de implantação referentes ao Cenário Futuro	41
Figura 2.14 - Áreas com as operações de lavra referentes ao Cenário Futuro.....	43
Figura 2.15 – Movimentações de materiais referentes ao Cenário Futuro.....	45
Figura 2.16 – Áreas expostas e pilhas de materiais referentes ao Cenário Futuro.....	47
Figura 2.17 – Vias de tráfego referentes ao Cenário Futuro	49
Figura 2.18 – Emissões das máquinas e equipamentos auxiliares referentes ao Cenário Futuro	51
Figura 2.19 - Resumo das fontes emissoras inventariadas na mina Tamanduá – Cenário Futuro	53
Figura 2.20 – Resumo das fontes emissoras inventariadas na mina Capitão do Mato – Cenário Futuro	54
Figura 2.21 – Distribuição do inventário de emissões em grupos de fontes emissoras das minas Tamanduá e Capitão do Mato no Complexo Vargem Grande – Cenário Futuro	55
Figura 3.1 – Delimitação da área de estudo para a modelagem e estudo de dispersão atmosférica..	58
Figura 3.2 – Matriz de receptores utilizada no modelo de dispersão atmosférica AERMOD.....	59
Figura 3.3 – Estratificação do relevo da área de estudo	60
Figura 3.4 – Processamento do AERMET	62
Figura 3.5 – Domínios computacionais utilizados na modelagem meteorológica WRF	64
Figura 3.6 – Rosa dos ventos da área de estudo. Os dados representam o período da modelagem, de 01/01/2017 a 31/12/2019 e foram medidos na estação Morro do Chapéu, Nova Lima/MG. No período houve calmaria em 12,1% do tempo.....	66
Figura 3.7 – Médias das variáveis meteorológicas aplicadas ao modelo AERMOD, dados de jan/2017 a dez/2019. As médias foram calculadas para as horas do dia e meses do ano para as variáveis velocidade do vento, umidade relativa, temperatura do ar e altura de camada limite. As informações representam o input para o modelo AERMOD conforme o processamento pelo AERMET.....	67
Figura 3.8 – Localização dos pontos receptores discretos	69

Figura 3.9 – Concentrações médias anuais de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base.....	73
Figura 3.10 – Concentrações máximas médias de 24 horas de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base.....	74
Figura 3.11 – Concentrações médias anuais de MP ₁₀ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base.....	75
Figura 3.12 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP ₁₀ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base.....	76
Figura 3.13 – Concentrações médias anuais de MP _{2,5} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base.....	77
Figura 3.14 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP _{2,5} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base.....	78
Figura 3.15 – Concentrações médias anuais de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro	80
Figura 3.16 – Concentrações máximas médias de 24 horas de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro	81
Figura 3.17 – Concentrações médias anuais de MP ₁₀ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro	82
Figura 3.18 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP ₁₀ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro	83
Figura 3.19 – Concentrações médias anuais de MP _{2,5} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro	84
Figura 3.20 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP _{2,5} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro	85
Figura 3.21 – Concentrações médias anuais de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial.....	87
Figura 3.22 – Concentrações máximas médias de 24 horas de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial.....	88
Figura 3.23 – Concentrações médias anuais de MP ₁₀ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial.....	89
Figura 3.24 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP ₁₀ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial.....	90
Figura 3.25 – Concentrações médias anuais de MP _{2,5} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial.....	91
Figura 3.26 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP _{2,5} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Equações utilizadas para o cálculo das taxas de emissão das fontes emissoras inventariadas com base nos fatores de emissão	14
Tabela 2.2 – Parâmetros utilizados no cálculo do fator de atenuação pela precipitação pluviométrica – Período de 01/01/2018 a 31/12/2018 – Estação Morro do Chapéu	19
Tabela 2.3 – Caracterização das informações das operações utilizadas na elaboração do inventário de emissões atmosféricas – Cenário Base	24
Tabela 2.4 – Caracterização das informações das operações utilizadas na elaboração do inventário de emissões atmosféricas – Cenário Futuro	24
Tabela 2.5 – Emissões atmosféricas nos processos de escavação e perfuração – Cenário Base	25
Tabela 2.6 – Emissões atmosféricas no processo de detonação – Cenário Base	25
Tabela 2.7 – Emissões atmosféricas no processo de transferência, britagem e peneiramento – Cenário Base	27
Tabela 2.8 – Emissões atmosféricas no processo de erosão eólica do tipo <i>flat</i> – Cenário Base	29
Tabela 2.9 – Emissões atmosféricas no processo de erosão eólica para pilhas do tipo cônicas – Cenário Base	29
Tabela 2.10 – Emissões atmosféricas nas vias de tráfego não pavimentadas – Cenário Base	31
Tabela 2.11 – Emissões atmosféricas das máquinas e equipamentos auxiliares – Cenário Base	33
Tabela 2.12 – Resumo do inventário de emissões atmosféricas – Cenário Base	35
Tabela 2.13 – Emissões atmosféricas nos processos de obras da ampliação – Cenário Futuro	40
Tabela 2.14 – Emissões atmosféricas nos processos de escavação e perfuração – Cenário Futuro	42
Tabela 2.15 – Emissões atmosféricas no processo de detonação – Cenário Futuro	42
Tabela 2.16 – Emissões atmosféricas no processo de transferência, britagem e peneiramento – Cenário Futuro	44
Tabela 2.17 – Emissões atmosféricas no processo de erosão eólica do tipo <i>flat</i> – Cenário Futuro	46
Tabela 2.18 – Emissões atmosféricas no processo de erosão eólica para pilhas do tipo cônicas – Cenário Futuro	46
Tabela 2.19 – Emissões atmosféricas nas vias de tráfego não pavimentadas – Cenário Futuro	48
Tabela 2.20 – Emissões atmosféricas das máquinas e equipamentos auxiliares – Cenário Futuro	50
Tabela 2.21 – Resumo do inventário de emissões atmosféricas – Cenário Futuro	52
Tabela 3.1 – Resumo das configurações da modelagem AERMOD	61
Tabela 3.2 – Resumo das configurações utilizadas na simulação meteorológica WRF	65
Tabela 3.3 – Pontos receptores selecionados na área de estudo	68
Tabela 3.4 – Concentrações modeladas de PTS, MP ₁₀ e MP _{2,5} nos pontos receptores discretos considerando as emissões do Cenário Base	72
Tabela 3.5 – Concentrações modeladas de PTS, MP ₁₀ e MP _{2,5} nos pontos receptores discretos considerando as emissões do Cenário Futuro	79
Tabela 3.6 – Diferenças de concentrações modeladas de PTS, MP ₁₀ e MP _{2,5} nos pontos receptores discretos	86
Tabela 3.7 – Potencial (em percentual) acréscimo/decrécimo das concentrações de material particulado em decorrência das atividades previstas no projeto de ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato	94

Tabela 4.1 – Resumo do inventário de emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato	96
---	----

LISTA DE SIGLAS E/OU SÍMBOLOS

AE	Área Exposta
BRT	Britagem
CMT	Capitão do Mato
DET	Detonação
DMT	Distância Média Trafegada
EIIP	Emission Inventory Improvement Program
EQ	Equipamentos
ESC	Escavação
ITM	Instalação de Tratamento de Minério
MP	Material Particulado Total
MP ₁₀	Material Particulado menor que 10 µm
MP _{2.5}	Material Particulado menor que 2,5 µm
PEN	Peneiramento
PER	Perfuração
PP	Precipitação
PTS	Partículas Totais em Suspensão
TAM	Tamanduá
TCLD	Transportador de Correia de Longa Distância
TR	Transferência
USEPA	United States Environmental Protection Agency
VV	Velocidade do Vento
kg	Quilograma
km	Quilômetro
m	Metro
m ²	Metro quadrado
s	Segundo
°	Grau
%	Por cento
mm	Milímetro
t	Tonelada
h	Hora

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS.....	11
2.1. METODOLOGIA UTILIZADA NA ELABORAÇÃO DO INVENTÁRIO	13
2.2. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS APLICADAS AO INVENTÁRIO	17
2.3. PREMISSAS DO INVENTÁRIO DE OPERAÇÃO E PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS MINAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO.....	21
2.4. EMISSÕES DO CENÁRIO BASE	25
2.5. EMISSÕES DO CENÁRIO FUTURO.....	40
3. MODELAGEM DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA	57
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	57
3.2. DESCRIÇÃO DO MODELO	61
3.3. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS NA MODELAGEM AERMOD...	62
3.4. PONTOS RECEPTORES DISCRETOS	68
3.5. RESULTADOS DA MODELAGEM ATMOSFÉRICA.....	70
3.5.1. CENÁRIO BASE.....	72
3.5.2. CENÁRIO FUTURO	79
3.5.3. CENÁRIO DIFERENCIAL	86
3.5.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA MODELAGEM ATMOSFÉRICA	93
4. SÍNTESE	96
5. REFERÊNCIAS.....	98
6. EQUIPE TÉCNICA	100

1. INTRODUÇÃO

O Complexo Vargem Grande, pertencente à Vale, tem como a atividade principal a produção de minério de ferro a partir da lavra do minério a céu aberto e beneficiamento. O empreendimento, situado no Quadrilátero Ferrífero, faz parte do corredor sul da Vale e abrange as minas de Tamanduá, Capitão do Mato e Abóboras localizadas nos municípios de Nova Lima e Rio Acima, em Minas Gerais.

O método empregado nas minas que compõem o Complexo de Vargem Grande caracteriza-se como lavra a céu aberto, com desmonte em bancadas descendentes e em cava fechada. Neste processo de produção são desenvolvidas atividades de perfuração, desmonte com uso de explosivos, carregamento e transporte do minério bruto em vias não pavimentadas, britagem/peneiramento dos materiais e estocagem em pilhas. Todos esses processos envolvidos na produção do minério, desde a lavra do material, passando pelo beneficiamento até a expedição, possuem potencial de geração de poluentes atmosféricos, principalmente material particulado e, conseqüentemente, potencial de alteração da qualidade do ar da região.

O objetivo desse trabalho é a realização de um Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) para subsidiar a avaliação dos potenciais impactos na qualidade do ar em decorrência do projeto de ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

O inventário de emissões atmosféricas consiste na primeira etapa do estudo de dispersão, onde as fontes emissoras são mapeadas e quantificadas. As estimativas das emissões atmosféricas foram realizadas a partir de informações do processo produtivo, fornecidas pela Vale, dados de monitoramento meteorológico e fatores de emissão baseados em metodologia reconhecida nacional e internacionalmente, conforme preconizado pela Nota Técnica FEAM – DQGA – GESAR – NT 02/2019 (FEAM, 2019). Os poluentes atmosféricos avaliados no EDA consistem no Material particulado total (MP), Material particulado com diâmetro aerodinâmico de corte inferior a 10 μm (MP₁₀) e Material particulado com diâmetro aerodinâmico de corte inferior a 2,5 μm (MP_{2,5}).

As taxas de emissões atmosféricas computadas no inventário foram inseridas no modelo de dispersão atmosférica (AERMOD), sendo traduzidas, por meio da modelagem matemática, em concentrações de poluentes atmosféricos na região de estudo, possibilitando uma análise da influência das emissões na qualidade do ar. Dessa forma, é possível identificar as áreas mais suscetíveis a tais impactos, bem como os gradientes de concentrações típicos na região. A estratégia utilizada para a avaliação do projeto de ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato consiste na avaliação de duas condições que resultam em diferentes emissões de MP:

- ❑ Cenário Base: modelagem da dispersão atmosférica com as emissões de MP do cenário operacional realizado em 2018;
- ❑ Cenário Futuro: modelagem da dispersão atmosférica com as emissões de MP previstas com a ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

Para caracterização do Cenário Futuro, foram quantificadas as emissões referentes ao Ano 2 delineado no projeto de ampliação, que considera tanto a operação quanto as obras de implantação.

Por meio da avaliação desses dois cenários é possível estabelecer os potenciais incrementos de concentrações nas três frações de material particulado (MP, MP₁₀ e MP_{2,5}) na qualidade do ar da região em decorrência do projeto de ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

2. INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

O inventário de fontes emissoras de poluentes atmosféricos representa um dos mais importantes instrumentos de planejamento e de gestão atmosférica de um empreendimento, ao identificar e definir qualitativa e quantitativamente as atividades com potencial de alterar a qualidade do ar de uma região. Tal metodologia fornece informações sobre as características das fontes emissoras, definindo localização, magnitude, frequência, duração e contribuição relativa das emissões.

As informações contidas no inventário de emissões atmosféricas podem ser utilizadas nas ações de gestão do empreendimento, de forma a possibilitar a identificação das fontes emissoras mais significativas em termos de carga emitida de poluentes, assim como avaliar o efeito das fontes emissoras inventariadas na qualidade do ar de uma determinada região por meio da aplicação de modelos de dispersão atmosférica, indicando as áreas mais suscetíveis à alteração da qualidade do ar.

O desenvolvimento de um inventário de emissões ocorre, basicamente, em três processos: (i) mapeamento das fontes emissoras, (ii) seleção da metodologia de quantificação das taxas de emissão de poluentes, e (iii) cálculo das taxas de emissões de poluentes. Para garantir a qualidade de um inventário é importante buscar a sua representatividade, de forma que as principais fontes emissoras sejam contempladas no mapeamento, assim como a seleção adequada da metodologia para estimar as emissões atmosféricas.

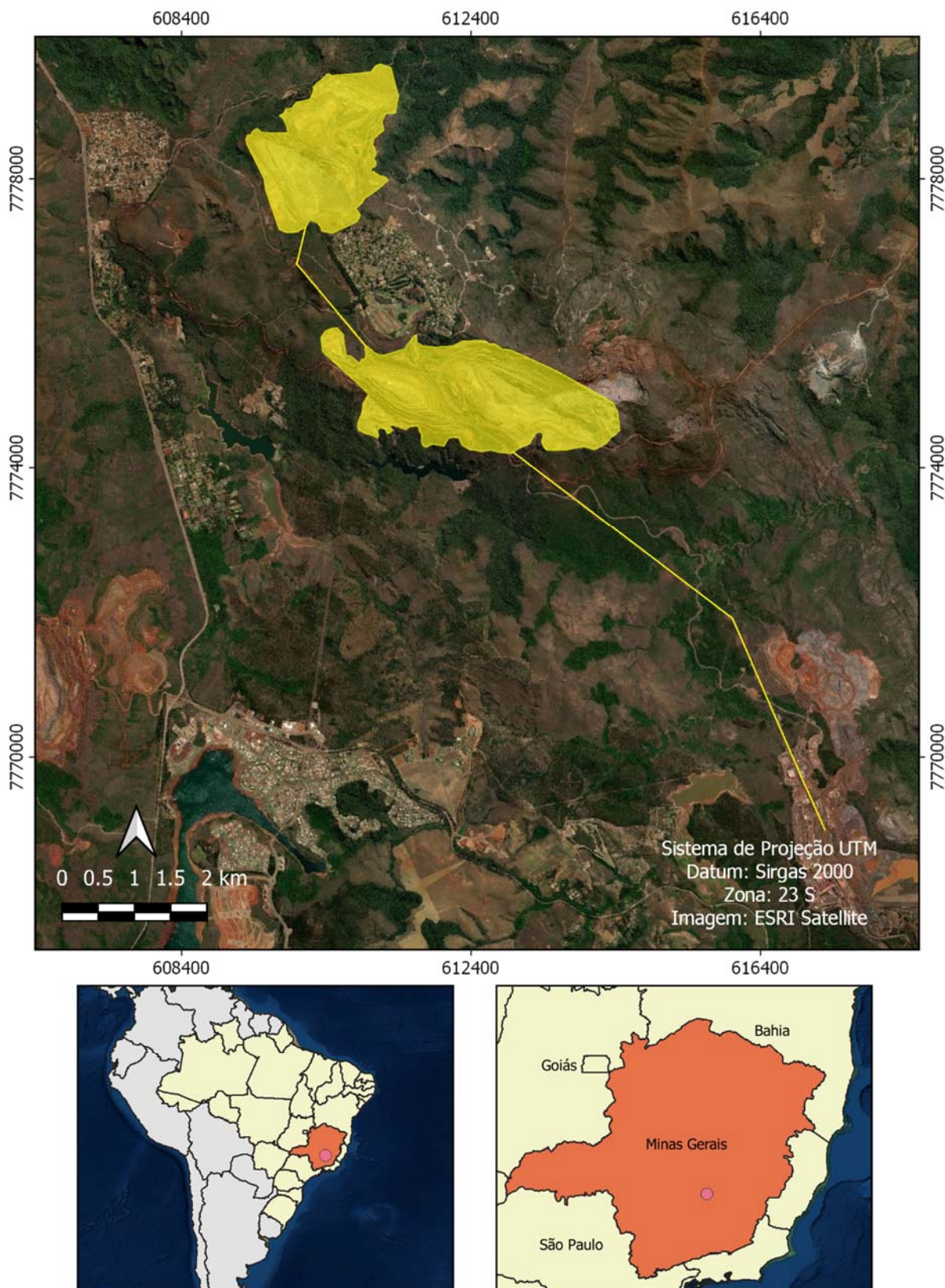
A partir disso, foi realizado o inventário de emissões de MP associadas às atividades das minas em foco neste estudo. Foram caracterizadas as taxas de emissões de material particulado total (MP), material particulado menor que 10 μm (MP₁₀) e material particulado menor que 2,5 μm (MP_{2,5}), adotando dois cenários de avaliação:

- ❑ Cenário Base: caracterizado com base na operação realizada no ano de 2018.
- ❑ Cenário Futuro: caracterizado com base nas emissões previstas para o Ano 2 do projeto de ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

A escolha do Ano 2 do projeto de ampliação para avaliar os potenciais impactos foi delineada com objetivo de avaliar as fontes emissoras geograficamente distribuídas e com significativa movimentação das 2 minas (Tamanduá e Capitão do Mato). No Ano 2 também estão previstas uma grande parcela das obras de implantação do projeto, principalmente as obras da revitalização e realocação do trecho 1 da estrada Honório Bicalho, trecho que está mais próximo de núcleos urbanos.

As emissões atmosféricas foram calculadas de acordo com as características das atividades e tendo como referência principal o protocolo do *Compilation of Air Pollutant Emission Factors* (AP-42), da *United States Environmental Protection Agency* (USEPA).

Figura 2.1 – Localização das minas Tamanduá e Capitão do Mato integrantes do Complexo Vargem Grande



2.1. METODOLOGIA UTILIZADA NA ELABORAÇÃO DO INVENTÁRIO

Por se tratarem de emissões fugitivas de material particulado e na ausência de dados de medição destas emissões, neste estudo, o cálculo das emissões atmosféricas foi baseada na utilização de fatores de emissão. Um fator de emissão (EF) é um valor representativo que relaciona a quantidade de poluente emitido com uma taxa de atividade associada, sendo expresso como massa de poluentes por unidade de massa, volume, distância ou duração da atividade emissora de poluente (por exemplo: g/t, g/km, g/h, etc.) (USEPA, 1995). Dessa maneira, conhecido o fator de emissão, pode-se calcular a taxa de emissão através da equação 2.1:

$$E = A \times EF \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

(Equação 2.1)

onde:

E = taxa de emissão;

A = taxa de atividade;

EF = fator de emissão;

ER = eficiência de controle [%].

A principal referência de fatores de emissão utilizada no presente inventário foi o “*AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors*”, publicado pela USEPA. Este documento é reconhecido e utilizado por diversas agências ambientais no mundo.

As eficiências de controle estão associadas com as técnicas utilizadas para atenuar as emissões atmosféricas, como por exemplo, para o caso das minas de Tamanduá e Capitão do Mato, a principal técnica de controle empregada é a umectação com água nas vias de tráfego. A umectação da via não pavimentada aumenta a umidade do material disponível na superfície da via, reduzindo o potencial de emissão das partículas durante o tráfego dos veículos, devido ao aumento da coesão entre partículas. A eficiência de controle depende, basicamente, de quão rápido a via se torna seca depois que a umectação é realizada. De fato, isso depende da quantidade de água utilizada em cada aplicação, do período entre a aplicação, o peso, velocidade e número de veículos que trafegam sobre a via e as condições meteorológicas que afetam a evaporação nesse intervalo de tempo (temperatura, velocidade do vento, cobertura de nuvem, insolação, etc.).

Valores de literatura indicam que a eficiência de controle associada à umectação das vias não pavimentadas varia entre 50 e 90% (Air & Waste Management Association, 2000; Countess Environmental, 2006). Assim, as eficiências de controle utilizadas foram determinadas de acordo com a descrição de cada tipo de controle, referências de literatura e com base nas observações de campo.

Cada tipo de atividade operacional tem suas particularidades que são também traduzidas em distintas formas de aplicação dos fatores de emissão e utilização de diferentes variáveis para o cálculo das emissões atmosféricas (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Equações utilizadas para o cálculo das taxas de emissão das fontes emissoras inventariadas com base nos fatores de emissão

Grupo	Processo	Equação	Parâmetros	Referência
Operações de Lavra	Perfuração (MP, MP ₁₀ e MP _{2,5})	$TE_i = EF_i \times \frac{Nf}{8760}$	TEi = taxa de emissão do poluente i [kg/h]; EFi = fator de emissão [kg/furo]; (0,59 para MP e 0,31 para MP ₁₀); Nf = número de furos [nº furos/ano].	<i>Emission Estimation Technique Manual for Mining</i> (Australian Government, 2012)
	Detonação (MP e MP ₁₀)	$TE_i = k \times 0,00022 \times A^{1,5} \times \frac{D}{8760}$	TEi = taxa de emissão do poluente i [kg/h]; k = multiplicador de tamanho de partícula [adimensional]; (k = 1 para MP e k = 0,52 para MP ₁₀); A = área total detonada em um ano [m²]; D = número de detonações por ano [1/ano].	<i>Emission Estimation Technique Manual for Mining</i> (Australian Government, 2012)
	Escavação (MP)	$TE_i = \frac{2,6 \times s^{1,2}}{M^{1,3}} \times \frac{C}{8760}$	TEi = taxa de emissão do poluente i [kg/h]; s = teor de silte no material escavado [%]; M = umidade do material escavado [%]; C = Horas trabalhadas por ano [h/ano].	<i>Emission Estimation Technique Manual for Mining</i> (Australian Government, 2012)
	Escavação (MP ₁₀ e MP _{2,5})	$TE_i = \frac{0,34 \times s^{1,5}}{M^{1,4}} \times \frac{C}{8760}$	TEi = taxa de emissão de MP ₁₀ [kg/h]; s = teor de silte no material escavado [%]; M = umidade do material escavado [%]; C = Horas trabalhadas por ano [h/ano].	<i>Emission Estimation Technique Manual for Mining</i> (Australian Government, 2012)
Máquinas e Equipamentos Auxiliares	Equipamentos de Operação (MP, MP ₁₀ , MP _{2,5})	$TE_i = EF_i \times \frac{C}{8760}$	TEi = taxa de emissão média do poluente i [kg/h]; EFi = fator de emissão do poluente i [kg/h]; C = Horas trabalhadas por ano [h/ano].	<i>Air Quality Management District</i> (AQMD, 2007)

Tabela 2.1 (Continuação) – Equações utilizadas para o cálculo das taxas de emissão das fontes emissoras inventariadas com base nos fatores de emissão

Grupo	Processo	Equação	Parâmetros	Referência
Áreas expostas / Pilhas de materiais	Erosão Eólica (MP, MP ₁₀ e MP _{2.5})	$u_{af}^* = 0,053 \times u_{10}^+$ $u_{pm}^* = 0,1 \times \frac{us}{ur} \times u_{10}^+$ $P = 58 \times (u^* - u_t)^2 + 25 \times (u^* - u_t)$ $P = 0, se u^* \leq u_t$ $TE_i = k_i \times A \times \frac{P}{1000} \times \frac{1}{8760}$	<p>TEi = taxa de emissão média do poluente i [kg/h]; A = Área suscetível ao arraste eólico [m²]; EFi = fator de emissão [g/m²]; ki = multiplicador de tamanho de partícula [adimensional] (k = 1,0 para MP, k = 0,5 para MP₁₀ e k = 0,075 para MP_{2.5}); P = potencial de erosão correspondente a <i>fastestmile</i> do vento observada (ou provável) no período [g/m²]; N = número de distúrbios; H = número de horas da série histórica analisada; u_{af}[*] = velocidade de fricção para áreas flat [m/s]; u_{pm}[*] = velocidade de fricção para pilhas de materiais [m/s]; u_t = velocidade limiar de fricção [m/s]. u₁₀⁺ = velocidade <i>fastestmile</i> medido a 10 m de altura [m/s]; us/ur = relação da velocidade na superfície da área com a velocidade do vento de referência.</p>	Section 13.2.5 – Industrial Wind Erosion (USEPA, 2006)
Movimentação de materiais	Britagem (MP, MP ₁₀ e MP _{2.5})	$TE_i = EF_i \times \frac{A}{8760} \times \left(\frac{100 - EC}{100} \right)$	<p>TEi = taxa de emissão média do poluente i [kg/h]; EFi = fator de emissão [kg/t]; (EFi = 0,01 para MP, EFi = 0,004 para MP₁₀ e MP_{2.5} para britagem primária e EFi = 0,03 para MP, EFi = 0,012 para MP₁₀ e MP_{2.5} para britagem secundária) A = taxa de movimentação de materiais [t/ano]. EC = eficiência de controle [%]</p>	Section 11.24 – Metallic Minerals Processing (USEPA, 1982)
	Peneiramento (MP, MP ₁₀ e MP _{2.5})	$TE_i = EF_i \times \frac{A}{8760}$	<p>TEi = taxa de emissão média do poluente i [kg/h]; EFi = fator de emissão [kg/t]; (EFi = 0,0011 para MP, EFi = 0,00037 para MP₁₀ e EFi = 0,000025 para MP_{2.5}) A = taxa de movimentação de materiais [t/ano].</p>	Section 11.19.2 – Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing (USEPA, 2004)
	Transferências (MP, MP ₁₀ e MP _{2.5})	$TE_i = k \times 0,0016 \times \left(\frac{U}{2,2} \right)^{1,3} \times \left(\frac{M}{2} \right)^{1,4} \times A$	<p>TEi = taxa de emissão média do poluente i [kg/h]; k = multiplicador de tamanho de partícula [adimensional]; (k = 0,74 para MP, k = 0,35 para MP₁₀ e k = 0,053 para MP_{2.5}); U = velocidade média do vento [m/s]; M = umidade do material [%]; A = taxa de movimentação de materiais [t/h]</p>	Section 13.2.4 – Aggregate Handling And Storage Piles (USEPA, 2006)

Tabela 2.1 (Continuação) – Equações utilizadas para o cálculo das taxas de emissão das fontes emissoras inventariadas com base nos fatores de emissão

Grupo	Processo	Fórmula	Parâmetros	Referência
Via de Tráfego	Vias – Escapamento (MP, MP ₁₀ , MP _{2.5} .)	$TE_i = \frac{EF_i}{1000} \times DMT$	TE _i = taxa de emissão do poluente i para automóvel [kg/h]; EF _i = fator de emissão [g _{poluente} /km]; DMT = distância média trafegada na via [km/h]	<i>Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2018)</i>
	Vias Não Pavimentadas – Ressuspensão de Partículas (MP).	$TE_i = k \times \frac{281,9}{1000} \times \left(\frac{sL}{12}\right)^{0,7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0,45} \times DMT \times \left(\frac{100 - EC}{100}\right)$	TE _i = taxa de emissão do poluente i [kg/h] k = multiplicador de tamanho de partícula [lb/VMt] (k = 4,9 para MP) sL = teor de silte em vias não pavimentadas [%] W = peso médio dos veículos que circulam na via [t] DMT = distância média trafegada na via [km/h] EC = eficiência de controle [%]	<i>Section 13.2.2 – Unpaved Roads (USEPA, 2006)</i>
	Vias Não Pavimentadas – Ressuspensão de Partículas (MP ₁₀ e MP _{2.5}).	$TE_i = k \times \frac{281,9}{1000} \times \left(\frac{sL}{12}\right)^{0,9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0,45} \times DMT \times \left(\frac{100 - EC}{100}\right)$	TE _i = taxa de emissão do poluente i [kg/h]; k = multiplicador de tamanho de partícula [lb/VMt]; (k = 1,5 para MP ₁₀ e k = 0,15 para MP _{2.5}); sL = teor de silte em vias não pavimentadas [%]; W = peso médio dos veículos que circulam na via [t]; DMT = distância média trafegada na via [km/h]; EC = eficiência de controle [%].	<i>Section 13.2.2 – Unpaved Roads (USEPA, 2006)</i>
Obras de Ampliação	Áreas com ocorrência de obras de ampliação	$TE_i = EF_i \times A \times D \times k$	TE _i = taxa de emissão do poluente i [kg/h]; EF _i = fator de emissão [t/ha/mês]; k = multiplicador de tamanho de partícula [adimensional]; (k = 1 para MP, k = 0,5 para MP ₁₀ e k = 0,1 para MP _{2.5}); A = área de ocorrência das obras [ha]; D = duração da atividade [mês].	<i>Section 13.2.3 – Heavy Construction Operations (USEPA, 1995)</i>

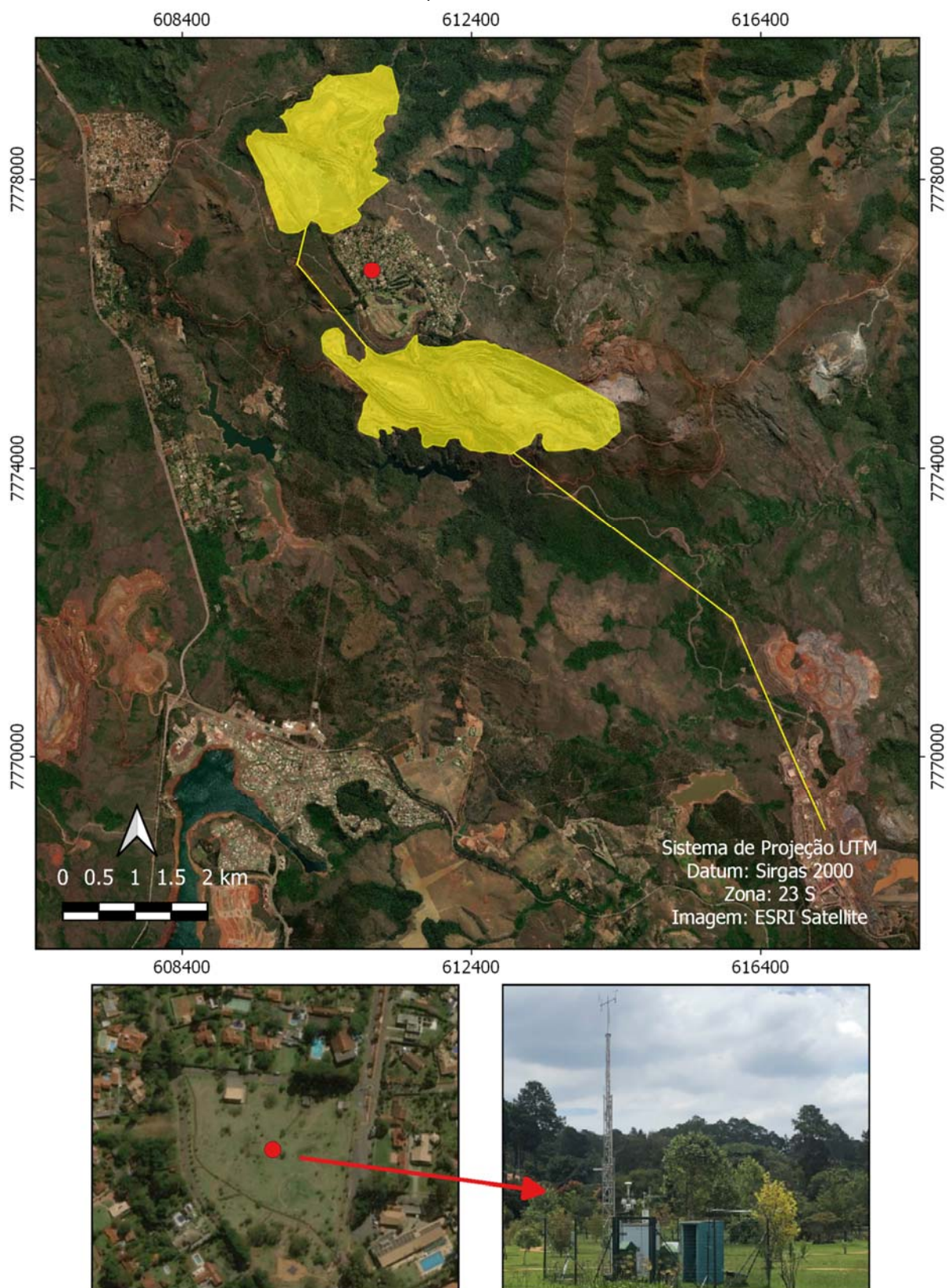
2.2. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS APLICADAS AO INVENTÁRIO

As condições meteorológicas interagem diretamente com os processos de emissão de poluentes atmosféricos e sua dispersão no ambiente. Dessa maneira, as taxas de emissão podem variar dinamicamente conforme os parâmetros meteorológicos, principalmente, precipitação pluviométrica e velocidade do vento.

A velocidade do vento é utilizada na quantificação das emissões referentes às transferências de materiais e arraste eólico nas áreas expostas e pilhas de materiais. A precipitação pluviométrica é uma variável relevante no processo de emissão de material particulado, pois atenua o potencial de emissão da fonte, visto que o aumento da umidade relativa do ar seguido da ocorrência de precipitação reduz o potencial de arraste eólico de material em superfícies expostas.

No inventário, os dados meteorológicos de velocidade do vento e precipitação pluviométrica necessários para a estimativa das emissões foram obtidos da estação meteorológica automática de superfície, denominada Estação Morro do Chapéu, localizada em Nova Lima/MG. A Figura 2.2 apresenta a localização espacial da referida estação meteorológica.

Figura 2.2 – Localização da estação meteorológica Morro do Chapéu utilizada na elaboração dos inventários de emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato



A velocidade do vento influencia diretamente nas emissões provenientes dos grupos de fontes referentes à movimentação de materiais e áreas expostas/pilhas de materiais passíveis à erosão eólica. De acordo com os dados de velocidade do vento monitorados na estação Morro do Chapéu, no período de 01/01/2017 a 31/12/2019, o valor médio da velocidade do vento foi de 1,2 m/s.

A precipitação pluviométrica também influencia no cálculo das emissões atmosféricas, visto que em dias chuvosos, determinadas fontes emissoras apresentam menor potencial de emissão de poluentes.

Conforme formulação apresentada pelo AP-42, o fator de atenuação de emissão devido à precipitação é aplicado à ressuspensão de partículas em vias de tráfego não-pavimentadas (USEPA, 2006).

Para este tipo de fonte, importante nas atividades de mineração, o fator de atenuação é calculado de acordo com o número de dias chuvosos, conforme apresentado na Equação 2.2:

$$FA = 1 - \frac{P}{4N}$$

(Equação 2.2)

onde:

FA = fator de atenuação por chuva [adimensional];

P = número de dias no mês com precipitação superior a 0,254 mm;

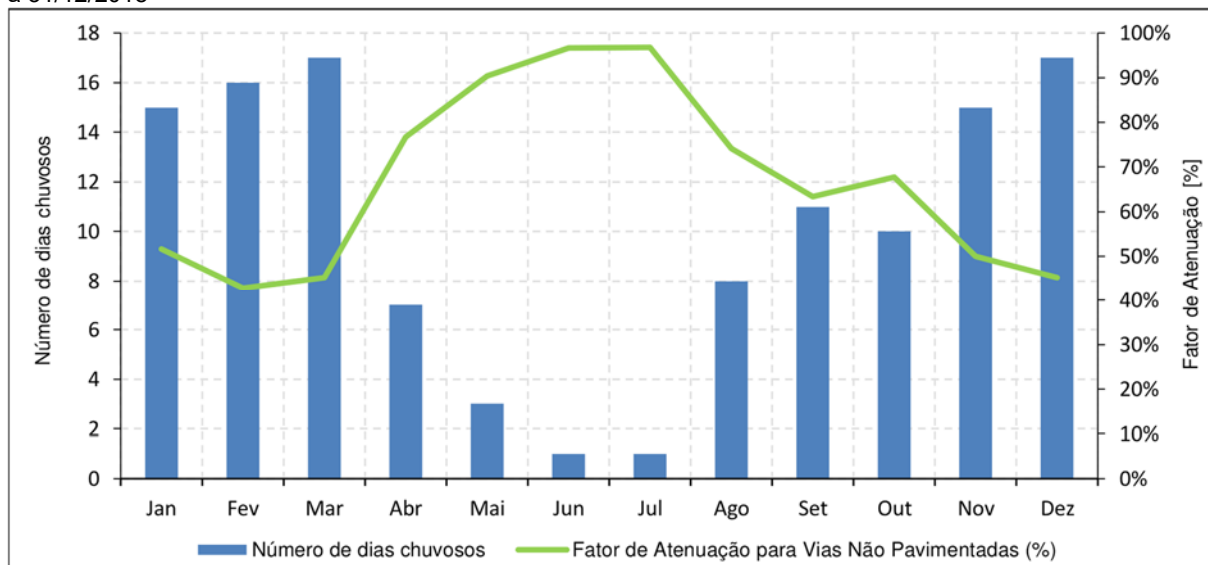
N = número de dias do mês.

Os dados médios de precipitação utilizados para a composição do fator de atenuação foram obtidos do monitoramento da estação Morro do Chapéu. Foram considerados os dados monitorados no ano de 2018. A Tabela 2.2 apresenta os parâmetros utilizados no cálculo dos fatores de atenuação, enquanto a Figura 2.3 relaciona o volume médio de precipitação acumulado mensal e o fator de atenuação obtido para vias não pavimentadas.

Tabela 2.2 – Parâmetros utilizados no cálculo do fator de atenuação pela precipitação pluviométrica – Período de 01/01/2018 a 31/12/2018 – Estação Morro do Chapéu

Parâmetro	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Chuva acumulada [mm]	207	296	234	17	17	3	2	65	84	42	199	301
Nº de dias chuvosos (> 0,254 mm)	15	16	17	7	3	1	1	8	11	10	15	17
Fator de atenuação	0,52	0,43	0,45	0,77	0,90	0,97	0,97	0,74	0,63	0,68	0,50	0,45

Figura 2.3 – Número de dias chuvosos e fator de atenuação para vias não pavimentadas – Período de 01/01/2018 a 31/12/2018



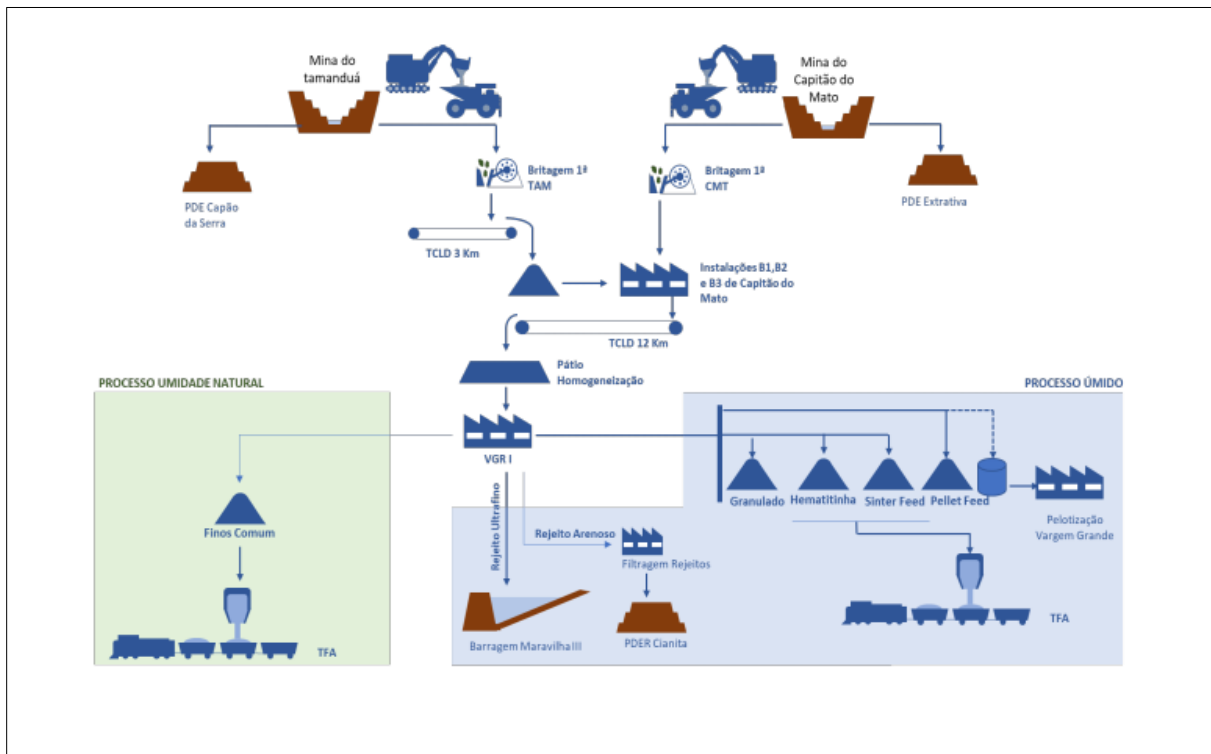
Quanto maior o número de dias chuvosos, menor o fator de atenuação e, dessa maneira, aplicando esse fator às taxas de emissões (multiplicação), estas serão atenuadas pela chuva (reduzidas), evidenciando o que realmente ocorre no período chuvoso.

2.3. PREMISSAS DO INVENTÁRIO DE OPERAÇÃO E PROJETO DE AMPLIAÇÃO DAS MINAS TAMANDUÁ E CAPITÃO DO MATO

Neste trabalho, foram caracterizadas as emissões de MP, MP₁₀ e MP_{2,5} tendo como Cenário Base a produção do ano de 2018 e para o Cenário Futuro o projeto de ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato no Ano 2, no Complexo Vargem Grande, em Minas Gerais, com as atividades potencialmente emissoras de poluentes atmosféricos correspondentes.

A seleção das fontes emissoras consiste em uma minuciosa análise do processo produtivo do empreendimento. Para o presente estudo, foi realizada uma visita técnica a fim de verificar *in loco* as unidades produtivas de Capitão do Mato e Tamanduá, da Vale – Complexo Vargem Grande, desde as áreas de lavra até a expedição do produto final. A Figura 2.4 apresenta o fluxograma simplificado do processo produtivo do empreendimento.

Figura 2.4 – Fluxograma do processo produtivo das minas Tamanduá e Capitão do Mato, do Complexo Vargem Grande



Fonte: Vale, 2019.

A seguir são destacados os principais processos configurados como relevantes no contexto das emissões atmosféricas das operações das minas Capitão do Mato e Tamanduá, no Complexo Vargem Grande:

- Extração de minério;
- Detonação e perfuração;
- Recebimento de matérias-primas (basculamento de caminhões);
- Movimentação de materiais nos pátios, correias transportadoras e caminhões;
- Áreas suscetíveis ao arraste eólico;
- Britagem e peneiramento;
- Escapamento de equipamentos e veículos;

- Ressuspensão de partículas em vias de tráfego.

Os processos caracterizados como fontes de emissão atmosférica identificados no Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato, bem como em sua operação podem ser classificados de acordo com os grupos descritos abaixo:

□ Operações de Lavra

No processo de exploração de uma cava são realizadas as atividades de perfuração, escavação e detonação que emitem partículas para a atmosfera. Em tais fontes têm-se como variáveis importantes para a sua caracterização: horas trabalhadas, número de detonações, área detonada, número de furos, umidade e teor de silte (partículas menores que 75 µm) no minério e estéril.

□ Movimentação de Materiais

Com o recebimento dos insumos necessários ao processo produtivo através de malha viária (caminhões transportadores) e correias transportadoras, os mesmos são dispostos em pátios e posteriormente levados às unidades produtivas também por meio de correias.

Destacam-se como processos que emitem material particulado o carregamento e basculamento de caminhões com matéria prima, empilhamento, recuperação das pilhas de materiais e transferências nas correias transportadoras para envio às unidades de produção. As principais variáveis para a caracterização deste tipo de fonte emissora são: quantidade de material movimentada; umidade do material transportado e teor de finos do material transportado.

Além disso, durante o processo de produção, a movimentação de materiais nos britadores e peneiras resulta na desagregação de partículas finas contidas no minério, resultando na geração de poeira. As características construtivas desses equipamentos, geralmente enclausurados, reduzem a emissão de poeira para o ambiente. São variáveis importantes para a caracterização das emissões de material particulado no processo de britagem e peneiramento: quantidade de material movimentada e umidade do material a ser beneficiado.

□ Áreas Expostas/Pilhas de Materiais

O principal mecanismo de emissão em uma área exposta e/ou pilha de materiais é o arraste eólico das partículas finas e livres existentes nas superfícies expostas. Em geral, quando uma área exposta ou pilha sofre algum tipo de perturbação, o seu potencial de emissão de poeira atinge o nível máximo, visto que materiais finos porventura existentes na superfície são facilmente arrastados e lançados na atmosfera pelas correntes de vento incidentes. À medida que os materiais mais finos vão sendo arrastados, permanecem sobre a superfície da pilha os materiais de maior granulometria, cujo arraste eólico é mais difícil. Se não ocorrerem novas perturbações na pilha, com o passar do tempo, a emissão de material particulado é significativamente reduzida, exceto se todo o material presente nela apresentar granulometria muito fina.

A emissão de material particulado em uma área exposta ou mesmo pilha de materiais tem como variáveis importantes para a sua caracterização (dimensão da área suscetível ao arraste eólico; velocidade do vento, velocidade de fricção limiar de arraste do material e número de distúrbios da superfície).

❑ Máquinas e Equipamentos Auxiliares

Nas seções de lavra, a atuação de máquinas e equipamentos acarretam na emissão de gases e partículas para a atmosfera. Isto ocorre devido ao consumo de combustível (geralmente o diesel) pelo sistema de escapamento. Para a caracterização das emissões destes compostos, as principais variáveis a serem consideradas são: número de horas trabalhadas, tipo e potência dos equipamentos.

❑ Vias de Tráfego

O tráfego de veículos nas vias proporciona a emissão de gases de combustão, através dos escapamentos, além da ressuspensão de partículas e de material que até então encontrava-se depositado na superfície ao longo do caminho. A ressuspensão é ocasionada em função do atrito e pressão exercidos pelas rodas dos veículos, onde as partículas aderem e posteriormente se soltam. A turbulência no ar provocada pelo deslocamento do veículo arrasta partículas da superfície da via. Assim em uma via, existe uma parcela de poeira emitida pelo escapamento e outra emitida por suspensão de partículas existentes em sua superfície. Complementarmente, em vias pavimentadas ocorre a emissão de material particulado proveniente do desgaste de freios e pneus, além do desgaste da própria via.

A quantidade de poluentes que é emitida em uma via de tráfego varia de acordo com o volume do tráfego incidente sobre a mesma. São variáveis importantes para a quantificação das emissões de poeira e gases em vias de tráfego: distância média trafegada pelos caminhões e veículos, massa média dos caminhões e veículos que trafegam na via, umidade superficial da via, teor de finos da superfície da via, tipologia dos caminhões que percorrem a via, número de horas trabalhadas pelos caminhões.

❑ Obras de Ampliação

As obras de ampliação existentes englobam atividades de implantação de estruturas de apoio, construção e montagem de canteiro de obras, supressão de vegetação, terraplenagem com inclusão de atividades de detonação, escavação e movimentação de materiais, tráfego e operações de equipamentos, obras civis de descomissionamento e montagem de subestações, torres e linhas de transmissão elétricas e, ainda, construção e revitalização de trechos de vias para possibilitar o acesso de máquinas e trabalhadores aos locais. A ocorrência dessas atividades possui potencial de emitir material particulado para a atmosfera e impactar a qualidade do ar da região. As emissões provenientes desta categoria de fontes variam proporcionalmente em decorrência da área do solo e da duração das atividades desenvolvidas.

As Tabela 2.3 e Tabela 2.4 apresentam as principais informações operacionais dos Cenários Base e Futuro (respectivamente) das cavas Tamanduá e Capitão do Mato, pertencentes ao

Complexo Vargem Grande, que foram mapeadas durante visita técnica e complementadas com informações documentais do empreendimento.

Tabela 2.3 – Caracterização das informações das operações utilizadas na elaboração do inventário de emissões atmosféricas – Cenário Base

Grupos de Fontes Emissoras	Atividade/Processo/Material	Quantitativo	Unidade
Operações de Lavra	Perfuração	67.200,00	nº furos/ano
	Escavação	29.086,97	horas trabalhadas/ano
	Detonação	672,00	nº detonações/ano
Movimentação de Materiais	Britagem	36.359.259,02	t/ano
	Peneiramento	36.359.259,02	t/ano
	Carregamento/Basculamento/Transporte em Correias	212.138.264,22	t/ano
Áreas Expostas/Pilhas de Materiais	Pilhas de materiais/Áreas Expostas	5.070.184,00	m²
Máquinas e Equipamentos Auxiliares	Horas Trabalhadas	198.150,68	horas trabalhadas/ano
Vias de Tráfego	Distância Média Trafegada – Total	1.207.616,10	km/ano

Tabela 2.4 – Caracterização das informações das operações utilizadas na elaboração do inventário de emissões atmosféricas – Cenário Futuro

Grupos de Fontes Emissoras	Atividade/Processo/Material	Quantitativo	Unidade
Obras de Ampliação	Área das obras	41,41	ha
Operações de Lavra	Perfuração	52.479,78	nº furos/ano
	Escavação	28.032,00	horas trabalhadas/ano
	Detonação	524,80	nº detonações/ano
Movimentação de Materiais	Britagem	36.400.000,00	t/ano
	Peneiramento	36.400.000,00	t/ano
	Carregamento/Basculamento/Transporte em Correias	229.600.000,00	t/ano
Áreas Expostas/Pilhas de Materiais	Pilhas de materiais/Áreas Expostas	6.135.569,60	m²
Máquinas e Equipamentos Auxiliares	Horas Trabalhadas	392.448,00	horas trabalhadas/ano
Vias de Tráfego	Distância Média Trafegada – Total	775.516,42	km/ano

2.4. EMISSÕES DO CENÁRIO BASE

Nesta seção são apresentadas as taxas de emissões da operação das minas Tamanduá e Capitão do Mato para cada grupo de fontes que compõem o cenário operacional base considerado neste estudo, de acordo com as premissas e metodologias apresentadas nas seções anteriores.

□ Operações de lavra

As emissões desse grupo ocorrem na cava durante o processo de lavra do minério. Adotou-se que o material escavado contém umidade natural de 8% e teor de silte médio de 9,5%. As Tabelas 2.5 e 2.6 apresentam as emissões atmosféricas das fontes que compõem esse grupo, bem como os parâmetros necessários para as estimativas. A Figura 2.5 apresenta o polígono delimitado representando a cava onde ocorrem as operações de escavação, perfuração e detonação.

Tabela 2.5 – Emissões atmosféricas nos processos de escavação e perfuração – Cenário Base

Local	Fonte	Atividade		Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
		Valor	Unidade	X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Escavação	10.212	horas	610.361	7.778.024	3,03	0,63	0,63
	Perfuração	14.400	furos	610.402	7.777.963	0,97	0,51	0,51
Mina Capitão do Mato	Escavação	18.875	horas	613.122	7.774.873	5,59	1,17	1,17
	Perfuração	52.800	furos	613.232	7.774.832	3,56	1,87	1,87

Tabela 2.6 – Emissões atmosféricas no processo de detonação – Cenário Base

Local	Fonte	Nº Detonações	Área Detonada [m²/detonação]	Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
				X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Detonação	144	2.000	610.428	7.778.020	0,32	0,17	0,17
Mina Capitão do Mato	Detonação	528	2.000	613.199	7.774.824	1,19	0,62	0,62

Figura 2.5 – Áreas com as operações de lavra referentes ao Cenário Base



Fontes Emissoras

 Operações de Lavra



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

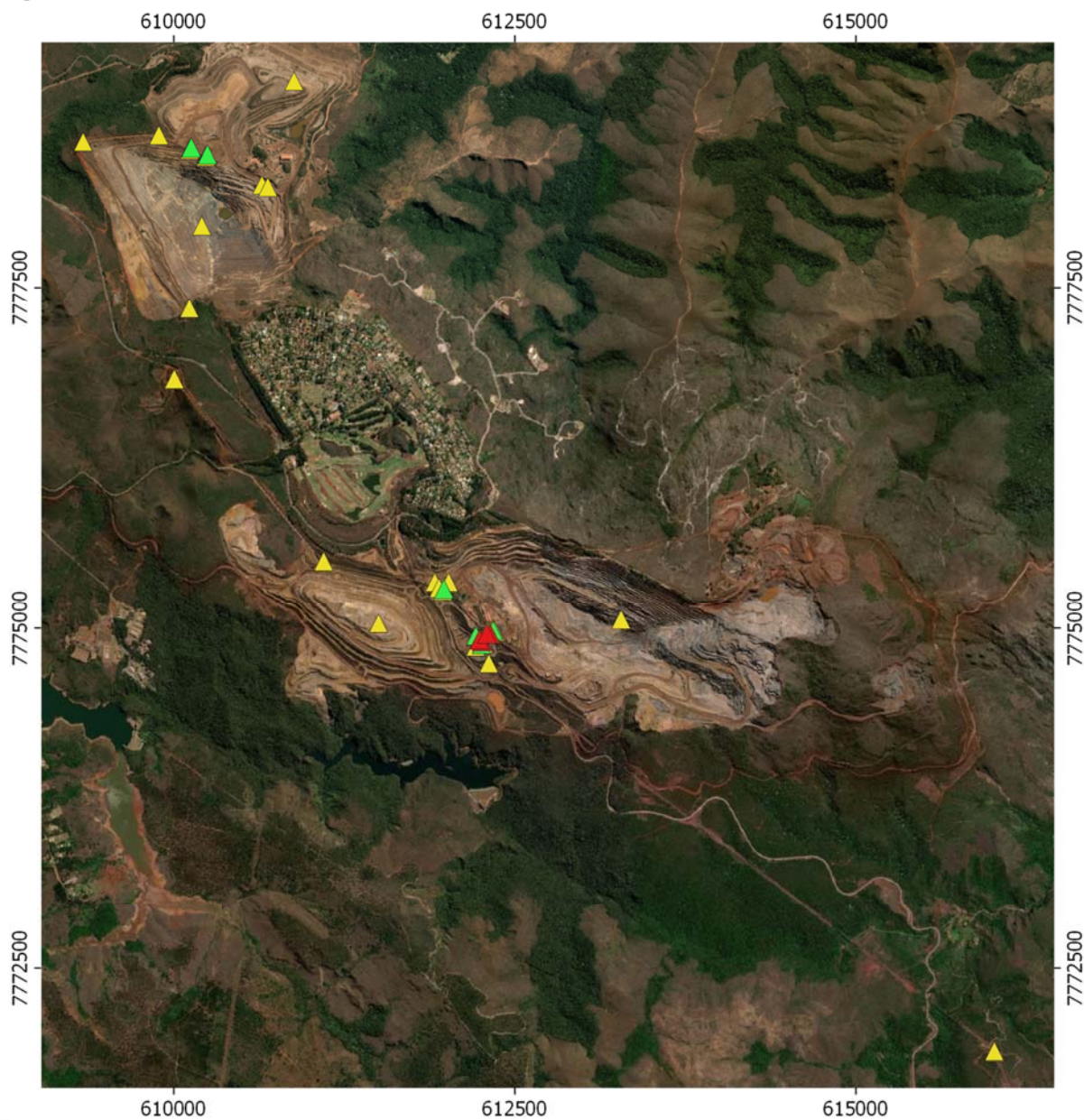
□ Movimentação de Materiais

As emissões desse grupo acontecem no processo de carregamento e basculamento dos caminhões e nos processos de britagem, transferências por correias transportadoras e formação de pilha. Adotou-se como característica do material lavrado a umidade de 8%. A Tabela 2.7 apresenta as emissões atmosféricas das fontes que compõem esse grupo, bem como as coordenadas geográficas. A Figura 2.6 apresenta as fontes emissoras consideradas nesse grupo.

Tabela 2.7 – Emissões atmosféricas no processo de transferência, britagem e peneiramento – Cenário Base

Local	Fonte Emissora	Coordenadas [UTM]		Quantidade Movimentada [t/h]	Taxa de Emissão [kg/h]		
		X [m]	Y [m]		MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	TR - Mina/Caminhão – Tamanduá	610.204	7.777.956	380,39	0,06	0,03	<0,01
	TR - Caminhão/SBM02 - Tamanduá	610.646	7.778.256	190,19	0,03	0,01	<0,01
	TR - Caminhão/SBM03 - Tamanduá	610.689	7.778.241	190,19	0,03	0,01	<0,01
	TR - PDE Capão da Serra	610.881	7.779.017	217,72	0,03	0,02	<0,01
	TR - SBM02 – Correia	610.248	7.778.483	190,19	0,03	0,01	<0,01
	TR - SBM03 – Correia	610.127	7.778.539	190,19	0,03	0,01	<0,01
	TR - Chute 1	610.236	7.778.464	190,19	0,03	0,01	<0,01
	TR - Chute 2	610.116	7.778.515	380,39	0,06	0,03	<0,01
	TR - Chute 3	609.891	7.778.620	380,39	0,06	0,03	<0,01
	TR - Chute 4	609.335	7.778.570	380,39	0,06	0,03	<0,01
	TR - Chute 5	611.099	7.775.495	380,39	0,06	0,03	<0,01
	TR - Chute 4a	610.114	7.777.347	380,39	0,06	0,03	<0,01
	TR - Chute 4b	610.004	7.776.827	380,39	0,06	0,03	<0,01
	BRT - BR01 - Britagem Primária SBM 02	610.247	7.778.480	190,19	0,95	0,38	0,38
	BRT - BR01 - Britagem Primária SBM 03	610.128	7.778.530	190,19	0,95	0,38	0,38
Mina Capitão do Mato	TR – Formação Pilha Intermediária - Tamanduá	611.913	7.775.341	380,39	0,06	0,03	<0,01
	TR - Pilha Intermediária/Correia	611.943	7.775.300	380,39	0,06	0,03	<0,01
	TR - Mina/Caminhão - Capitão do Mato	613.279	7.775.064	1.694,91	0,26	0,12	0,02
	TR - Caminhão/Britador - ITM B1	612.353	7.774.973	847,46	0,13	0,06	0,01
	TR - ITM B1 Transferência 1	612.305	7.774.960	847,46	0,13	0,06	0,01
	TR - ITM B1 Transferência 2	612.217	7.774.938	847,46	0,13	0,06	0,01
	TR - ITM B1 Transferência 3	612.240	7.774.913	847,46	0,13	0,06	0,01
	TR - Caminhão/SBM01	612.014	7.775.341	847,46	0,13	0,06	0,01
	TR - SBM01/Correia	611.972	7.775.278	847,46	0,13	0,06	0,01
	TR - Correia/ITM B2/B3	612.298	7.774.974	1.227,84	0,19	0,09	0,01
	TR - ITMs B2/B3 Transferência 1	612.326	7.774.956	1.227,84	0,19	0,09	0,01
	TR - ITMs B2/B3 Transferência 2	612.264	7.774.909	1.227,84	0,19	0,09	0,01
	TR - ITMs B2/B3 Transferência 3	612.270	7.774.883	1.227,84	0,19	0,09	0,01
	TR - Empilhamento de produto - ITMs B2/B3	612.212	7.774.863	2.075,30	0,32	0,15	0,02
	TR - PDE Extrativa - Capitão do Mato	611.501	7.775.035	1.707,57	0,26	0,12	0,02
	TR - ITM/TCLD1	612.309	7.774.740	2.075,30	0,32	0,15	0,02
	TR - TCLD2	616.016	7.771.891	2.075,30	0,32	0,15	0,02
	BRT - BR01 - Britagem Primária SBM 01	611.980	7.775.293	847,46	4,24	1,69	1,69
	BRT - Britagem Secundária BR03/04 (ITM B1)	612.257	7.774.879	847,46	12,71	5,08	5,08
	BRT - Britagem Primária - BR01 (ITMB1)	612.341	7.774.981	847,46	4,24	1,69	1,69
	BRT - Britagem Secundária - BR05/06 (ITM B2/B3)	612.214	7.774.943	1.227,84	18,42	7,37	7,37
	Peneiramento 1 – ITM B1	612.320	7.774.956	847,46	0,93	0,31	0,02
	Peneiramento 2 – ITM B1	612.258	7.774.903	847,46	0,93	0,31	0,02
	Peneiramento 1 – ITM B2	612.295	7.774.957	1.227,85	1,35	0,45	0,03
	Peneiramento 2 – ITM B2	612.241	7.774.915	1.227,85	1,35	0,45	0,03

Figura 2.6 – Movimentações de materiais referentes ao Cenário Base



Fontes Emissoras

- ▲ Peneiramentos
- ▲ Britagens
- ▲ Transferências



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

□ Áreas expostas / Pilhas de materiais

As emissões desse grupo ocorrem nas pilhas e superfícies expostas à ação do vento. As Tabelas 2.8 e 2.9 apresentam as emissões atmosféricas das fontes que compõem esse grupo, bem como as respectivas coordenadas. A Figura 2.7 apresenta os polígonos delimitados representando as pilhas e superfícies expostas.

Tabela 2.8 – Emissões atmosféricas no processo de erosão eólica do tipo *flat* – Cenário Base

Local	Fonte Emissora	Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
		X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	AE - Mina de Tamanduá	610.154	7.777.943	1,51	0,76	0,11
	AE - PDE Capão da Serra	610.836	7.778.924	0,74	0,37	0,06
Mina Capitão do Mato	AE - Mina de Capitão do Mato	613.383	7.775.112	2,37	1,18	0,18
	AE - PDE Extrativa	611.529	7.774.957	1,28	0,64	0,10

Tabela 2.9 – Emissões atmosféricas no processo de erosão eólica para pilhas do tipo cônicas – Cenário Base

Local	Fonte Emissora	Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
		X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Pilha SBM 2	610.264	7.778.485	<0,01	<0,01	<0,01
	Pilha SBM 3	610.123	7.778.547	<0,01	<0,01	<0,01
Mina Capitão	Pilha SBM 1	611.984	7.775.325	<0,01	<0,01	<0,01
	Pilha Intermediária Tamanduá	611.913	7.775.341	0,03	0,02	<0,01
	Pilha Produtos ITM's	612.212	7.774.863	0,09	0,04	0,01

Figura 2.7 – Áreas expostas e pilhas de materiais referentes ao Cenário Base



Fontes Emissoras

 AE - Mina de Capitão do Mato	 Pilha Produtos ITM's
 AE - Mina de Tamanduá	 Pilha SBM1
 AE - PDE Capão da Serra	 Pilha SBM 2
 AE - PDE Extrativa	 Pilha SBM 3
 Pilha Intermediária Tamanduá	



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

□ Vias de Tráfego

As emissões das vias de tráfego não pavimentadas ocorrem devido a movimentação de caminhões fora de estrada que transportam os materiais provenientes das minas, são os chamados veículos fora de estrada (*off-road*). Foram considerados os processos de emissão por escapamento desses veículos e a ressuspensão de partículas que estão depositadas nas vias. Em decorrência da umectação com água nas vias, foi considerada a eficiência de controle de 70%.

A Tabela 2.10 apresenta as emissões atmosféricas nas vias de tráfego não pavimentadas e as respectivas coordenadas. A Figura 2.8 apresenta as vias de tráfego mapeadas no inventário.

Tabela 2.10 – Emissões atmosféricas nas vias de tráfego não pavimentadas – Cenário Base

Local	Fonte Emissora	Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
		X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Via Cava TAM - SBM's Trecho 1	610.615	7.778.005	6,29	1,68	0,17
	Via Cava TAM - SBM's Trecho 2	610.659	7.778.214	11,30	3,01	0,30
	Via Cava TAM - SBM 2	610.243	7.778.520	0,91	0,24	0,02
	Via Cava TAM - SBM 3	610.192	7.778.569	1,14	0,31	0,03
	Via Cava TAM - PDE Capão da Serra	610.636	7.778.971	13,75	3,66	0,37
Mina Capitão	Via Cava CMT Trecho 1	612.847	7.775.135	12,11	3,23	0,32
	Via Cava CMT - PDE Extrativa	611.838	7.774.701	34,07	9,08	0,91
	Via Cava CMT - SBM1	612.499	7.775.317	20,79	5,54	0,56
	Via Britadores CMT - ITM B1, B2 e B3	612.525	7.774.839	9,29	2,48	0,25
	Via Cava CMT - Minério	613.493	7.774.563	43,94	11,71	1,18

Figura 2.8 – Vias de tráfego referentes ao Cenário Base



Fontes Emissoras

— Vias



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

□ Máquinas e Equipamentos Auxiliares

Para este grupo de fontes, as emissões ocorrem devido a combustão nos motores movidos à diesel, que liberam entre outros poluentes, material particulado através dos escapamentos. Para tanto, foram consideradas as horas trabalhadas destas máquinas e equipamentos auxiliares, bem como as diferentes classes destes, tais como:

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| (a) Perfuratriz; | (e) Trator de Pneus; |
| (b) Escavadeira; | (f) Trator de Esteira; |
| (c) Carregadeira; | (g) Motoniveladora. |
| (d) Caminhão Fora de Estrada; | |

A Tabela 2.11 apresenta a emissão atmosférica das fontes que compõem esse grupo. Devido à dinâmica das atividades executadas por máquinas e equipamentos auxiliares, as emissões foram alocadas por toda a área das cavas Tamanduá e Capitão do Mato. A Figura 2.9 representa a área da mina passível de ocorrer emissão pelo escapamento das máquinas e equipamentos auxiliares.

Tabela 2.11 – Emissões atmosféricas das máquinas e equipamentos auxiliares – Cenário Base

Local	Fonte Emissora	Taxa de Emissão [kg/h]		
		MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Caminhões Fora de Estrada	0,35	0,35	0,35
	Escavadeiras	0,08	0,08	0,08
	Motoniveladoras	0,02	0,02	0,02
	Tratores	0,06	0,06	0,06
Mina Capitão do Mato	Caminhões Fora de Estrada	1,02	1,02	1,02
	Escavadeiras	0,14	0,14	0,14
	Carregadeiras	0,05	0,05	0,05
	Perfuratrizes	0,06	0,06	0,06
	Motoniveladoras	0,03	0,03	0,03
	Tratores	0,11	0,11	0,11

Figura 2.9 – Emissões de máquinas e equipamentos auxiliares referentes ao Cenário Base



Fontes Emissoras

 Área de operação de Máquinas e Equipamentos



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

□ Resumo do Inventário de Emissões Atmosféricas da Operação das Minas Tamanduá e Capitão do Mato no ano de 2018 (Cenário Base)

O resumo do inventário de emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato para o Cenário Base de operações é apresentado na Tabela 2.12.

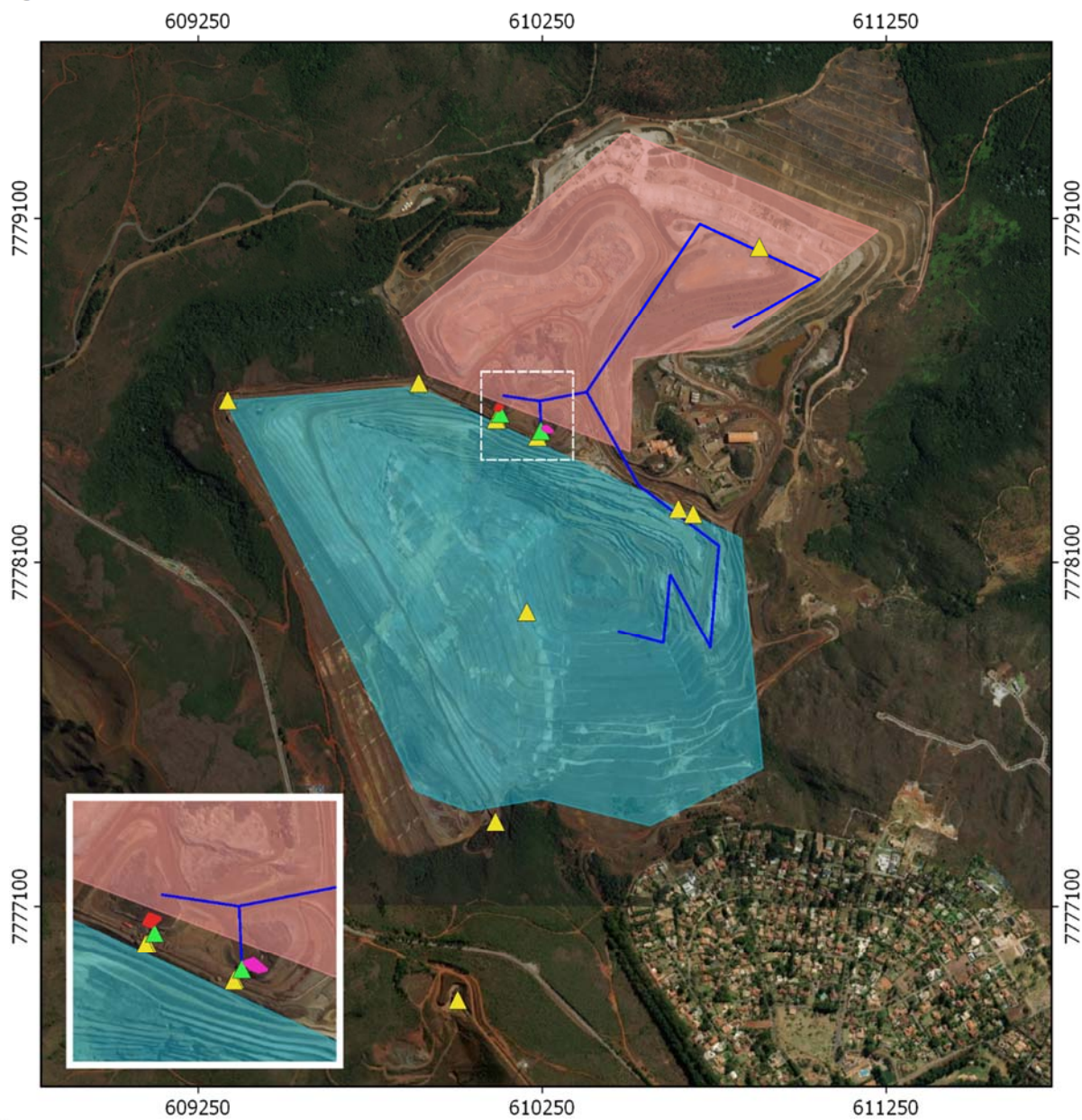
Tabela 2.12 – Resumo do inventário de emissões atmosféricas – Cenário Base

Grupo de Fontes	Processo	Taxa de Emissão [kg/h]		
		MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Operações de Lavra	Perfuração	4,53	2,38	2,38
	Escavação	8,62	1,80	1,80
	Detonação	1,51	0,78	0,78
Movimentação de Materiais	Britagem	41,51	16,60	16,60
	Peneiramento	4,57	1,54	0,10
	Transferências	3,70	1,75	0,27
Áreas Expostas e Pilhas de Materiais	Erosão Eólica	6,02	3,01	0,45
Máquinas e Equipamentos Auxiliares	Escapamento	1,90	1,90	1,90
Vias de Tráfego	Ressuspensão e Escapamento	153,60	40,95	4,11
TOTAL		225,96	70,71	28,39

As Figuras 2.10 e 2.11 mostram todas as fontes emissoras inventariadas para o Cenário Base de operação (ano 2018) nas minas Tamanduá e Capitão do Mato.

A Figura 2.12 apresenta a contribuição percentual de cada grupo de fontes emissoras (áreas expostas/pilhas de materiais, máquinas e equipamentos auxiliares, operações de lavra, movimentação de materiais, britagem, peneiramento e vias de tráfego) caracterizadas para cada poluente analisado.

Figura 2.10 – Resumo das fontes emissoras inventariadas na mina Tamandua – Cenário Base



Legenda:

- AE - Mina de TAM/Op. de lavra/Área de op. de Máq. e Equip.
- AE - PDE Capão da Serra/Área de op. de Máq. e Equip.
- Pilha SBM 2
- Pilha SBM 3
- Britagens
- Transferências
- Vias

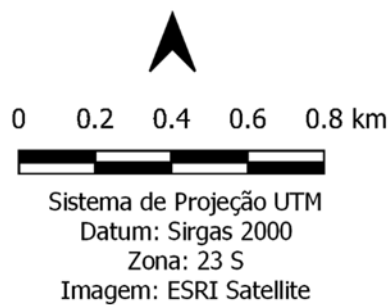
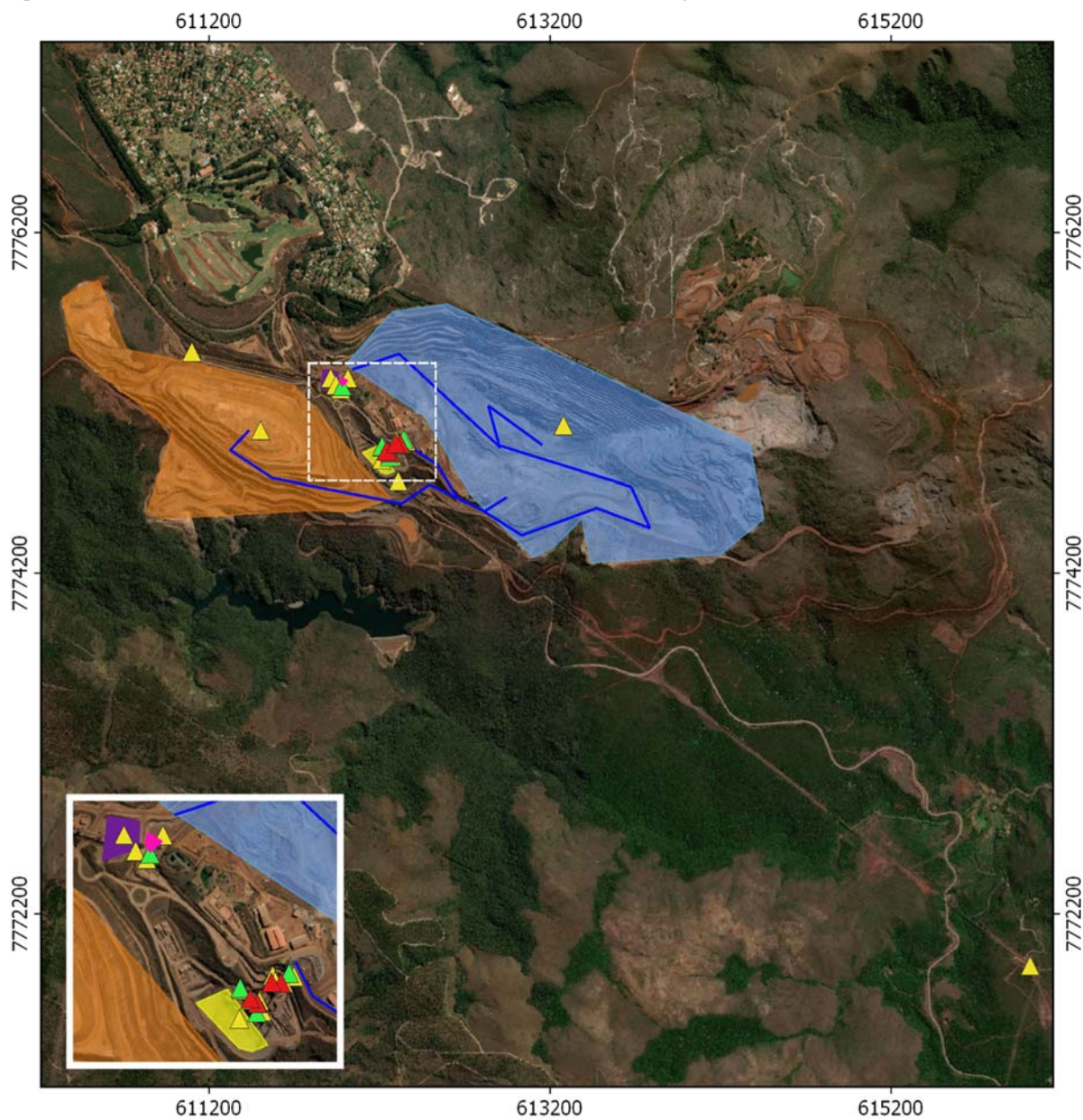


Figura 2.11 – Resumo das fontes emissoras inventariadas na mina Capitão do Mato - Cenário Base



Legenda:

AE - Mina de CMT/Op. de lavra/Área de op. de Máq. e Equip.

AE - PDE Extrativa/Área de Op. de Máq. e Equip.

Pilha Intermediária Tamanduá

Pilha Produtos ITM's

Pilha SBM1

Peneiramento

Britagens

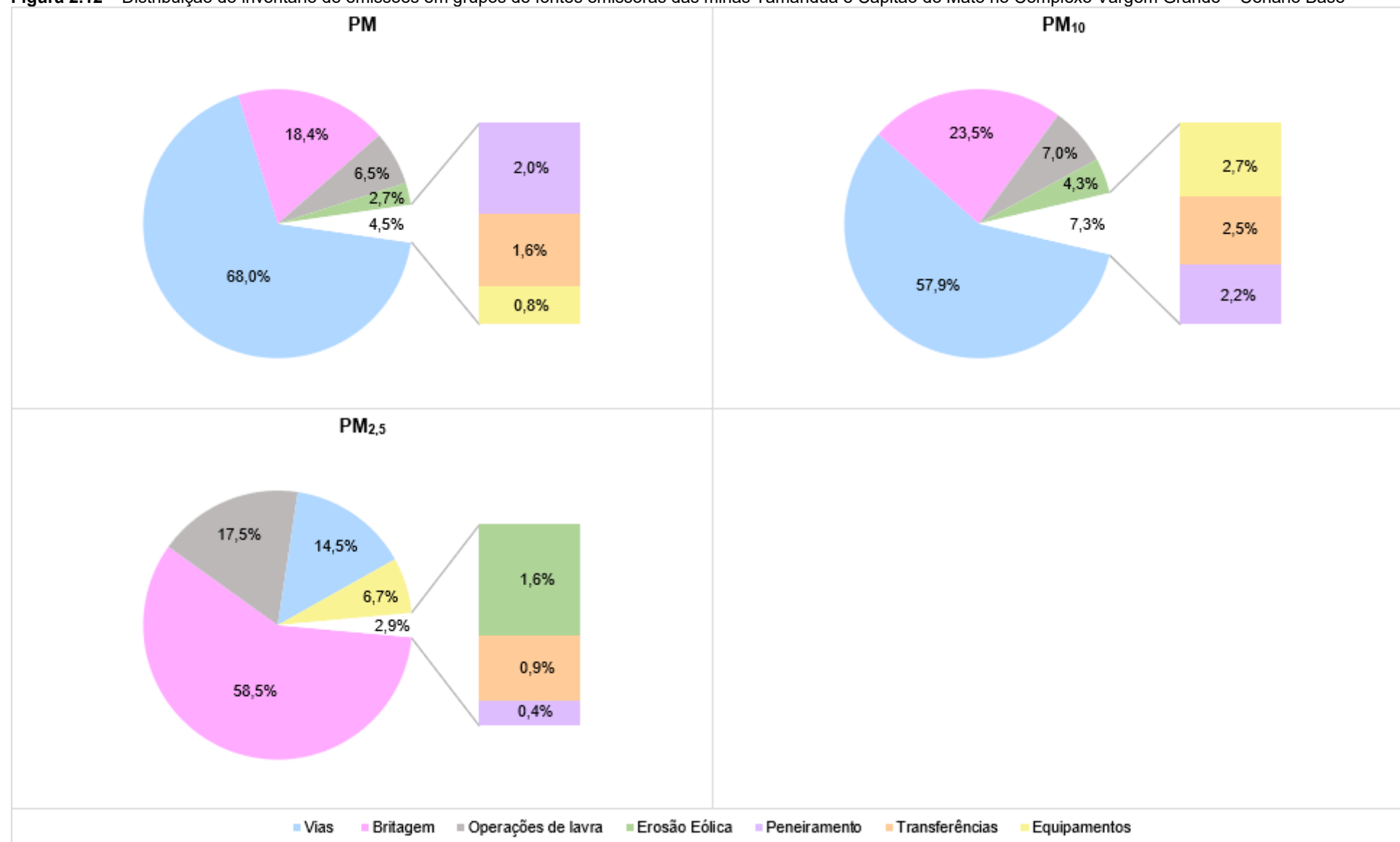
Transferências

Vias



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

Figura 2.12 – Distribuição do inventário de emissões em grupos de fontes emissoras das minas Tamanduá e Capitão do Mato no Complexo Vargem Grande – Cenário Base



Para material particulado total, a principal fonte contribuinte para as emissões atmosféricas são as vias de tráfego (Figura 2.12). Devido à ressuspensão de material existente na superfície das vias, juntamente com o escapamento dos caminhões, estes são responsáveis por uma contribuição de 68% das emissões material particulado total. Em seguida, encontra-se o processo de britagem, contribuindo com 18,4%, e operações de lavra, com 6,5%. Os escapamentos das máquinas e equipamentos auxiliares que operam na área da mina são os que menos contribuem para as emissões de material particulado total.

Da mesma forma, para material particulado menor que 10 μm , as vias representam a principal fonte emissora, contribuindo com 57,9% das emissões, seguidas igualmente pelo processo de britagem, que contribui com 23,5% das emissões totais. As operações de lavra, as quais incluem os processos de perfuração, detonação e escavação, são responsáveis por 7% das emissões de MP_{10} . A menor contribuição de MP_{10} , 2,2%, é proveniente do processo de peneiramento executado.

As emissões de material particulado menor que 2,5 μm têm como principais fontes contribuintes o processo de britagem, com 58,5% das emissões e operações de lavra, que representam 17,4%. Em seguida, têm-se as vias de tráfego, que contribuem com 17,5% das emissões. Assim como para o material particulado menor que 10 μm , o menor contribuinte para as emissões de $\text{MP}_{2.5}$ é o processo de peneiramento do minério, representando 0,4% das emissões.

De forma geral, como pode ser visto na Tabela 2.11 e Figura 2.12, as vias de tráfego, britagens e operações de lavra são as principais fontes contribuintes para as emissões de material particulado (MP , MP_{10} e $\text{MP}_{2.5}$) no cenário de operação das minas Tamanduá e Capitão do Mato.

2.5. EMISSÕES DO CENÁRIO FUTURO

Nesta seção são apresentadas as taxas de emissões no Ano 2 do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato da Vale para cada grupo de fontes que compõem esse cenário, de acordo com as premissas e metodologias apresentadas nas seções anteriores.

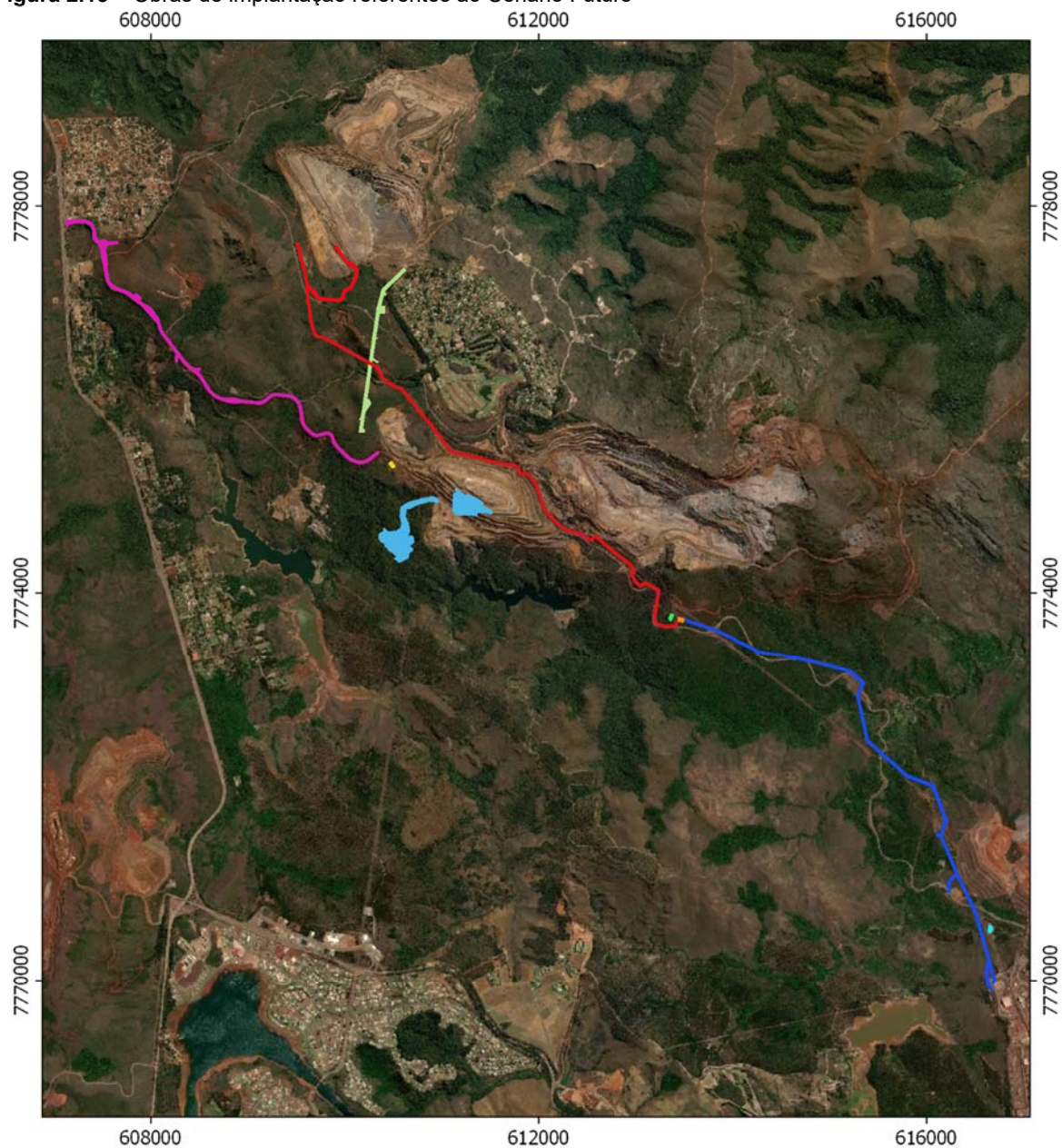
□ Obras de ampliação

As emissões provenientes das obras de ampliação variam de acordo com o período em que ocorrem e a área superficial em que são realizadas. A Tabela 2.13 apresenta as taxas de emissões atmosféricas para fonte que compõe este grupo. Os polígonos que representam as áreas onde estas obras ocorrem são mostrados na Figura 2.13.

Tabela 2.13 – Emissões atmosféricas nos processos de obras da ampliação – Cenário Futuro

Fonte	Área [ha]	Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
		X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Nova Subestação CMT	0,19	613.470	7.773.722	0,17	0,09	0,02
Linha de Transmissão 138kV - SE Nova Lima 6 e Nova SE CMT	2,91	615.324	7.773.013	2,67	1,33	0,27
Linhas de Distribuição Secundárias 34,5kV - Nova SE CMT	3,67	609.699	7.776.653	3,36	1,68	0,34
Linha de Transmissão 138kV - Fechamento Anel CEMIG-D e Canteiro de Obras	4,97	610.356	7.776.924	4,56	2,28	0,46
Canteiro PDE Extrativa Expansão	0,10	610.491	7.775.314	0,05	0,02	0,00
Canteiro Nova SE-CMT - Nova 930-SE-01	0,18	613.369	7.773.749	0,16	0,08	0,02
Canteiro Avançado 1 - Implantação LT 138kV	0,20	616.655	7.770.518	0,18	0,09	0,02
Expansão PDE Extrativa	16,05	610.565	7.774.543	8,02	4,01	0,80
Realocação da Estrada Honório Bicalho - Trecho 1 e Canteiro de Obras	13,14	607.956	7.776.919	10,94	5,47	1,09

Figura 2.13 – Obras de implantação referentes ao Cenário Futuro



Fontes Emissoras

- Linha de Transmissão 138kV
- Linha de Distribuição Secundária 34,5 kV
- Fechamento do Anel CEMIG-D
- Trecho 1 da Estrada Honório Bicalho
- Expansão da PDE Extrativa no ano 2
- Nova SE CMT
- Cant. de Obras Nova SE CMT
- Cant. de Obras Expansão PDE
- Cant. de Obras LT 138 kV



0 0.5 1 1.5 2 km



Sistema de Projeção UTM

Datum: Sirgas 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

□ Operações de lavra

As emissões desse grupo ocorrem na cava durante o processo de lavra do minério. Adotou-se que o material escavado contém umidade natural de 8% e teor de silte médio de 9,5%. As Tabelas 2.14 e 2.15 apresentam as emissões atmosféricas das fontes que compõem esse grupo, bem como os parâmetros necessários para as estimativas. A Figura 2.14 apresenta o polígono delimitado representando a cava onde ocorrem as operações de escavação, perfuração e detonação.

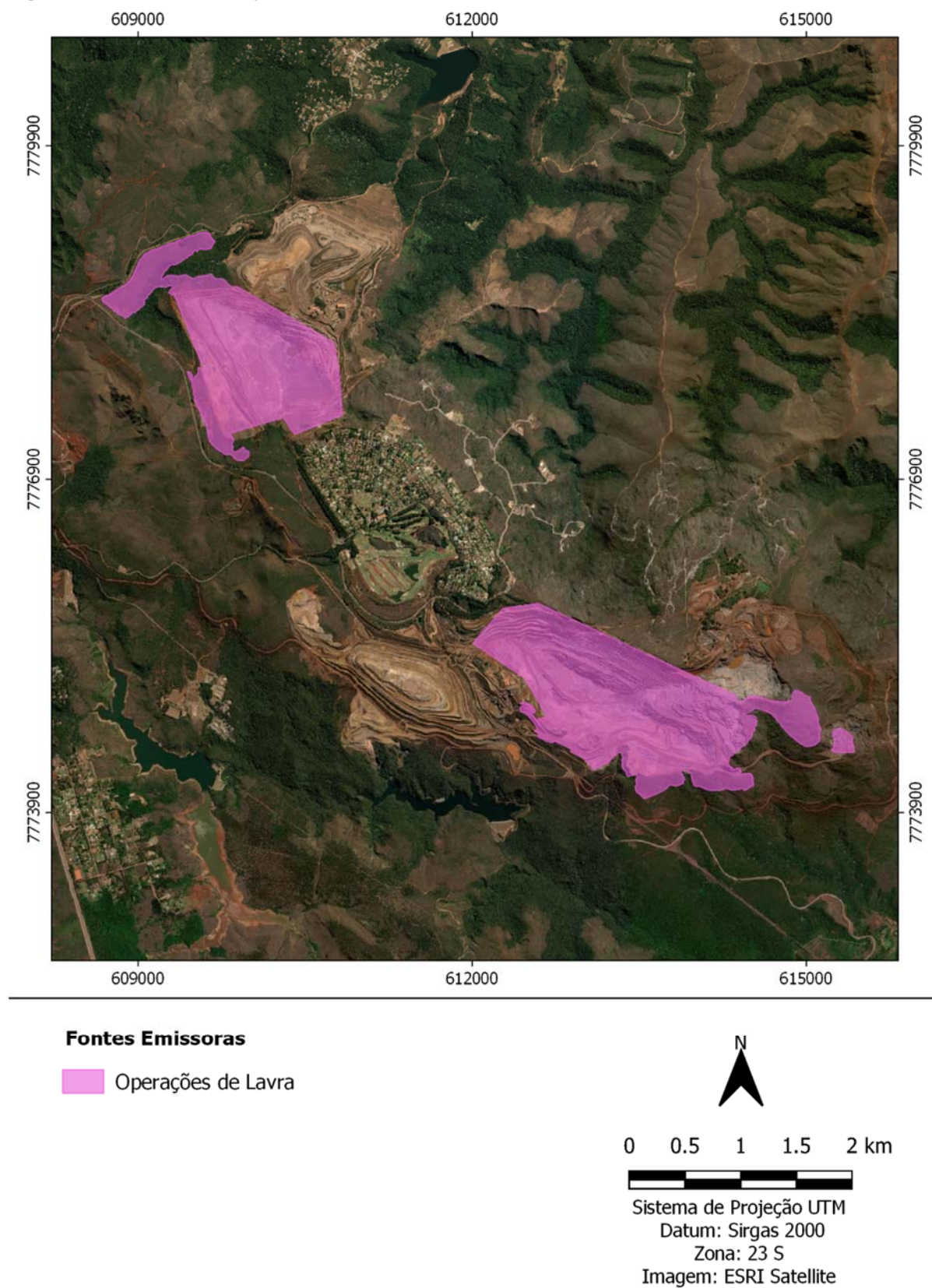
Tabela 2.14 – Emissões atmosféricas nos processos de escavação e perfuração – Cenário Futuro

Local	Fonte	Atividade		Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
		Valor	Unidade	X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Escavação	14.016	horas	610.206	7.778.022	4,15	0,87	0,87
	Perfuração	28.034	furos	610.252	7.777.942	1,89	0,99	0,99
Mina Capitão do Mato	Escavação	14.016	horas	613.245	7.774.820	4,15	0,87	0,87
	Perfuração	24.446	furos	613.298	7.774.773	1,65	0,87	0,87

Tabela 2.15 – Emissões atmosféricas no processo de detonação – Cenário Futuro

Local	Fonte	Nº Detonações	Área Detonada [m²/detonação]	Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
				X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Detonação	280	2.000	610.314	7.778.004	0,63	0,33	0,33
Mina Capitão do Mato	Detonação	244	2.000	613.243	7.774.772	0,55	0,29	0,29

Figura 2.14 - Áreas com as operações de lavra referentes ao Cenário Futuro



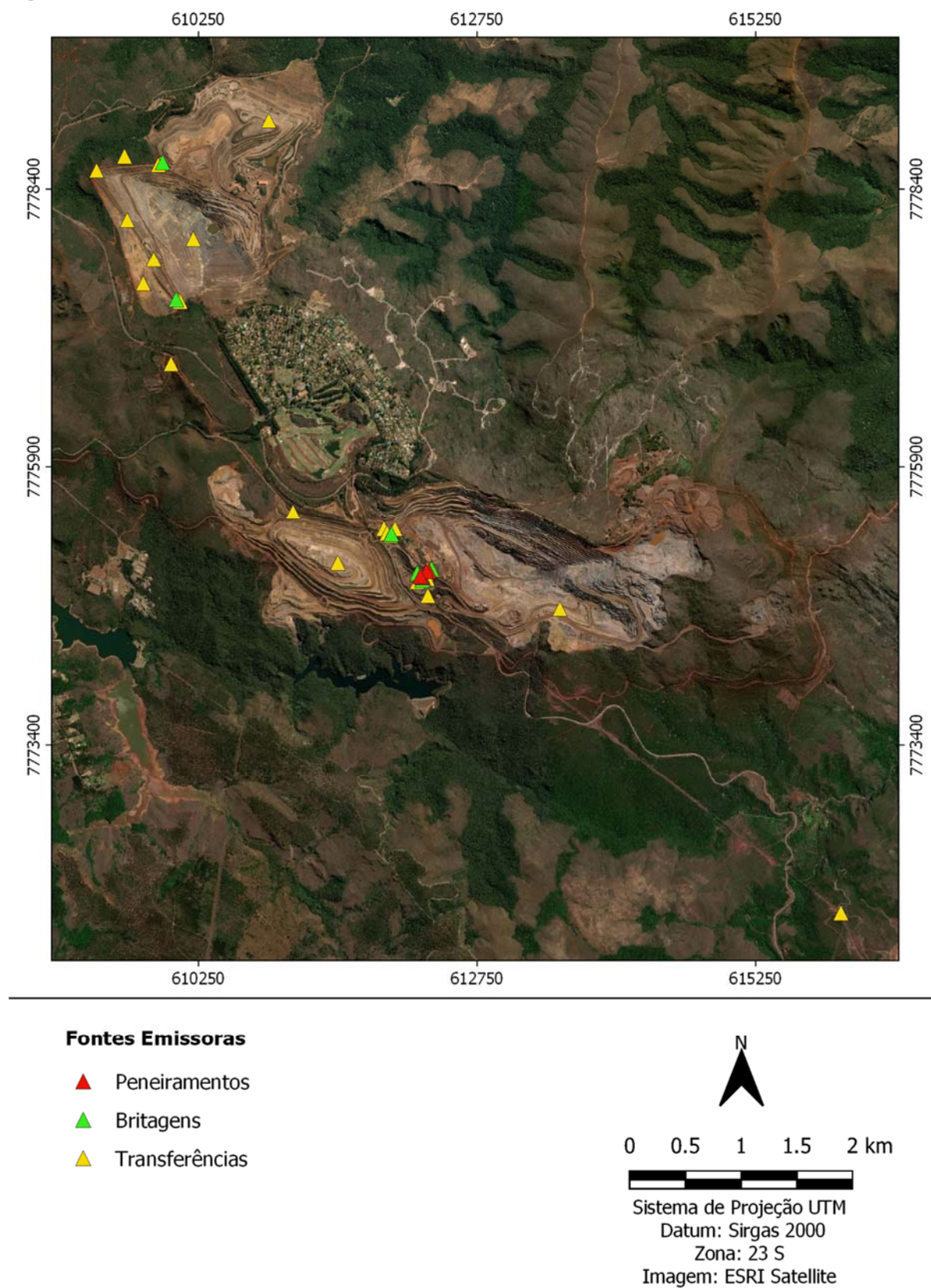
□ Movimentação de Materiais

Os processos de carregamento e basculamento dos caminhões, bem como britagens, transferências por correias transportadoras e formação de pilhas acarretam nas emissões de material particulado correspondentes a este grupo. Adotou-se como característica do material lavrado a umidade de 8%. A Tabela 2.16 apresenta as emissões atmosféricas das fontes que compõem esse grupo. A Figura 2.15 apresenta as fontes emissoras consideradas nesse grupo.

Tabela 2.16 – Emissões atmosféricas no processo de transferência, britagem e peneiramento – Cenário Futuro

Local	Fonte Emissora	Coordenadas [UTM]		Quantidade Movimentada [t/h]	Taxa de Emissão [kg/h]		
		X [m]	Y [m]		MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamandua	TR - Mina/Caminhão – Tamandua	610.204	7.777.956	856,16	0,13	0,06	0,01
	TR - Caminhão/SBM02 - Tamandua	609.755	7.777.552	428,08	0,07	0,03	<0,01
	TR - Caminhão/SBM03 - Tamandua	609.587	7.778.698	428,08	0,07	0,03	<0,01
	TR - PDE Capão da Serra	610.881	7.779.017	308,22	0,05	0,02	<0,01
	TR - SBM02 – Correia	610.077	7.777.396	428,08	0,07	0,03	<0,01
	TR - SBM03 – Correia	609.909	7.778.631	428,08	0,07	0,03	<0,01
	TR - Chute 1	609.890	7.778.619	428,08	0,07	0,03	<0,01
	TR - Chute 2	609.335	7.778.569	428,08	0,07	0,03	<0,01
	TR - Chute 3	609.611	7.778.125	428,08	0,07	0,03	<0,01
	TR - Chute 4	609.848	7.777.770	428,08	0,07	0,03	<0,01
	TR - Chute 5	610.087	7.777.387	856,16	0,13	0,06	0,01
	TR - Chute 4a	610.004	7.776.827	856,16	0,13	0,06	0,01
	TR - Chute 4b	611.098	7.775.494	856,16	0,13	0,06	0,01
	BRT - BR01 - Britagem Primária SBM 02	610.050	7.777.406	428,08	2,14	0,86	0,86
	BRT - BR01 - Britagem Primária SBM 03	609.929	7.778.642	428,08	2,14	0,86	0,86
Mina Capitão do Mato	TR – Formação Pilha Intermediária - Tamandua	611.913	7.775.341	856,16	0,13	0,06	0,01
	TR - Pilha Intermediária/Correia	611.943	7.775.300	856,16	0,13	0,06	0,01
	TR - Mina/Caminhão - Capitão do Mato	613.494	7.774.620	1221,46	0,19	0,09	0,01
	TR - Caminhão/Britador - ITM B1	612.352	7.774.972	610,73	0,09	0,04	0,01
	TR - ITM B1 Transferência 1	612.304	7.774.960	610,73	0,09	0,04	0,01
	TR - ITM B1 Transferência 2	612.217	7.774.938	610,73	0,09	0,04	0,01
	TR - ITM B1 Transferência 3	612.239	7.774.912	610,73	0,09	0,04	0,01
	TR - Caminhão/SBM01	612.014	7.775.340	610,73	0,09	0,04	0,01
	TR - SBM01/Correia	611.972	7.775.278	610,73	0,09	0,04	0,01
	TR - Correia/ITM B2/B3	612.298	7.774.974	1466,89	0,22	0,11	0,02
	TR - ITMs B2/B3 Transferência 1	612.291	7.774.935	1466,89	0,22	0,11	0,02
	TR - ITMs B2/B3 Transferência 2	612.305	7.774.891	1466,89	0,22	0,11	0,02
	TR - ITMs B2/B3 Transferência 3	612.268	7.774.892	1466,89	0,22	0,11	0,02
	TR - Empilhamento de produto - ITMs B2/B3	612.212	7.774.863	2077,63	0,32	0,15	0,02
	TR - PDE Extrativa - Capitão do Mato	611.501	7.775.035	353,88	0,05	0,03	<0,01
	TR - ITM/TCLD1	612.309	7.774.740	2077,63	0,32	0,15	0,02
	TR - TCLD2	616.016	7.771.891	2077,63	0,32	0,15	0,02
	BRT - BR01 - Britagem Primária SBM 01	611.980	7.775.292	611	3,05	1,22	1,22
	BRT - Britagem Secundária BR03/04 (ITM B1)	612.257	7.774.879	611	9,16	3,66	3,66
	BRT - Britagem Primária - BR01 (ITMB1)	612.341	7.774.981	611	3,05	1,22	1,22
	BRT - Britagem Secundária - BR05/06 (ITM B2/B3)	612.214	7.774.943	1.467	22,00	8,80	8,80
	Peneiramento 1 – ITM B1	612.320	7.774.956	611	0,67	0,23	0,02
	Peneiramento 2 – ITM B1	612.258	7.774.903	611	0,67	0,23	0,02
	Peneiramento 1 – ITM B2	612.295	7.774.957	1.467	1,61	0,54	0,04
	Peneiramento 2 – ITM B2	612.241	7.774.915	1.467	1,61	0,54	0,04

Figura 2.15 – Movimentações de materiais referentes ao Cenário Futuro



□ Áreas expostas / Pilhas de materiais

Neste grupo de fontes, destacam-se as emissões que ocorrem nas pilhas e superfícies expostas à ação do vento. As Tabelas 2.17 e 2.18 apresentam as emissões atmosféricas das fontes que compõem esse grupo, bem como as respectivas coordenadas. A Figura 2.16 apresenta os polígonos delimitados representando as pilhas e superfícies expostas.

Tabela 2.17 – Emissões atmosféricas no processo de erosão eólica do tipo *flat* – Cenário Futuro

Local	Fonte Emissora	Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
		X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	AE - Mina de Tamanduá	610.154	7.777.943	0,74	0,37	0,06
	AE - PDE Capão da Serra	610.836	7.778.924	1,41	0,70	0,11
Mina Capitão do Mato	AE - Mina de Capitão do Mato	613.383	7.775.112	2,06	1,03	0,15
	AE - PDE Extrativa	611.529	7.774.957	2,94	1,47	0,22

Tabela 2.18 – Emissões atmosféricas no processo de erosão eólica para pilhas do tipo cônicas – Cenário Futuro

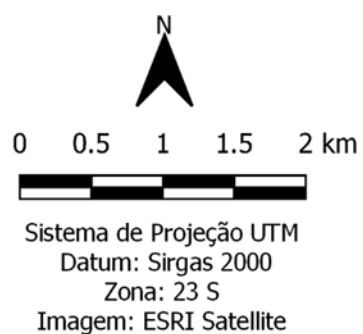
Local	Fonte Emissora	Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
		X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Pilha SBM 2	610.264	7.778.485	<0,01	<0,01	<0,01
	Pilha SBM 3	610.123	7.778.547	<0,01	<0,01	<0,01
Mina Capitão	Pilha SBM 1	611.984	7.775.325	<0,01	<0,01	<0,01
	Pilha Intermediária Tamanduá	611.913	7.775.341	0,03	0,02	<0,01
	Pilha Produtos ITM's	612.212	7.774.863	0,09	0,04	0,01

Figura 2.16 – Áreas expostas e pilhas de materiais referentes ao Cenário Futuro



Fontes Emissoras

- | | |
|--|--|
|  AE - Mina de Tamanduá |  Pilha Produtos ITM's |
|  AE - Mina de Capitão do Mato |  Pilha SBM 1 |
|  AE - PDE Capão da Serra |  Pilha SBM 2 |
|  AE - PDE Extrativa |  Pilha SBM 3 |
|  Pilha Intermediária Tamanduá | |



□ Vias de Tráfego

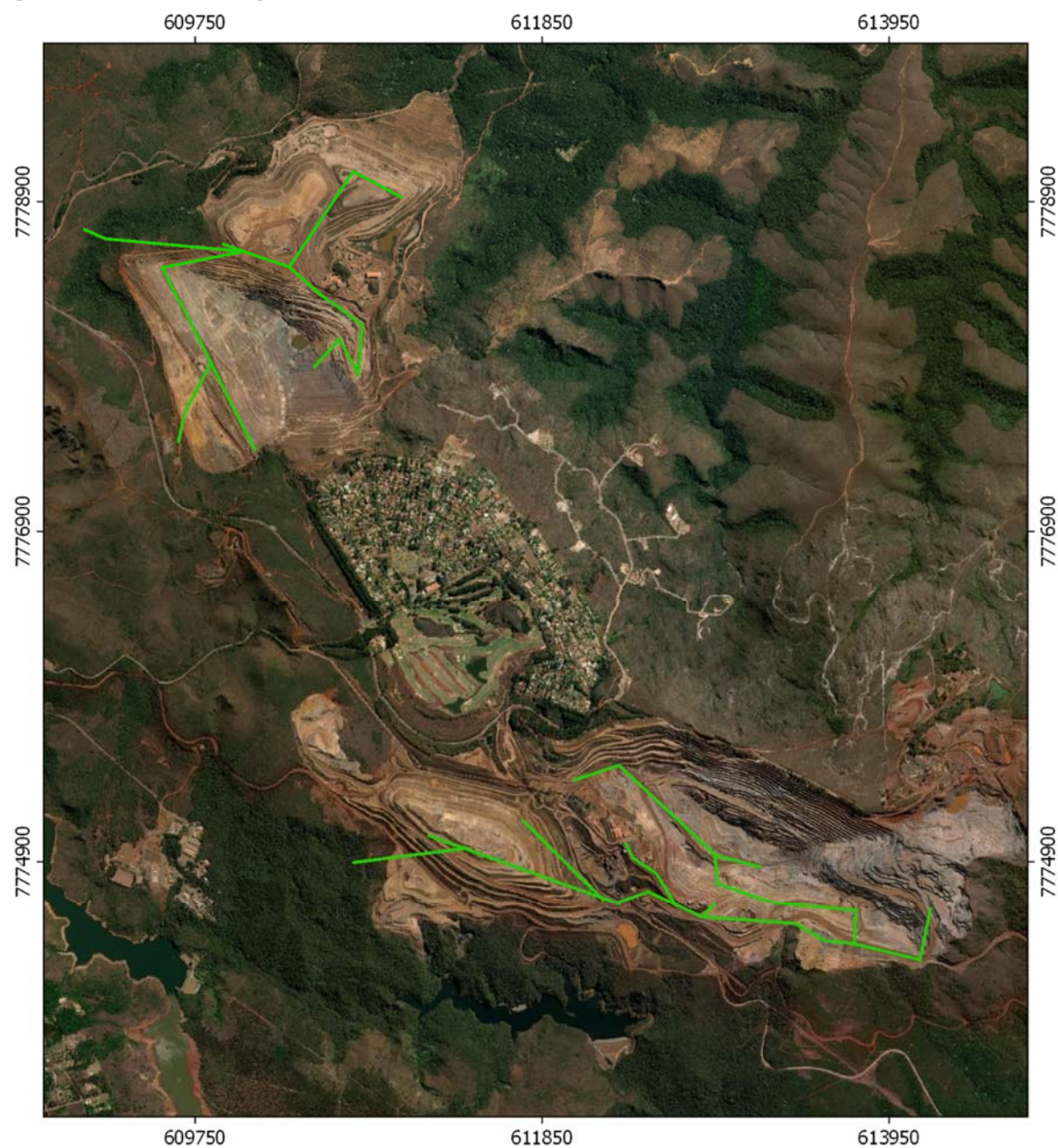
As emissões das vias de tráfego não pavimentadas ocorrem em decorrência da movimentação de caminhões fora de estrada (*off-road*), que transportam os materiais provenientes das minas. Para tanto, foram considerados os processos de emissão por escapamentos desses veículos e a ressuspensão de partículas que estão depositadas nas vias. Com a aplicação de umectação com água nas vias, foi considerada a eficiência de controle de 70%.

A Tabela 2.19 apresenta as emissões atmosféricas nas vias de tráfego não pavimentadas e as respectivas coordenadas. A Figura 2.17 mostra a espacialização das vias de tráfego mapeadas no inventário.

Tabela 2.19 – Emissões atmosféricas nas vias de tráfego não pavimentadas – Cenário Futuro

Local	Fonte Emissora	Coordenadas [UTM]		Taxa de Emissão [kg/h]		
		X [m]	Y [m]	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Via Cava TAM - Trecho Comum 1	610.541	7.777.974	1,69	0,45	0,05
	Via Cava TAM - Trecho Comum 2	610.681	7.777.955	1,83	0,49	0,05
	Via Cava TAM - Trecho Comum 3	610.749	7.777.989	6,57	1,75	0,18
	Via Cava TAM - PDE Capão da Serra - Trecho 1	610.373	7.778.584	5,24	1,40	0,14
	Via Cava TAM - PDE Capão da Serra - Trecho 2	610.865	7.778.998	2,47	0,66	0,07
	Via Cava TAM - Trecho Comum 4	610.209	7.778.542	2,18	0,58	0,06
	Via Cava TAM - SBM 3	609.993	7.778.618	0,99	0,27	0,03
	Via Cava TAM - PDE Capão da Serra - Trecho 3	609.936	7.778.610	7,38	1,97	0,20
	Via Cava TAM - SBM2 - Trecho 1	609.901	7.778.571	3,80	1,01	0,10
	Via Cava TAM - SBM3 - Trecho 2	609.690	7.778.223	4,96	1,32	0,13
	Via Cava TAM - SBM2	609.741	7.777.723	3,86	1,03	0,10
	Via Cava TAM - SBM3 - Trecho 3	609.921	7.777.756	4,38	1,17	0,12
Mina Capitão do Mato	Via Cava CMT - Trecho Comum 1	613.031	7.774.904	1,87	0,50	0,05
	Via Cava CMT - SBM1	612.562	7.775.251	7,50	2,00	0,20
	Via Cava CMT - Trecho Comum 2	612.904	7.774.857	1,26	0,34	0,03
	Via Cava CMT - Trecho Comum 3	612.979	7.774.742	5,92	1,58	0,16
	Via Cava CMT - Trecho Comum 4	613.743	7.774.502	1,45	0,39	0,04
	Via Cava CMT - Minério 1	613.780	7.774.385	2,83	0,75	0,08
	Via Cava CMT - Minério 2	614.181	7.774.481	2,15	0,57	0,06
	Via Cava CMT - PDE Extrativa 1	612.648	7.774.638	2,47	0,66	0,07
	Via Cava CMT - PDE Extrativa 2	612.300	7.774.647	1,38	0,37	0,04
	Via Cava CMT - PDE Extrativa 3	611.302	7.774.982	8,46	2,26	0,23
	Via Cava CMT - PDE Extrativa 4	612.007	7.774.665	4,70	1,25	0,13
	Via Cava CMT - PDE Extrativa 5	611.120	7.774.944	4,71	1,26	0,13
	Via Cava CMT - Minério 3	613.565	7.774.414	2,66	0,71	0,07
	Via Cava CMT - Minério 4	613.183	7.774.525	3,92	1,04	0,10
	Via Cava CMT - Minério 5	612.863	7.774.605	0,73	0,20	0,02
	Via Cava CMT - Britadores ITM B1, B2 e B3	612.540	7.774.830	3,35	0,89	0,09

Figura 2.17 – Vias de tráfego referentes ao Cenário Futuro



Fontes Emissoras

— Vias



0 0.4 0.8 1.2 1.6 km



Sistema de Projeção UTM

Datum: Sirgas 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

□ Máquinas e Equipamentos Auxiliares

As emissões das máquinas e equipamentos auxiliares ocorrem devido a combustão dos motores à diesel durante as atividades na mina. Para tanto, a estimativa das emissões atmosféricas foi realizada com base nas horas trabalhadas e na classe destes equipamentos tais como:

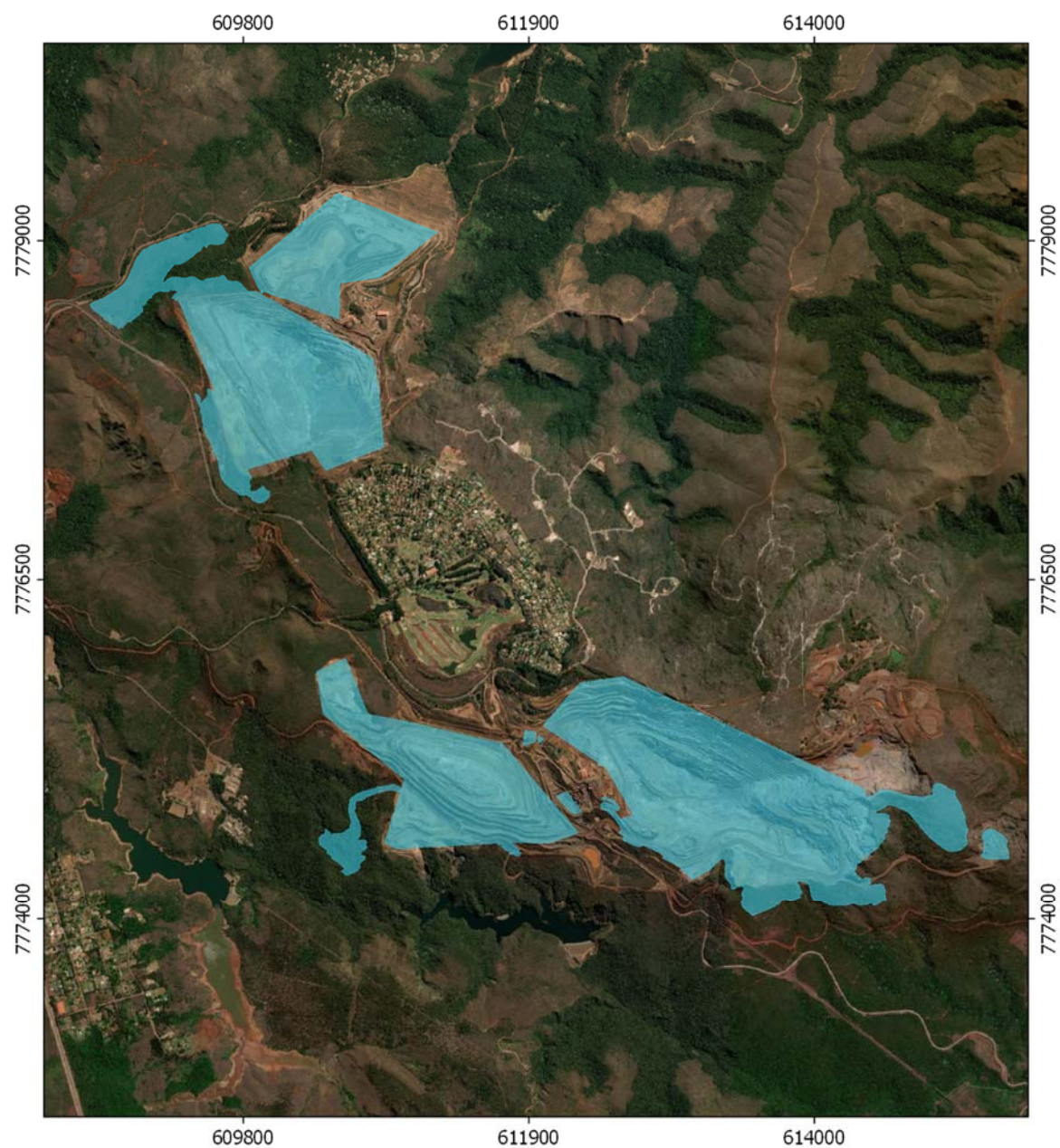
- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| (a) Perfuratriz; | (e) Trator de Pneus; |
| (b) Escavadeira; | (f) Trator de Esteira; |
| (c) Carregadeira; | (g) Motoniveladora. |
| (d) Caminhão Fora de Estrada; | |

A Tabela 2.20 apresenta a emissão atmosférica das fontes que compõem esse grupo. Devido à dinâmica das atividades executadas por máquinas e equipamentos auxiliares, as emissões foram alocadas por toda a área das cavas Tamanduá e Capitão do Mato. A Figura 2.18 representa a área da mina passível de ocorrer emissão pelo escapamento das máquinas e equipamentos auxiliares.

Tabela 2.20 – Emissões atmosféricas das máquinas e equipamentos auxiliares – Cenário Futuro

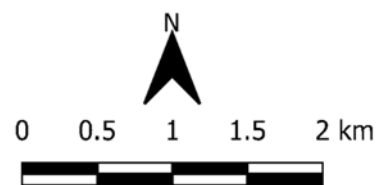
Local	Fonte Emissora	Taxa de Emissão [kg/h]		
		MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina Tamanduá	Caminhões Fora de Estrada	0,47	0,47	0,47
	Escavadeiras	0,10	0,10	0,10
	Carregadeiras	0,26	0,26	0,26
	Perfuratrizes	0,09	0,09	0,09
	Motoniveladoras	0,07	0,07	0,07
	Tratores	0,25	0,25	0,25
Mina Capitão do Mato	Caminhões Fora de Estrada	1,03	1,03	1,03
	Escavadeiras	0,10	0,10	0,10
	Carregadeiras	0,22	0,22	0,22
	Perfuratrizes	0,10	0,10	0,10
	Motoniveladoras	0,14	0,14	0,14
	Tratores	0,42	0,42	0,42

Figura 2.18 – Emissões das máquinas e equipamentos auxiliares referentes ao Cenário Futuro



Fontes Emissoras

 Área de operação de Máquinas e Equipamentos



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

□ Resumo do Inventário de Emissões Atmosféricas do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato para o ano 2 (Cenário Futuro)

O resumo do inventário de emissões atmosféricas do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato para o Cenário Futuro de operações é apresentado na Tabela 2.21.

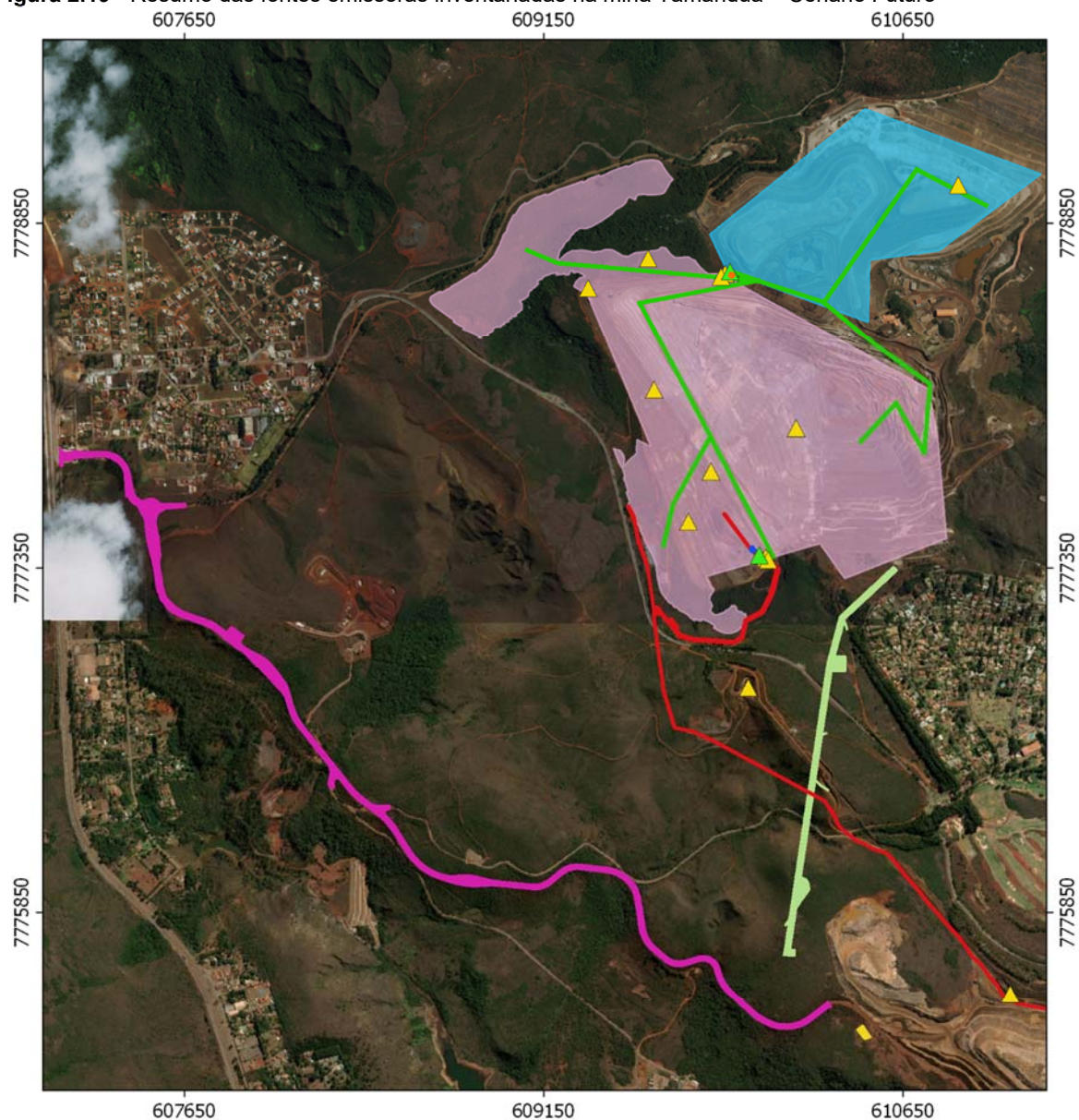
Tabela 2.21 – Resumo do inventário de emissões atmosféricas – Cenário Futuro

Grupo de Fontes	Processo	Taxa de Emissão [kg/h]		
		MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Obras de Ampliação	Obras	30,12	15,06	3,01
Operações de Lavra	Perfuração	3,53	1,86	1,86
	Escavação	8,31	1,73	1,73
	Detonação	1,18	0,61	0,61
Movimentação de Materiais	Britagem	41,55	16,62	16,62
	Peneiramento	4,57	1,54	0,10
	Transferências	4,01	1,90	0,29
Áreas Expostas e Pilhas de Materiais	Erosão Eólica	7,27	3,63	0,54
Máquinas e Equipamentos Auxiliares	Escapamento	3,24	3,24	3,24
Vias de Tráfego	Ressuspensão e Escapamento	100,74	26,85	2,69
TOTAL		204,52	73,05	30,71

As Figuras 2.19 e 2.20 mostram todas as fontes emissoras inventariadas para o Cenário Futuro (ano 2 do Projeto de Ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato e operação das minas) no Complexo Vargem Grande.

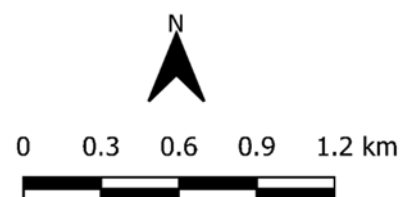
A Figura 2.21 apresenta a contribuição percentual de cada grupo de fontes emissoras consideradas no Cenário Futuro (áreas expostas/pilhas de materiais, máquinas e equipamentos auxiliares, operações de lavra, movimentação de materiais, britagem, peneiramento, vias de tráfego e obras de ampliação) caracterizadas para cada poluente analisado.

Figura 2.19 - Resumo das fontes emissoras inventariadas na mina Tamandá – Cenário Futuro



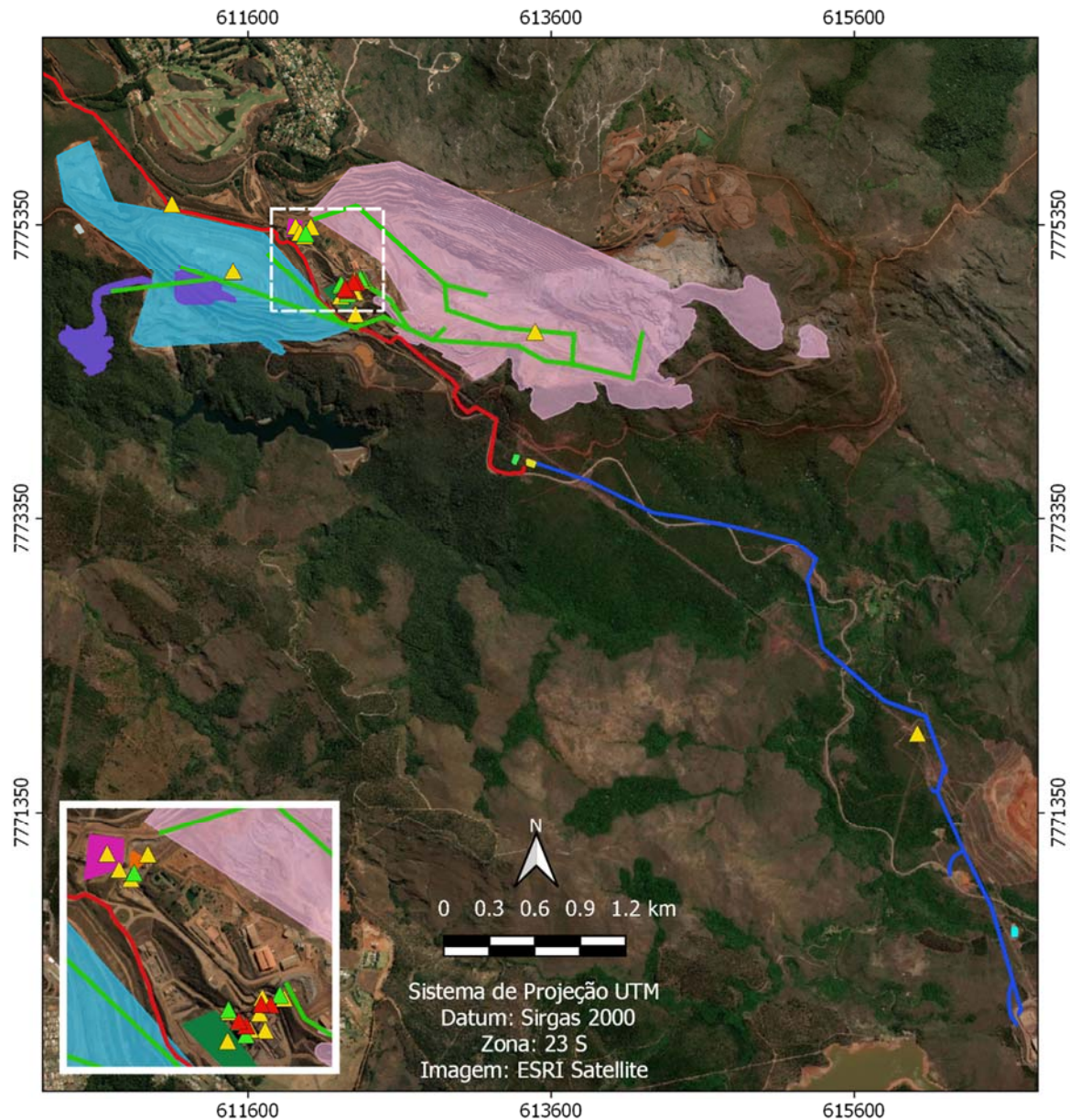
Fontes Emissoras

- AE - Mina TAM/Op. de Lavra/Op. de Máq. e Equipamentos
- AE - PDE Capão da Serra/Op. de Máq. e Equipamentos
- Pilha SBM 3
- Pilha SBM 2
- Linha de Distribuição Secundária 34,5 kV
- Fechamento do Anel CEMIG-D
- Trecho 1 da Estrada Honório Bicalho
- Cant. de Obras Expansão PDE
- Vias
- Britagens
- Transferências



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

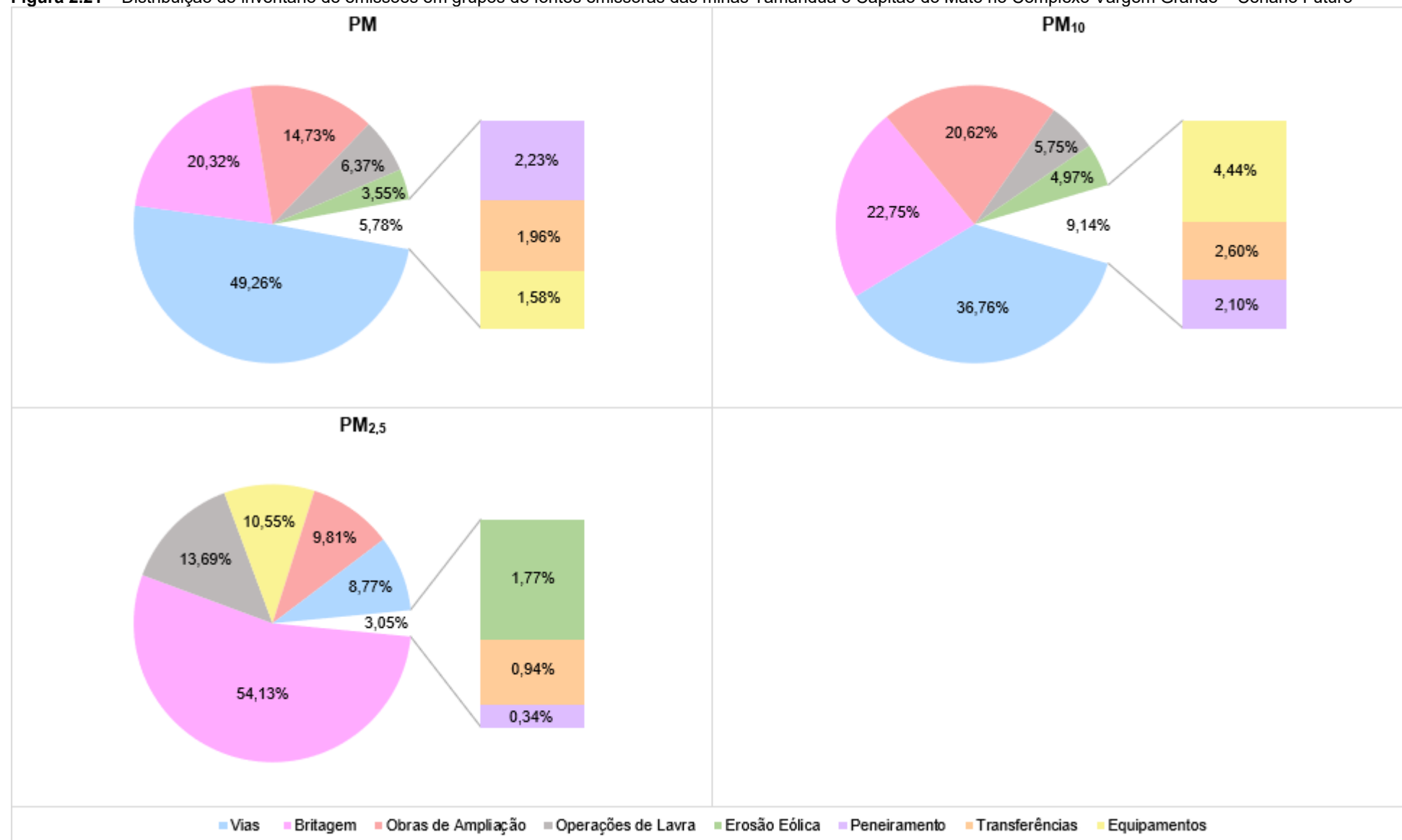
Figura 2.20 – Resumo das fontes emissoras inventariadas na mina Capitão do Mato – Cenário Futuro



Fontes Emissoras

- | | |
|--------------------------------|---|
| ▲ Peneiramentos | ■ Nova SE CMT |
| ▲ Britagens | ■ Linha de Distribuição Secundária 34,5 kV |
| ▲ Transferências | ■ Linha de Transmissão 138kV |
| — Vias | ■ Expansão da PDE Extrativa no ano 2 |
| ■ Pilha Intermediária Tamanduá | ■ AE - PDE Extrativa/Op. de Máq. e Equip. |
| ■ Pilha Produtos ITM's | ■ AE - Mina CMT/Op. de Lavra/Op. de Máq. e Equip. |
| ■ Pilha SBM 1 | |
| ■ Cant. de Obras Nova SE CMT | |
| ■ Cant. de Obras Expansão PDE | |
| ■ Cant. de Obras LT 138 kV | |

Figura 2.21 – Distribuição do inventário de emissões em grupos de fontes emissoras das minas Tamanduá e Capitão do Mato no Complexo Vargem Grande – Cenário Futuro



A principal fonte de contribuição para as emissões atmosféricas relacionadas ao material particulado total diz respeito às vias de tráfego, que contribuem com 49,26% do total emissivo. Este fato pode ser corroborado pela ocorrência de ressuspensão de material depositado na superfície das vias não pavimentadas, juntamente com os escapamentos dos caminhões que realizam o transporte de materiais. O processo de britagem é o segundo maior contribuinte, sendo este responsável por 20,32% das emissões totais, seguido das obras de ampliação das cavas, que contribuem com 14,73%. O grupo de máquinas e equipamentos auxiliares configura-se como o menor contribuinte para a emissão deste poluente, com 1,58%.

Assim como para material particulado total, a principal fonte contribuinte de material particulado menor que 10 μm são as vias de tráfego, que correspondem a 36,76% do total de emissões. Em seguida, têm-se o processo de britagem, com 22,75% de contribuição, seguido das obras relacionadas à ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato, com 20,62%. A menor contribuição de MP_{10} , 2,1%, é proveniente do peneiramento de minério das minas.

As emissões de material particulado menor que 2,5 μm têm como principais fontes de contribuição o processo de britagem, com 54,13% das emissões, operações de lavra, com 13,69% e os equipamentos, que representam 10,55% do total. Da mesma forma que para o material particulado menor que 10 μm , a menor fonte contribuinte de $\text{MP}_{2.5}$ é o processo de peneiramento do minério, representando 0,34% das emissões.

De forma geral, como pode ser visto na Tabela 2.21 e Figura 2.21, as vias de tráfego, britagens e obras de ampliação são as principais fontes contribuintes para as emissões de material particulado (MP , MP_{10} e $\text{MP}_{2.5}$), destacam-se as emissões de britagens, operações de lavra e equipamentos, provenientes da operação e projeto de ampliação das Cavas Tamanduá e Capitão do Mato, no Complexo Vargem Grande.

3. MODELAGEM DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

Este capítulo descreve o modelo matemático utilizado para a simulação da dispersão de poluentes atmosféricos, incluindo a descrição das condições meteorológicas aplicadas a modelagem.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para a análise da qualidade do ar foi delimitada uma área de estudo, dimensionada para cobrir a região potencialmente sujeita à influência das emissões das minas Tamanduá e Capitão do Mato.

A delimitação da área de estudo tem início com a definição de um domínio computacional para a aplicação dos modelos matemáticos, especialmente o modelo de qualidade do ar AERMOD. Os requisitos fundamentais para a definição da área de estudo são a abrangência e a resolução da modelagem.

Em relação à abrangência, a área de estudo deve ser extensa o suficiente a fim de possibilitar a identificação das máximas concentrações de poluentes na atmosfera proporcionadas pelas fontes emissoras analisadas, assim como, permitir a visualização do alcance das plumas desses poluentes na área estudada.

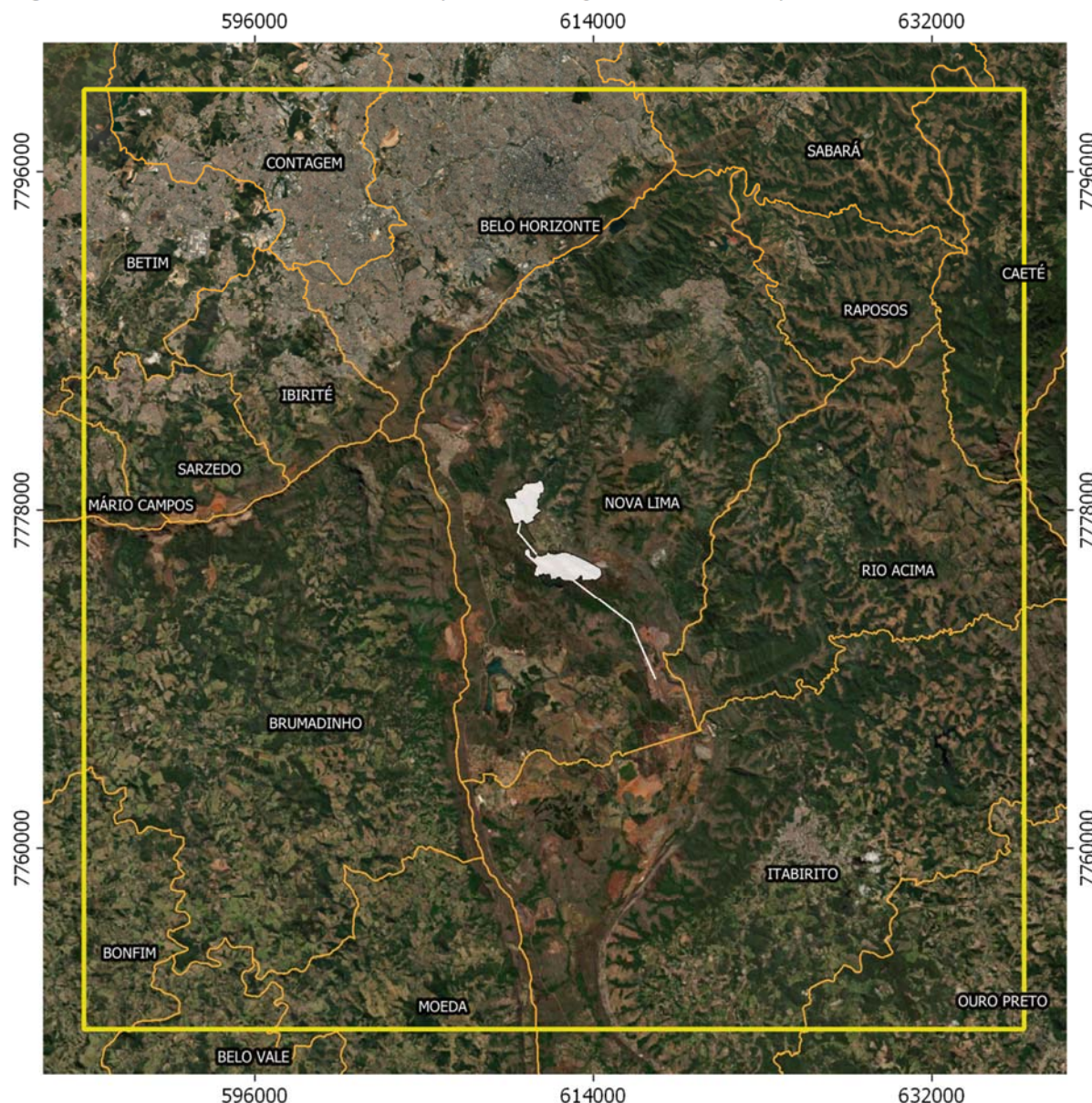
Quanto à resolução da modelagem, definida pela proximidade entre os pontos receptores da grade utilizada na simulação de dispersão atmosférica, esta deve ser suficiente para a detecção dos gradientes de concentrações de poluentes atmosféricos nas áreas de interesse, de forma mais detalhada possível, sem que comprometa os limites de resolução do modelo e dos recursos computacionais disponíveis.

A área de estudo para as minas Tamanduá e Capitão do Mato (Figura 3.1) foi definida como um quadrado de aproximadamente 2.500 km², subdividido em células de 500 x 500 m, totalizando 100 linhas e 100 colunas, ou seja, 10.000 receptores (células). A Figura 3.2 apresenta a malha computacional utilizada para a modelagem matemática da dispersão de poluentes atmosféricos.

A altitude de cada ponto do grid de modelagem foi caracterizada com base no relevo da região, conforme apresentado na Figura 3.3.

O relevo exerce papel importante como condicionador do regime de ventos e de outras variáveis meteorológicas. As interferências do relevo podem ser térmicas ou mecânicas. As interferências térmicas ocorrem devido aos padrões de comportamento dos ventos nas regiões próximas às montanhas e vales, os quais são provocados pelo ciclo de aquecimento e resfriamento da Terra, originando, assim, os ventos de montanha e de vale. As interferências mecânicas ocorrem pelo próprio efeito de obstáculo ao escoamento livre dos ventos na atmosfera, causando perturbações e alterações de direção e velocidade dos ventos. As informações de relevo utilizadas neste estudo foram disponibilizadas pela SRTM Embrapa.

Figura 3.1 – Delimitação da área de estudo para a modelagem e estudo de dispersão atmosférica



Legenda:

- Área de Modelagem
- Limite Municipal
- Localização do Empreendimento



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.2 – Matriz de receptores utilizada no modelo de dispersão atmosférica AERMOD

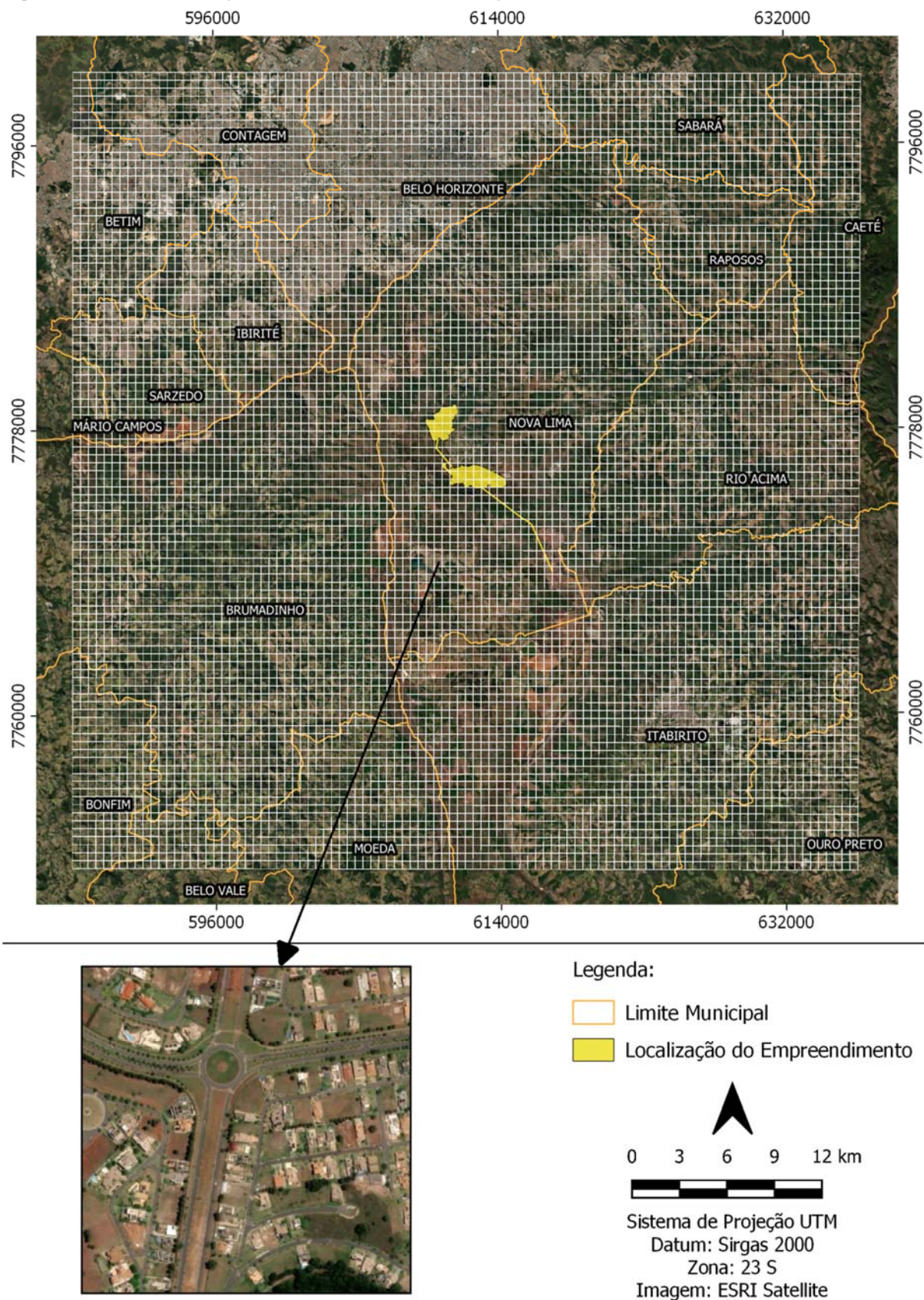
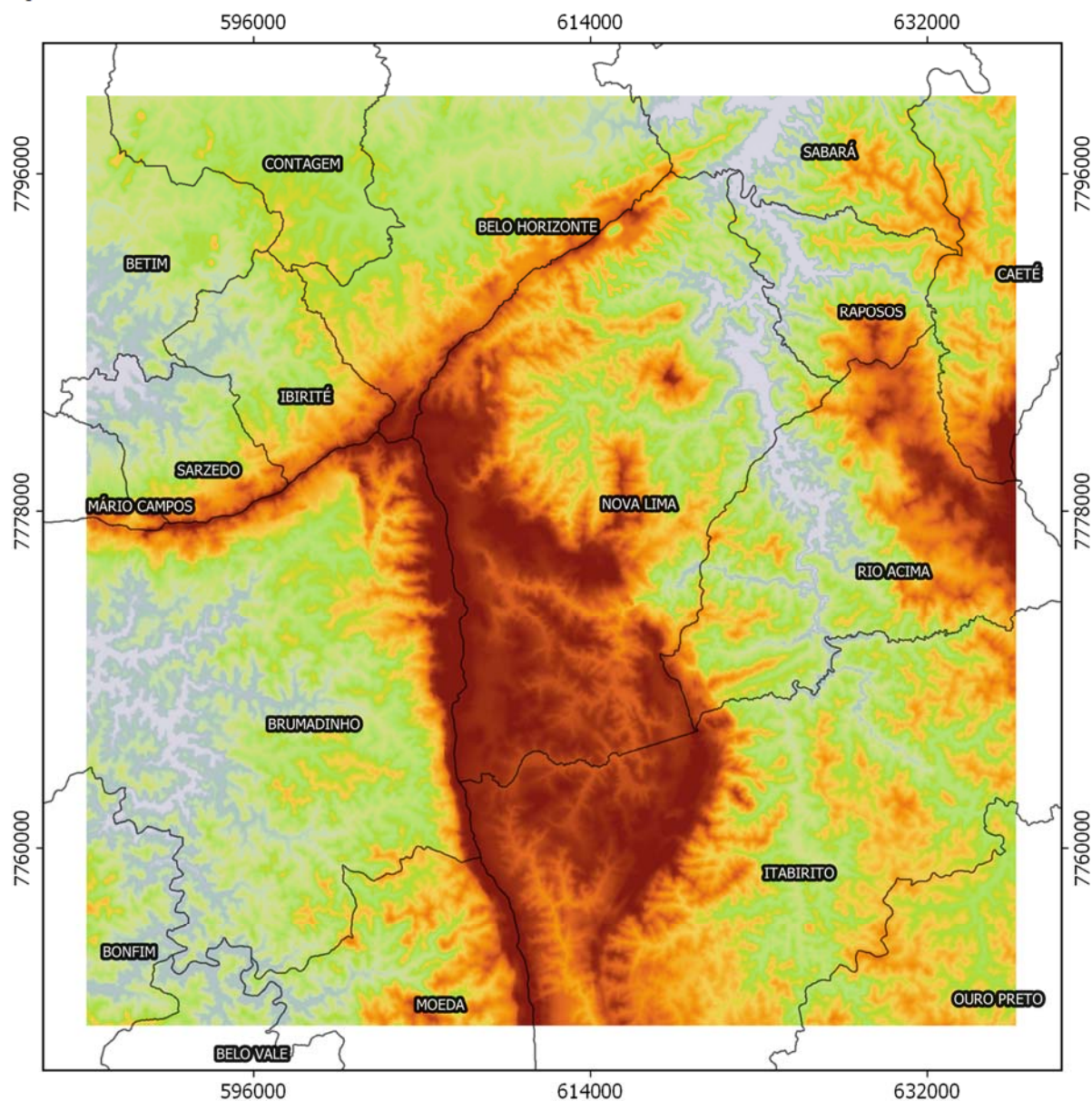


















Figura 3.3 – Estratificação do relevo da área de estudo



Relevo (m)

	<= 765		925 - 950
	765 - 775		950 - 975
	775 - 800		975 - 1000
	800 - 825		1000 - 1100
	825 - 850		1100 - 1200
	850 - 875		1200 - 1300
	875 - 900		1300 - 1400
	900 - 925		> 1400



Sistema de Projeção UTM
Datum: Sirgas 2000
Zona: 23 S
Imagem: Embrapa

3.2. DESCRIÇÃO DO MODELO

O modelo de dispersão de poluentes na atmosfera utilizado neste estudo foi o modelo de pluma gaussiana, denominado AERMOD (*American Meteorology Society Environmental Protection Agency Regulatory Model*) (USEPA, 2019). Este modelo é um aprimoramento do modelo *Industrial Source Complex* (ISC3) utilizado até 2006, sendo o AERMOD aplicável a:

- Áreas urbanas ou rurais;
- Terrenos planos ou com variações topográficas;
- Emissões a baixos ou elevados níveis de altitude;
- Múltiplas fontes emissoras, como pontual, área ou volumétrica.

O AERMOD considera a pluma de poluentes em estado estacionário, utilizando uma estrutura contendo duas camadas, uma estável e outra neutra, ou instável. Na camada limite estável (SBL), a distribuição da concentração é gaussiana tanto na vertical, quanto na horizontal. Contudo, na condição de camada limite convectiva (CBL), a distribuição horizontal é dada como gaussiana, mas a distribuição vertical é descrita por uma função de densidade de probabilidade bigaussiana.

O AERMOD também possibilita o cálculo da reentrada de poluentes lançados acima da camada limite. Uma das principais melhorias de modelagem trazidas pelo AERMOD é a sua habilidade em caracterizar os processos turbulentos de mistura que ocorrem na camada limite planetária (CLP) para condições de camadas estratificadas estáveis ou convectivas. A Tabela 3.1 apresenta um resumo das configurações que foram utilizadas para a modelagem matemática de dispersão de poluentes atmosféricos para as minas Tamanduá e Capitão do Mato.

Como descrito na Tabela 3.1, no presente estudo para descrever as condições da atmosfera o AERMOD utilizou as variáveis meteorológicas geradas pelo modelo meteorológico numérico de mesoescala WRF (*Weather Research and Forecasting Model*), conforme apresentado na seção a seguir.

Tabela 3.1 – Resumo das configurações da modelagem AERMOD

Configurações de Modelagem	
AERMOD	Versão 19191
AERMET	Versão 19191
Malha computacional	Matriz de receptores com tamanho de 50x50 km e resolução de 500x500 m
Relevo	Utilizado Dados do Projeto SRTM disponibilizado pela Embrapa
Fontes	Inventário de fontes emissoras das minas Tamanduá e Capitão do Mato
Poluentes	MP, MP ₁₀ e MP _{2,5}
Meteorologia	Dados provenientes da estação meteorológica de superfície Morro do Chapéu, complementados por dados meteorológicos da modelagem de mesoescala com WRF Versão 4.0 para obtenção da altura de camada limite e cobertura de nuvens
Decaimento	Não foi considerado decaimento. Essa é uma abordagem conservadora, pois assume que os poluentes não se depositam, não são removidos e nem reagem na atmosfera

3.3. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS NA MODELAGEM AERMOD

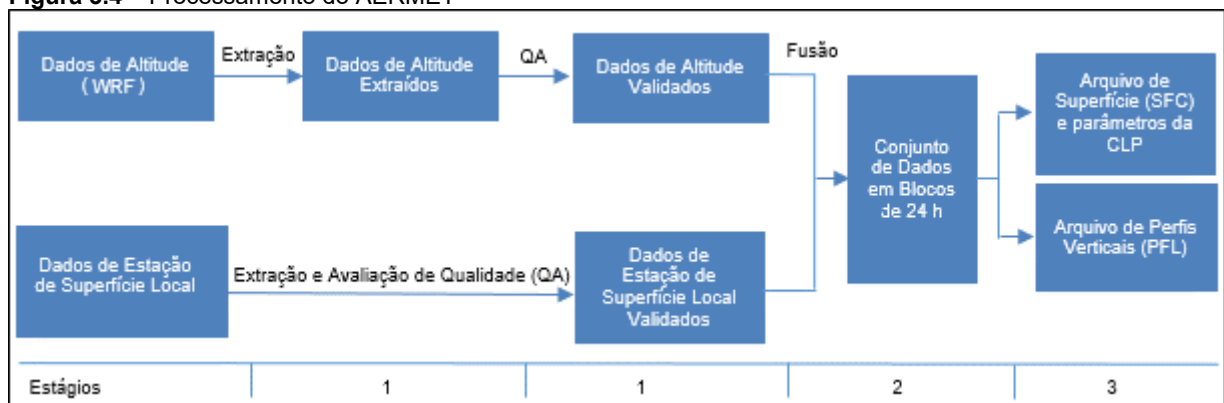
A qualidade do ar de uma região é determinada, principalmente, por complexas interações entre poluentes atmosféricos e as condições meteorológicas (regime de vento e condições de estabilidade atmosférica), que, por sua vez, influenciam os mecanismos de remoção, transformação e dispersão dos poluentes no ar.

Com isso, torna-se essencial a avaliação das condições meteorológicas da área de estudo como subsídio para a aplicação do modelo matemático de dispersão de poluentes na atmosfera, a fim de determinar a influência das fontes previstas na região.

O modelo AERMOD será utilizado para modelagem da dispersão de poluentes na atmosfera. Este modelo requer o uso de um processamento prévio dos dados meteorológicos, denominado AERMET (*Aermod Meteorological Preprocessor*), o qual tem a função de organizar e processar dados meteorológicos, estimando os parâmetros necessários para descrever as condições da camada limite planetária (CLP) utilizados nos cálculos de dispersão do modelo AERMOD. O pré-processador AERMET é composto por três estágios para o processamento dos dados de entrada (Figura 3.4), sendo cada etapa descrita a seguir:

- 1º Estágio – extrai os dados meteorológicos de um arquivo de dados brutos observacionais, processando-os através de várias checagens de avaliação de qualidade (QA);
- 2º Estágio – combina todos os dados disponíveis para um período de 24 horas, armazenando-os em um arquivo único;
- 3º Estágio – o arquivo combinado de dados meteorológicos é lido e o AERMET estima os parâmetros necessários da CLP para o uso do AERMOD. Dois arquivos são escritos pelo AERMET: (1) arquivo de dados horários dos parâmetros estimados para CLP e dados de superfície (.sfc); e (2) arquivo de observações em vários níveis de altura (.pfl), com informações de direção e velocidade do vento, temperatura e desvio padrão de flutuação das componentes do vento. O AERMET também foi designado para realizar o processamento de outras tipologias de dados, permitindo o cálculo de diferentes parâmetros da CLP com diversos tipos de algoritmos.

Figura 3.4 – Processamento do AERMET



Fonte: Adaptado de USEPA (2019)

A execução da modelagem matemática da dispersão dos poluentes na atmosfera, utilizando os modelos atualmente recomendados pela USEPA, requer a utilização de variáveis que, geralmente, não são mensuradas em estações meteorológicas de superfície existentes. Os parâmetros comumente medidos nas estações meteorológicas de superfície são: direção e velocidade do vento, radiação solar, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade e temperatura do ar. Contudo, a demanda de utilização das variáveis não rotineiramente medidas torna-se mais acentuada quando se trata da utilização de modelos de dispersão mais avançados, como é o caso do AERMOD.

Devido a necessidade de informações detalhadas para a avaliação criteriosa das características locais de dispersão atmosférica de uma região, torna-se importante a compilação de dados de diversas origens, visando uma aplicação mais realista para o fornecimento de dados de entrada para os modelos de dispersão de poluentes atmosféricos. O modelo AERMOD apresenta em seu pré-processador AERMET uma função de combinar os dados meteorológicos com diferentes origens, a fim de aprimorar os resultados numéricos que serão obtidos.

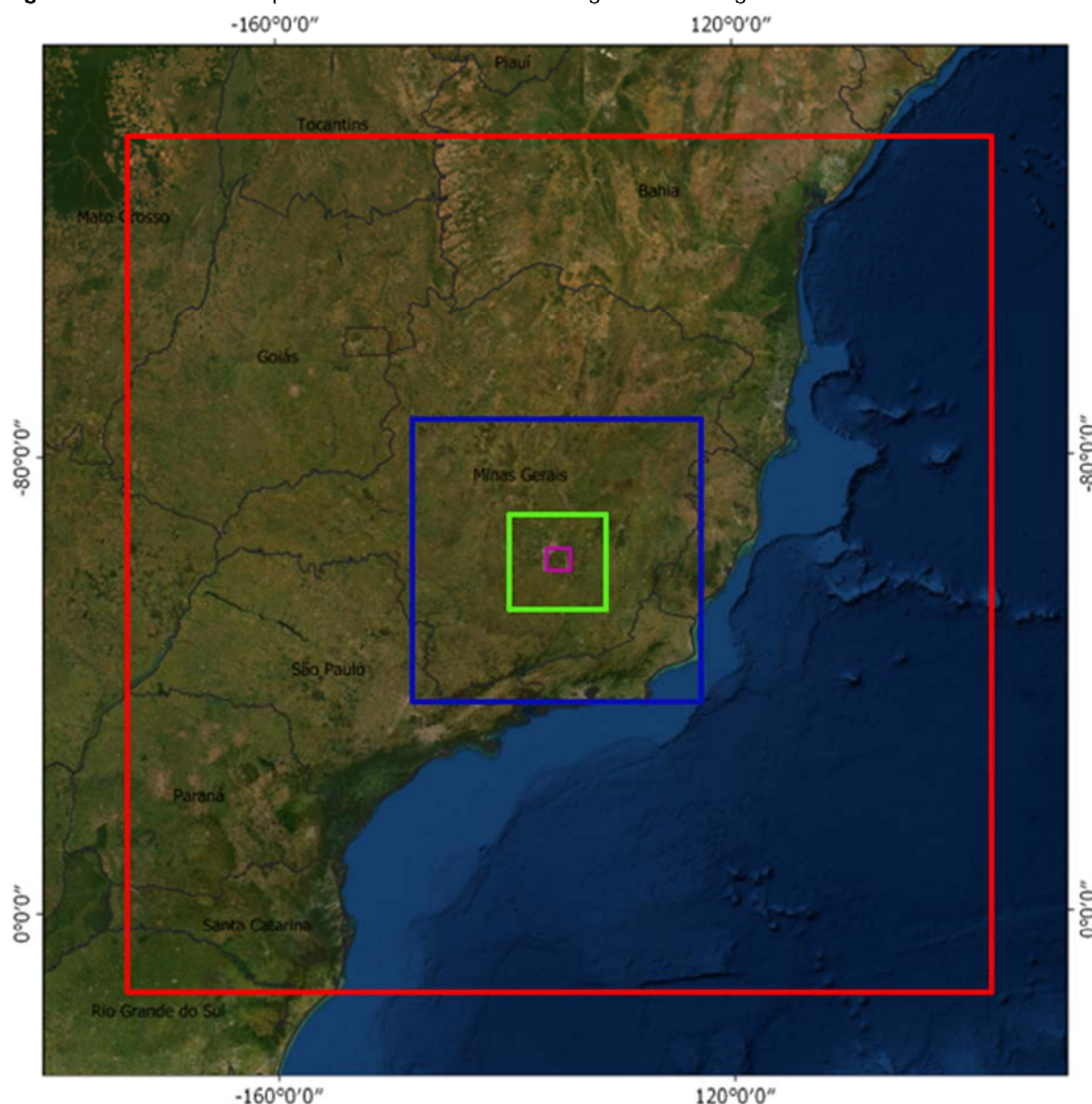
No presente estudo o primeiro conjunto de dados brutos de observações em superfície inseridos no AERMET foram aqueles obtidos da Estação Automática Morro do Chapéu, localizada no condomínio Morro do Chapéu. A segunda fonte de dados meteorológicos inseridos no AERMET, referente ao conjunto de dados de altitude, foi preparado com base nos dados gerados com o uso do modelo WRF (*Weather Research and Forecasting Model*), modelo meteorológico de previsão numérica desenvolvido pela *Pennsylvania State University/National Center for Atmospheric Research Numerical (PSU/NCAR Weather Research and Forecasting Model)*.





O modelo WRF proporciona a descrição tridimensional detalhada das condições meteorológicas da região, de maneira abrangente e com a assimilação dos efeitos do terreno sobre as condições atmosféricas. Para a inicialização e alimentação do modelo meteorológico é feita a utilização de dados fornecidos pela *Global Forecast System (GFS)*, produzido pelo *Nacional Centers for Environmental Prediction (NCEP)* (NCEI, 2020).

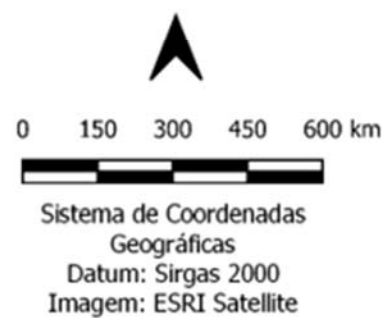
Para a modelagem WRF foi utilizada a metodologia de multidomínios, totalizando três domínios computacionais acoplados, centralizados e com diferentes resoluções horizontais, sendo possível resolver os fenômenos de grande e pequena escala, simultaneamente, e desta forma, representar a física da atmosfera local com maior qualidade. Esta abordagem representa um sistema telescópico, onde os três domínios são concêntricos, conforme apresentado na Figura 3.5.

A utilização de grades aninhadas na modelagem meteorológica proporciona um melhor detalhamento e melhor qualidade das informações de interesse para a grade com alta resolução espacial (Domínio 3), que contém a área de efetivo interesse para o estudo de qualidade do ar (Domínio 4). Isso ocorre, porque o modelo WRF trabalha os fenômenos meteorológicos de grande escala (Domínios 1 e 2) concomitantemente com os fenômenos regionais e locais (Domínio 3). Os principais parâmetros de configuração utilizados nas simulações com o modelo WRF para a obtenção dos dados de entrada para o modelo AERMOD estão sintetizados na Tabela 3.2.

Figura 3.5 – Domínios computacionais utilizados na modelagem meteorológica WRF



Domínios	Dimensão dos Domínios
 Domínio 1	70x70 células; 27 km de resolução; 1890 km x 1890 km
 Domínio 2	70x70 células; 9 km de resolução; 630 km x 630 km
 Domínio 3	70x70 células; 3km de resolução; 210 km x 210 km
 Domínio AERMOD	100x100 células; 0,5 km de resolução; 50 km x 50km



são referentes aos dados utilizados para a modelagem AERMOD para o período de janeiro/2017 a dezembro/2019.

Figura 3.6 – Rosa dos ventos da área de estudo. Os dados representam o período da modelagem, de 01/01/2017 a 31/12/2019 e foram medidos na estação Morro do Chapéu, Nova Lima/MG. No período houve calmaria em 12,1% do tempo.

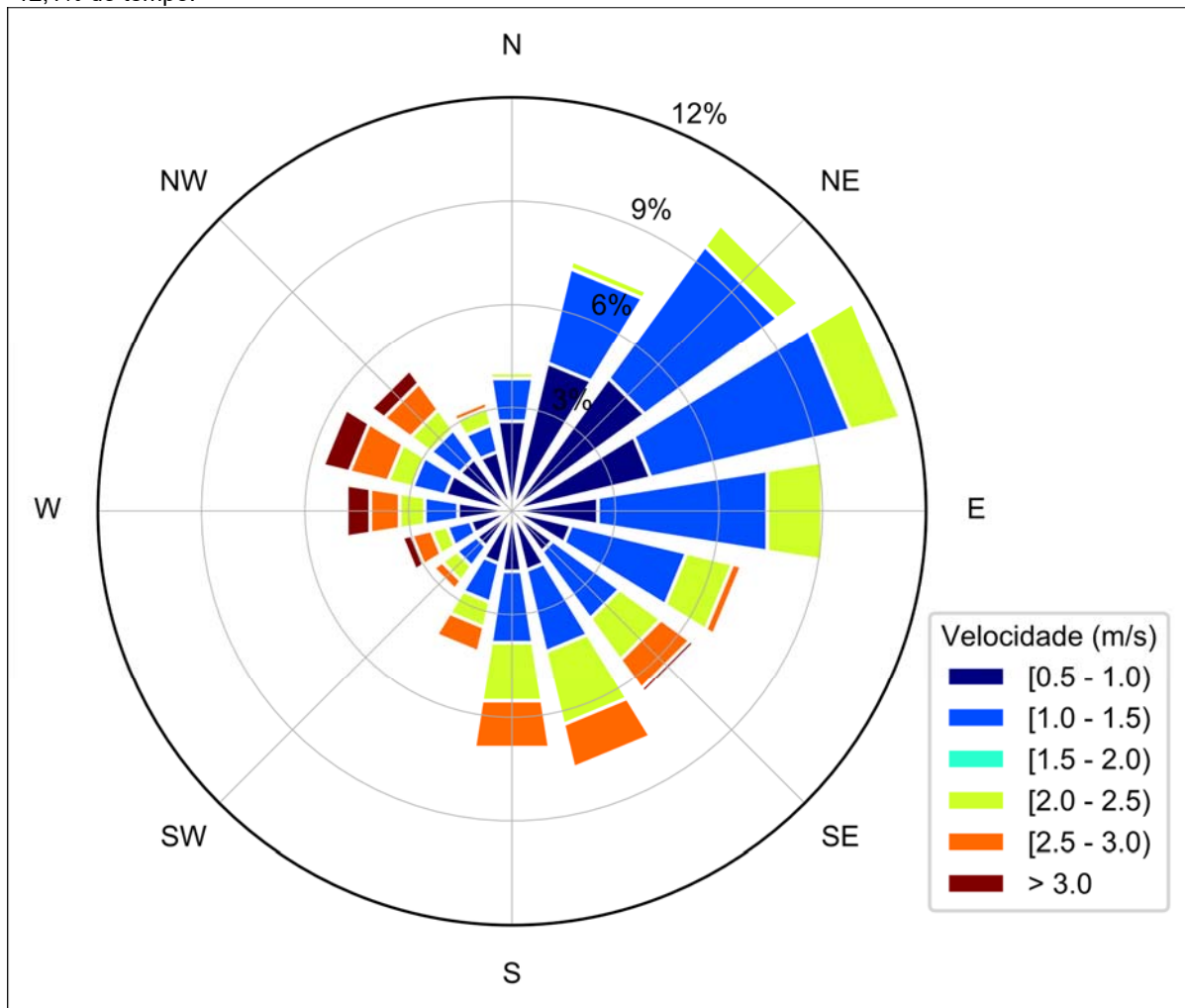
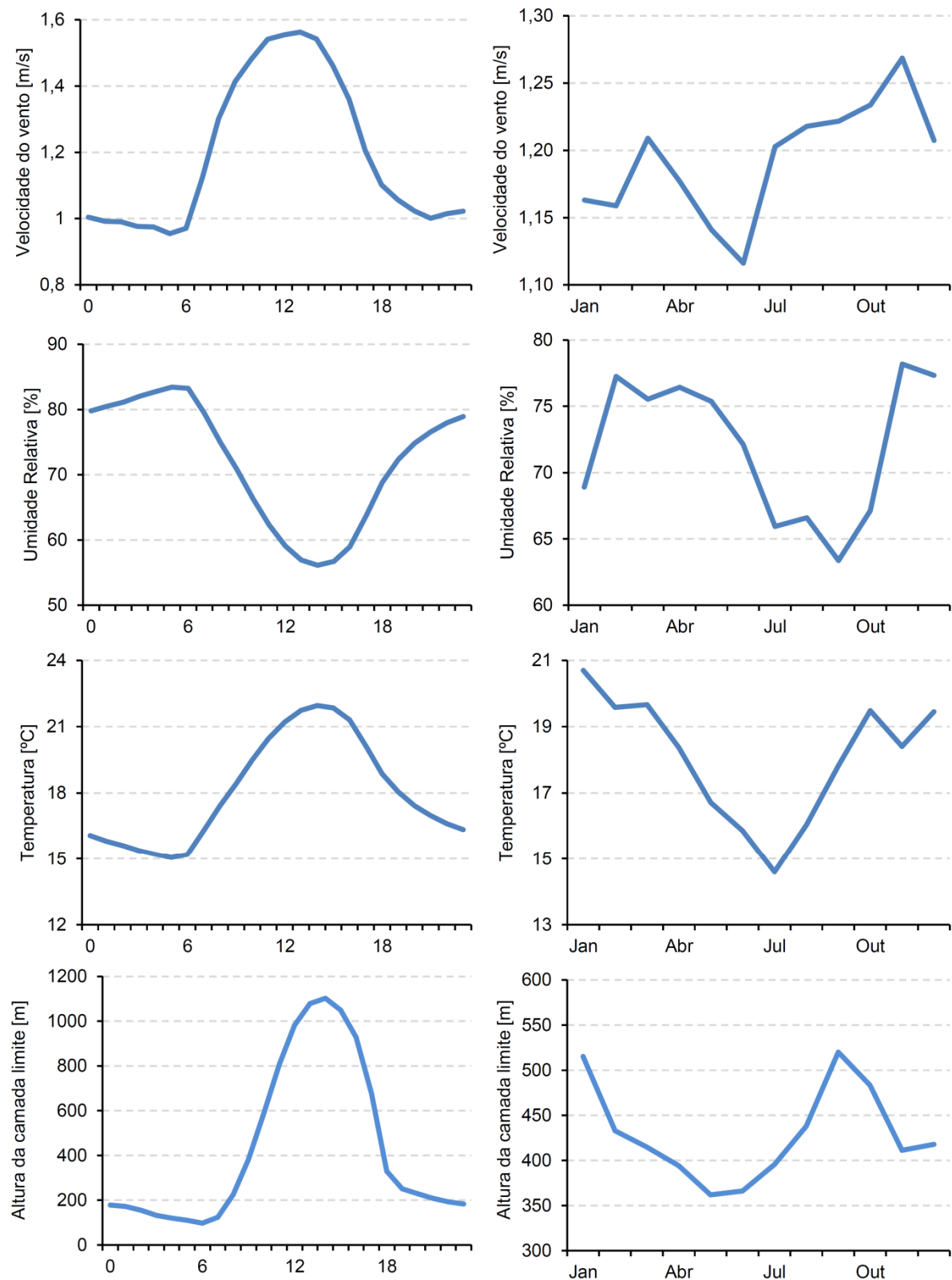


Figura 3.7 – Médias das variáveis meteorológicas aplicadas ao modelo AERMOD, dados de jan/2017 a dez/2019. As médias foram calculadas para as horas do dia e meses do ano para as variáveis velocidade do vento, umidade relativa, temperatura do ar e altura de camada limite. As informações representam o input para o modelo AERMOD conforme o processamento pelo AERMET.



3.4. PONTOS RECEPTORES DISCRETOS

Com o objetivo de exemplificar e estabelecer referências quanto à localização e à magnitude da alteração da qualidade do ar, relacionada às emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato, foram escolhidos locais específicos para a análise de resultados de concentrações modeladas.

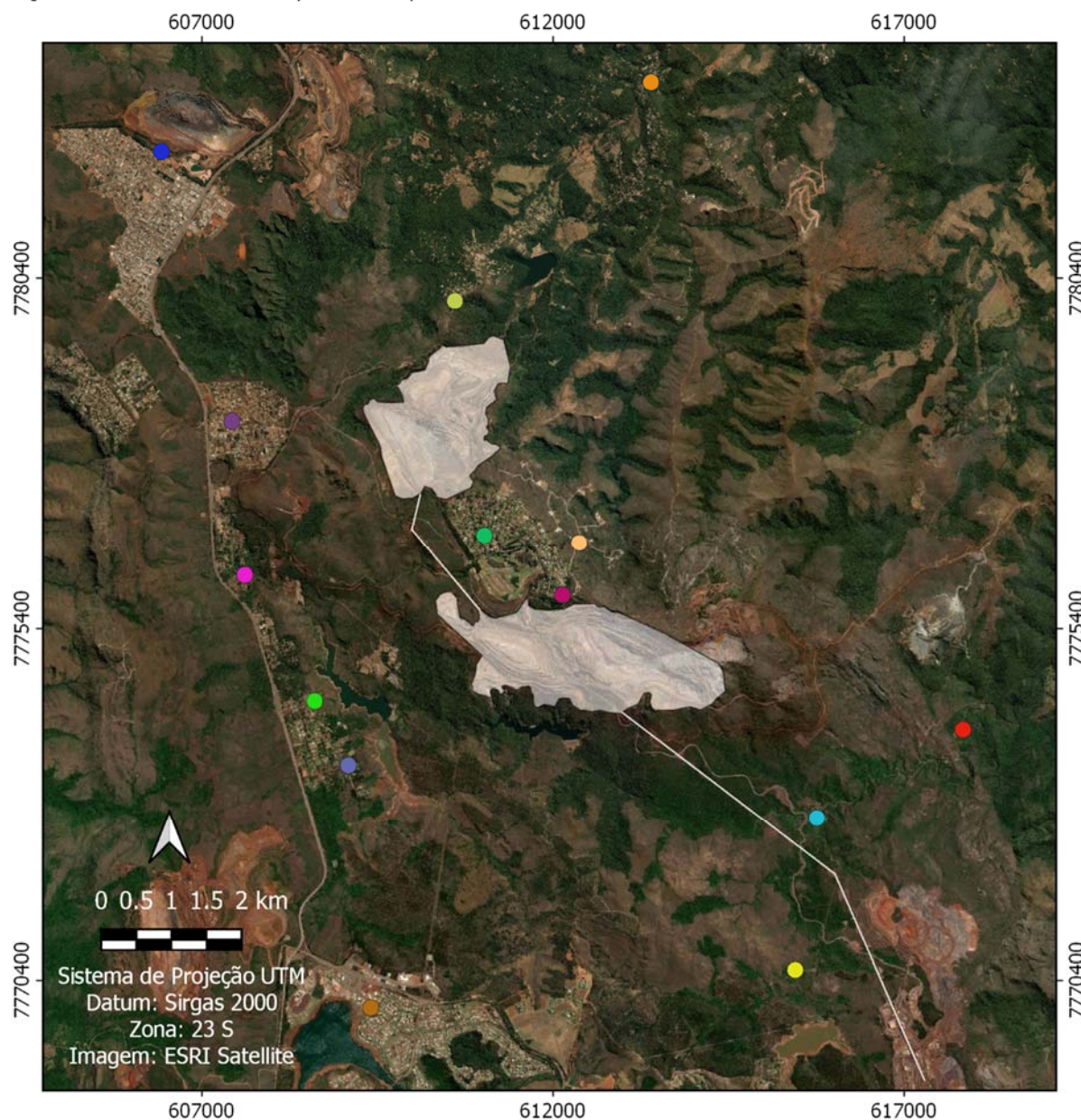
Os locais selecionados estão inseridos em regiões do entorno do empreendimento, unidades de conservação e comunidades existentes na área de estudo. Os receptores discretos foram posicionados em células específicas da malha de modelagem matemática do AERMOD, com pontos distribuídos em células com resolução de 500 x 500 m.

A Tabela 3.3 apresenta a identificação e as coordenadas geográficas dos 14 pontos receptores discretos selecionados para a análise da qualidade do ar dos resultados modelados. A Figura 3.8 apresenta a distribuição espacial dos pontos receptores discretos.

Tabela 3.3 – Pontos receptores selecionados na área de estudo

Receptores Discretos	UTM X [m]	UTM Y [m]
Morro do Chapéu - Estação Automática	611.022	7.776.734
Passárgada - Estação Automática	610.602	7.780.075
Vale Do Sol - Estação Automática	607.425	7.778.367
Jardim Canadá	606.421	7.782.213
Condomínio Miguelão - 1 - PS27	607.610	7.776.166
Condomínio Miguelão - 2	608.605	7.774.379
Condomínio Miguelão - 3	609.084	7.773.464
Condomínio Alphaville	609.403	7.770.013
Vila A da Anglogold - PS12	615.756	7.772.709
Morro do Chapéu - PS08	612.134	7.775.880
Quintas do Morro	612.373	7.776.628
São Sebastião das Águas Claras	613.394	7.783.191
Vila Codornas	615.449	7.770.549
Vila E	617.839	7.773.971

Figura 3.8 – Localização dos pontos receptores discretos



Legenda:

- | | |
|--|------------------------------------|
| ● Condomínio Alphaville | ● Vale Do Sol - Estação Automática |
| ● Condomínio Miguelão - 1 - PS27 | ● Vila A da Anglogold - PS12 |
| ● Condomínio Miguelão - 2 | ● Vila Codornas |
| ● Condomínio Miguelão - 3 | ● Vila E |
| ● Jardim Canadá | □ Localização do Empreendimento |
| ● Morro do Chapéu - Estação Automática | |
| ● Morro do Chapéu - PS08 | |
| ● Passárgada - Estação Automática | |
| ● Quintas do Morro | |
| ● São Sebastião das Águas Claras | |

3.5. RESULTADOS DA MODELAGEM ATMOSFÉRICA

O modelo de dispersão atmosférica AERMOD foi utilizado como uma ferramenta de auxílio à avaliação de impactos ambientais decorrentes da ampliação e operação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato (Complexo Vargem Grande). O modelo AERMOD foi aplicado para descrever os potenciais impactos provocados pelas emissões das minas em foco sob duas condições operacionais descritas, Cenário Base (condição operacional de 2018) e Cenário Futuro (operação e ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato).

O uso do modelo AERMOD para a análise do Cenário Base não substitui a análise dos dados de qualidade do ar monitorados na área de estudo e apresentados como Diagnóstico Ambiental. O uso do modelo de dispersão atmosférica está relacionado à uma estratégia de avaliação que nos permite distinguir e avaliar os impactos diferenciais potencialmente provocados pelas emissões decorrentes da ampliação das cavas no Cenário Futuro.

A aplicação de um modelo de dispersão atmosférica não substitui o monitoramento da qualidade do ar. Um modelo, em qualquer área científica, é uma versão simplificada e mais acessível que possibilita a representação de uma entidade complexa (processos físicos, químicos, biológicos, entre outros), que compartilhe várias semelhanças com esta entidade a ser representada contribuindo para o seu estudo e entendimento. A estratégia de avaliação de impactos traduzidos como alterações da qualidade do ar, aplicada neste estudo, está baseada na análise das diferenças de concentrações calculadas por modelagem considerando a situação de referência e o cenário após a ampliação. Essa estratégia é dependente de aplicar os mesmos métodos para avaliação dos impactos, mantendo-se assim apenas as diferenças ressaltadas em decorrência da alteração das emissões atmosféricas que se alteram entre os cenários avaliados.

Devido às limitações e simplificações dos modelos analíticos de dispersão atmosférica (como é o caso do AERMOD) não se espera que, de forma isolada, estes resultados possam substituir os dados de monitoramento e não devem ser entendidos como elementos para o diagnóstico ambiental da área de estudo em termos quantitativos quando analisados de forma absoluta. Entretanto, quando analisados em conjunto com os dados de monitoramento podem suprir lacunas no sentido de aprimorar a compreensão espacial dos impactos atmosféricos do empreendimento. Assim, os resultados modelados contribuem de forma qualitativa.

A análise do Cenário Base e da distribuição de concentrações de poluentes, de forma isolada, permite a observação das áreas mais impactadas pelas emissões provenientes das cavas Tamanduá e Capitão do Mato. Quando analisados em conjunto, os resultados da modelagem dos Cenários Base e Futuro se complementam e possibilitam quantificar os potenciais incrementos de concentrações na área de estudo.

Portanto, nesta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos com base na modelagem matemática da dispersão atmosférica para os cenários avaliados e sintetizados na discussão acerca dos incrementos potencialmente provocados pelas emissões advindas da ampliação das minas em foco.

Os resultados da modelagem com o AERMOD consistem em mais de 25 mil cenários de concentrações médias horárias, referentes ao processamento dos 3 anos (janeiro/2017 a

dezembro/2019) para cada um dos poluentes considerados no escopo desse trabalho: partículas totais em suspensão (PTS), material particulado menor que 10 μm (MP_{10}) e material particulado menor que 2,5 μm ($\text{MP}_{2,5}$).

Os tempos das médias utilizados para PTS, MP_{10} e $\text{MP}_{2,5}$ são referentes aos estabelecidos pelos padrões de qualidade do ar vigentes (Resolução CONAMA nº 491/2018). Portanto, todos os resultados foram analisados como médias de 24 horas e média anuais.

A representação gráfica dos resultados da modelagem da dispersão atmosférica é denominada cenário de qualidade do ar, apresentado por meio de um mosaico com as concentrações dos poluentes na área de estudo. Diante dos milhares de cenários gerados pela modelagem AERMOD e, conseqüentemente, da inviabilidade de apresentação de todos esses resultados, foram selecionados os de maior representatividade para análise, conforme segue:

- ❑ Cenário de máximas concentrações de 24 horas: apresentam simultaneamente a máxima concentração de 24 horas que ocorre em cada célula da malha computacional, independente do momento de sua ocorrência. As máximas concentrações em cada receptor não necessariamente ocorrem simultaneamente. Portanto, estes cenários não representam uma condição fisicamente possível da atmosfera da área de estudo, pois é obtido através do agrupamento estatístico dos diversos casos gerados pela modelagem. Entretanto, a interpretação desses cenários é importante para uma análise global das possibilidades de alterações máximas de curto período, ou eventos agudos de qualidade do ar na área de estudo estabelecida;
- ❑ Cenário de concentrações médias anuais: apresentam o cenário de concentrações médias de todo o período modelado (3 anos). Este cenário representa a referência temporal de longo prazo e possibilita a verificação das áreas mais frequentemente afetadas pelas emissões consideradas no inventário.

Além da apresentação gráfica dos cenários de qualidade do ar, os principais resultados da modelagem de dispersão atmosférica foram tabulados, incluindo as máximas concentrações médias de 24 horas e anuais nos pontos receptores discretos. Os resultados foram avaliados tendo como referência a área externa à área diretamente afetada (ADA) das minas Tamanduá e Capitão do Mato.

A seções a seguir apresentam os resultados da modelagem AERMOD para PTS, MP_{10} , e $\text{MP}_{2,5}$. Os resultados apresentados dizem respeito aos potenciais impactos sobre qualidade do ar relacionados apenas às emissões das minas Tamanduá e Capitão do Mato, ou seja, outras fontes emissoras externas às operações do empreendimento que por ventura possam existir na área de estudo não foram computadas para tal análise.

3.5.1. CENÁRIO BASE

Os resultados de concentrações modeladas em pontos discretos possibilitam a avaliação dos potenciais incrementos decorrentes das emissões de material particulado em locais de interesse na área de estudo. Os resultados são avaliados considerando as médias anuais e as máximas médias de 24 horas (Tabela 3.4).

Para a análise das concentrações máximas de 24 horas, é importante observar que o valor destacado na Tabela 3.4 refere-se a uma única ocorrência, a máxima concentração.

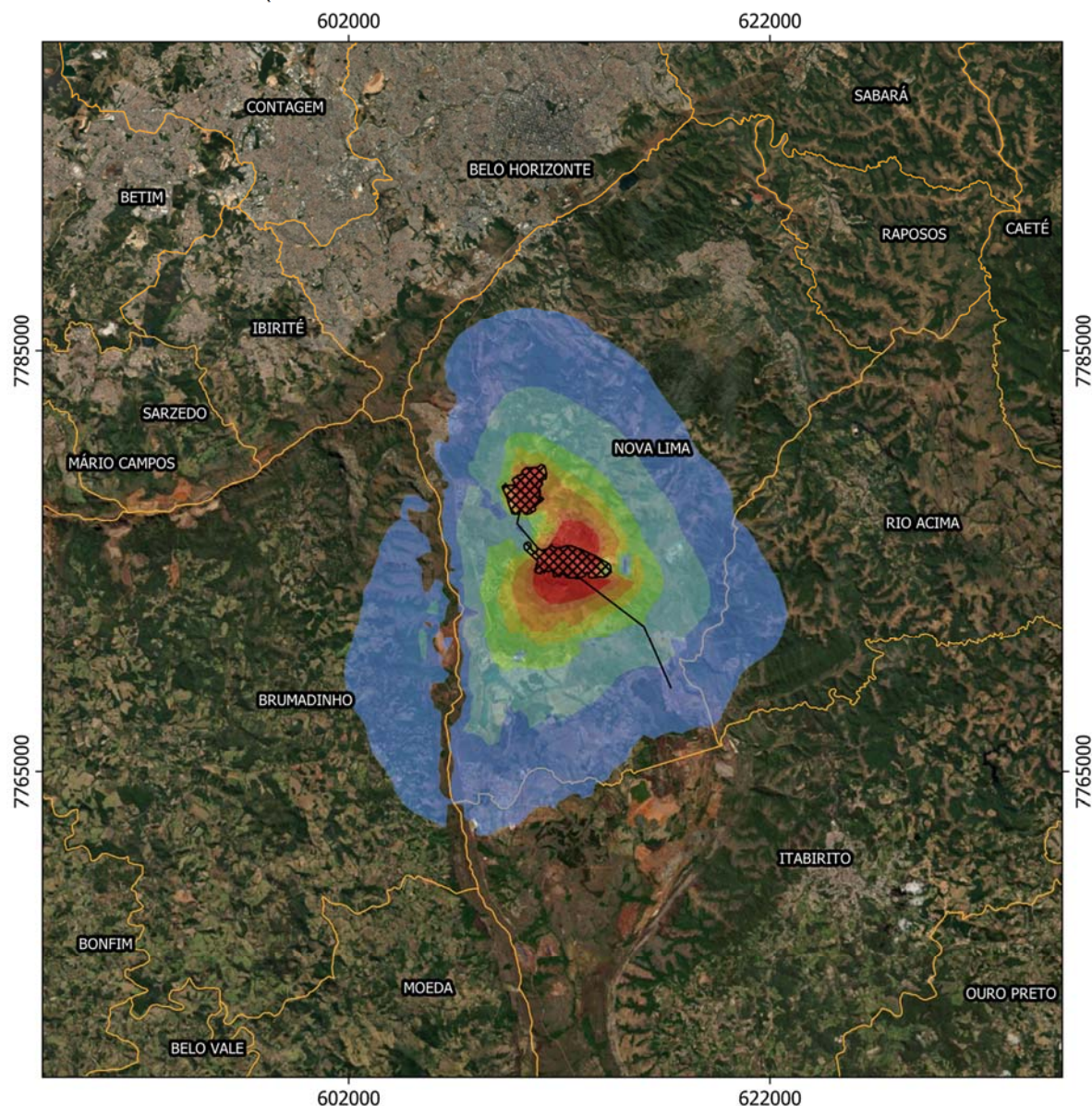
Tabela 3.4 – Concentrações modeladas de PTS, MP₁₀ e MP_{2,5} nos pontos receptores discretos considerando as emissões do Cenário Base

Receptores	PTS [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		MP ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		MP _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	Média Anual	Máxima 24h	Média Anual	Máxima 24h	Média Anual	Máxima 24h
Morro do Chapéu - Estação Automática	31,18	242,15	10,34	70,72	5,38	36,92
Passárgada - Estação Automática	30,12	197,76	9,20	57,32	3,03	18,78
Vale Do Sol - Estação Automática	9,38	130,11	3,07	40,20	1,43	15,96
Jardim Canadá	4,65	49,31	1,52	15,27	0,73	7,53
Condomínio Miguelão - 1 - PS27	13,27	102,46	4,30	32,03	1,92	14,72
Condomínio Miguelão - 2	21,16	238,25	6,83	73,98	3,05	30,13
Condomínio Miguelão - 3	30,32	420,72	9,81	129,74	4,51	52,72
Condomínio Alphaville	21,06	268,73	6,75	82,74	3,10	32,94
Vila A da Anglogold - PS12	23,05	471,78	7,25	144,49	2,83	58,91
Morro do Chapéu - PS08	117,29	588,09	38,02	166,40	19,31	131,09
Quintas do Morro	101,98	630,66	31,58	182,22	12,53	75,51
São Sebastião das Águas Claras	7,99	68,87	2,48	20,76	0,95	10,02
Vila Codornas	12,19	242,00	3,86	71,81	1,56	27,27
Vila E	14,52	239,56	4,50	72,47	1,73	25,89
Padrão de Qualidade do Ar Resolução CONAMA Nº 491/2018	80	240	40	120	20	60

Os resultados da modelagem da dispersão atmosférica, apresentados em forma gráfica, são apresentados nas Figuras 3.9 a 3.14, na ordem de concentrações médias anuais e máximas concentrações médias de 24 horas para cada uma das variáveis (PTS, MP₁₀ e MP_{2,5}) apresentadas sequencialmente. Juntamente com a pluma do poluente, também são apresentadas as delimitações das áreas avaliadas como fontes de emissão, que subsidiaram o inventário e a modelagem referentes ao Cenário Base (ano 2018): as emissões provenientes das cavas (operações de lavra), pilhas e áreas expostas das minas Tamanduá e Capitão do Mato, movimentações de materiais, vias e máquinas e equipamentos.

Os cenários de primeiras máximas médias de 24 horas referem-se a um cenário estatístico, onde em cada ponto da malha de modelagem é armazenado o maior valor da concentração média de 24 horas avaliada em todos os anos considerados na modelagem.

Figura 3.9 – Concentrações médias anuais de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base




PTS - Média Anual

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

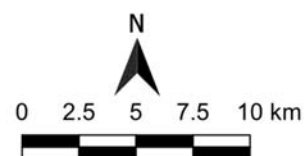
-Padrão Final: 80 µg/m³

PTS (µg/m³)

	5 - 10
	10 - 20
	20 - 30
	30 - 40
	40 - 60
	60 - 80
	> 80

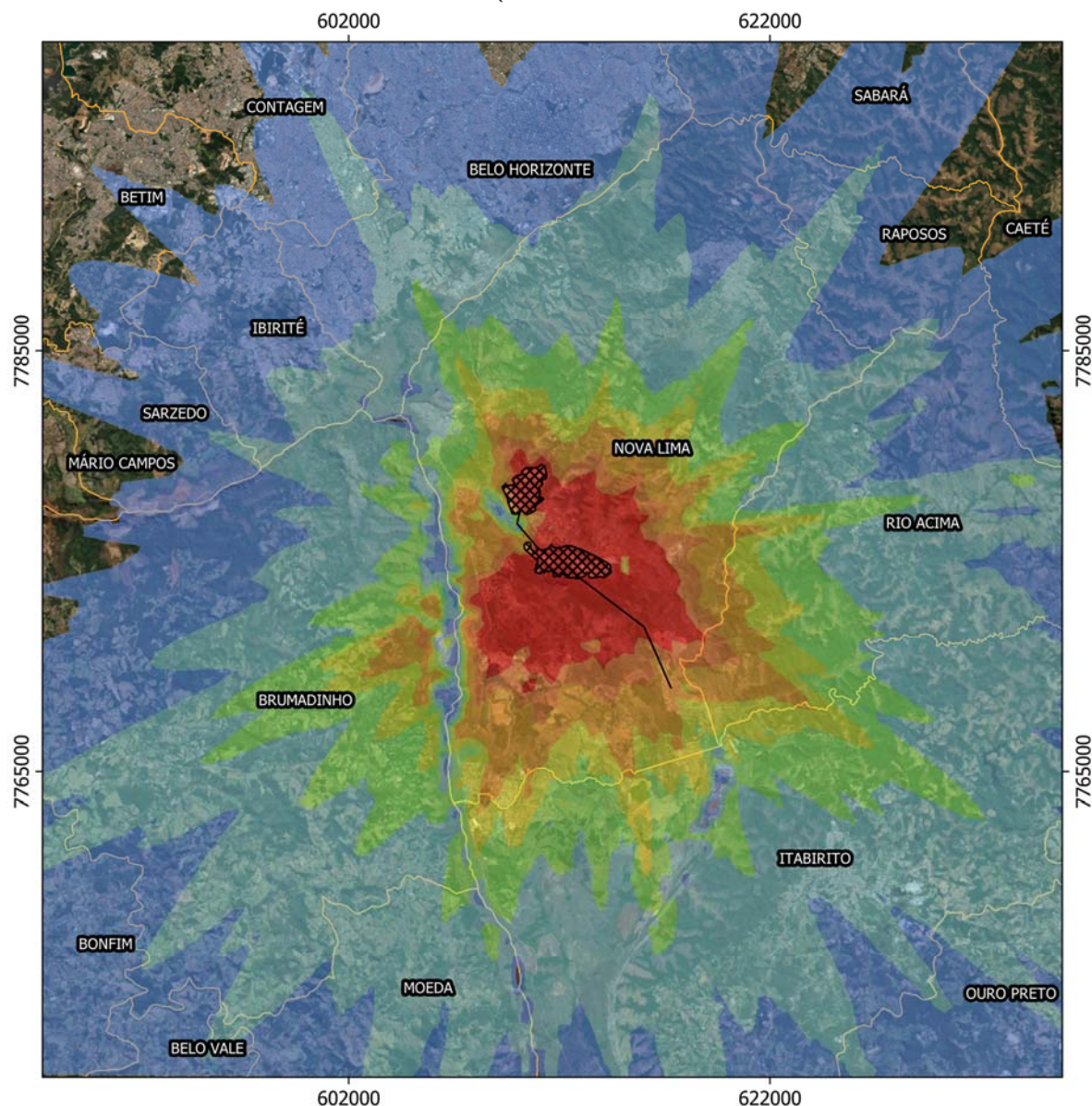
 Área das Fontes Emissoras do Cenário Base

 Limites Municipais



Sistema de Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.10 – Concentrações máximas médias de 24 horas de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base

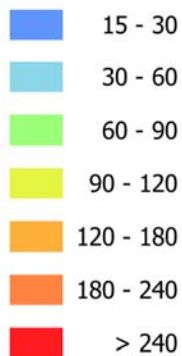



PTS - Máxima de 24h

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

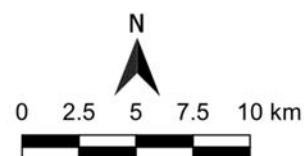
-Padrão Final: 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



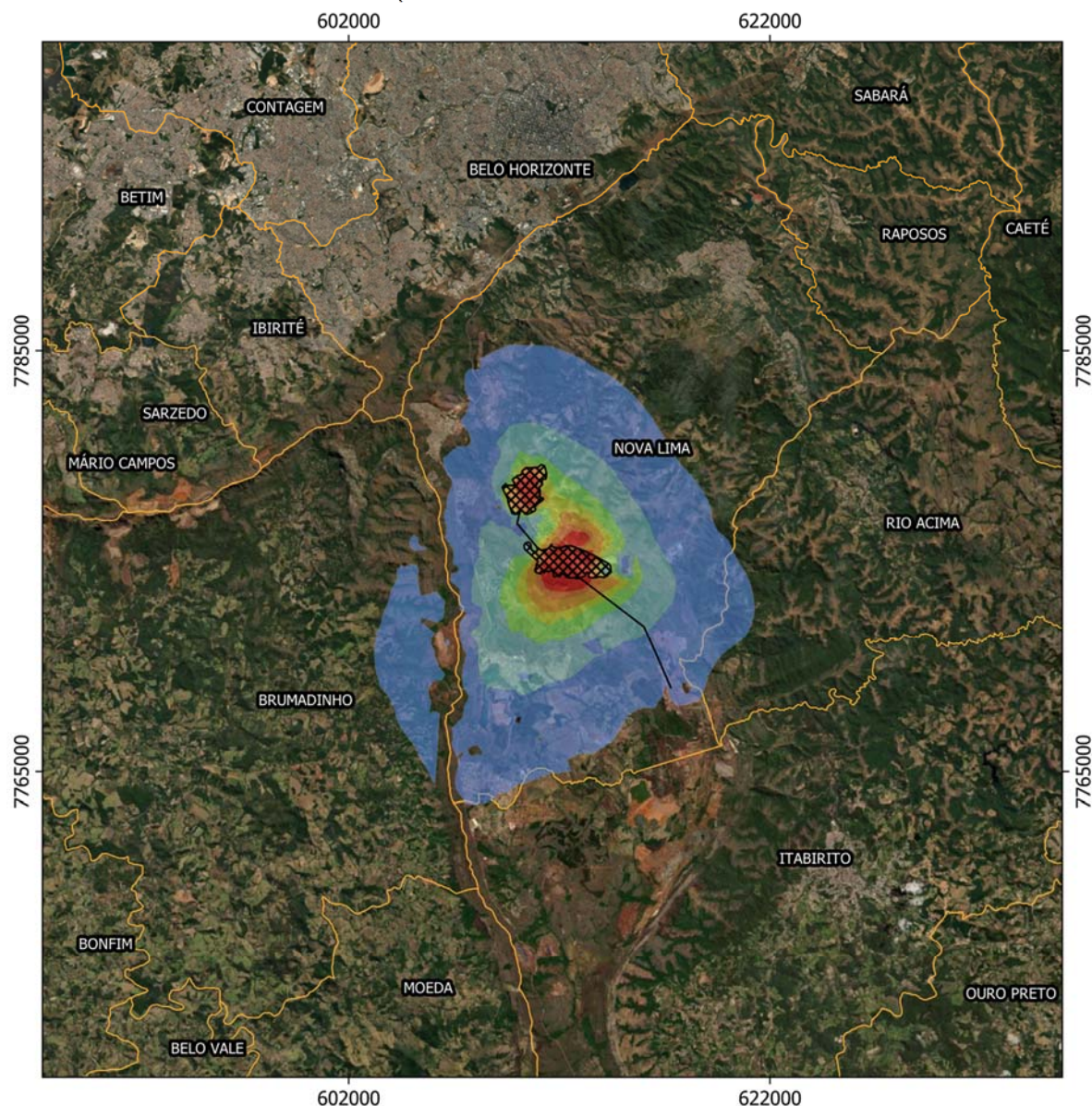
 Área das Fontes Emissoras do Cenário Base

 Limites Municipais



Sistema de Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.11 – Concentrações médias anuais de MP_{10} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base



PM 10 - Média Anual

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Intermediário 1: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 2: $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 3: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Final: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

2 - 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

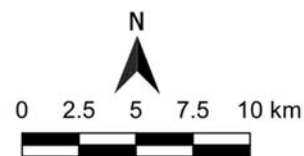
20 - 30

30 - 40

> 40

Área das Fontes Emissoras do Cenário Base

Limites Municipais



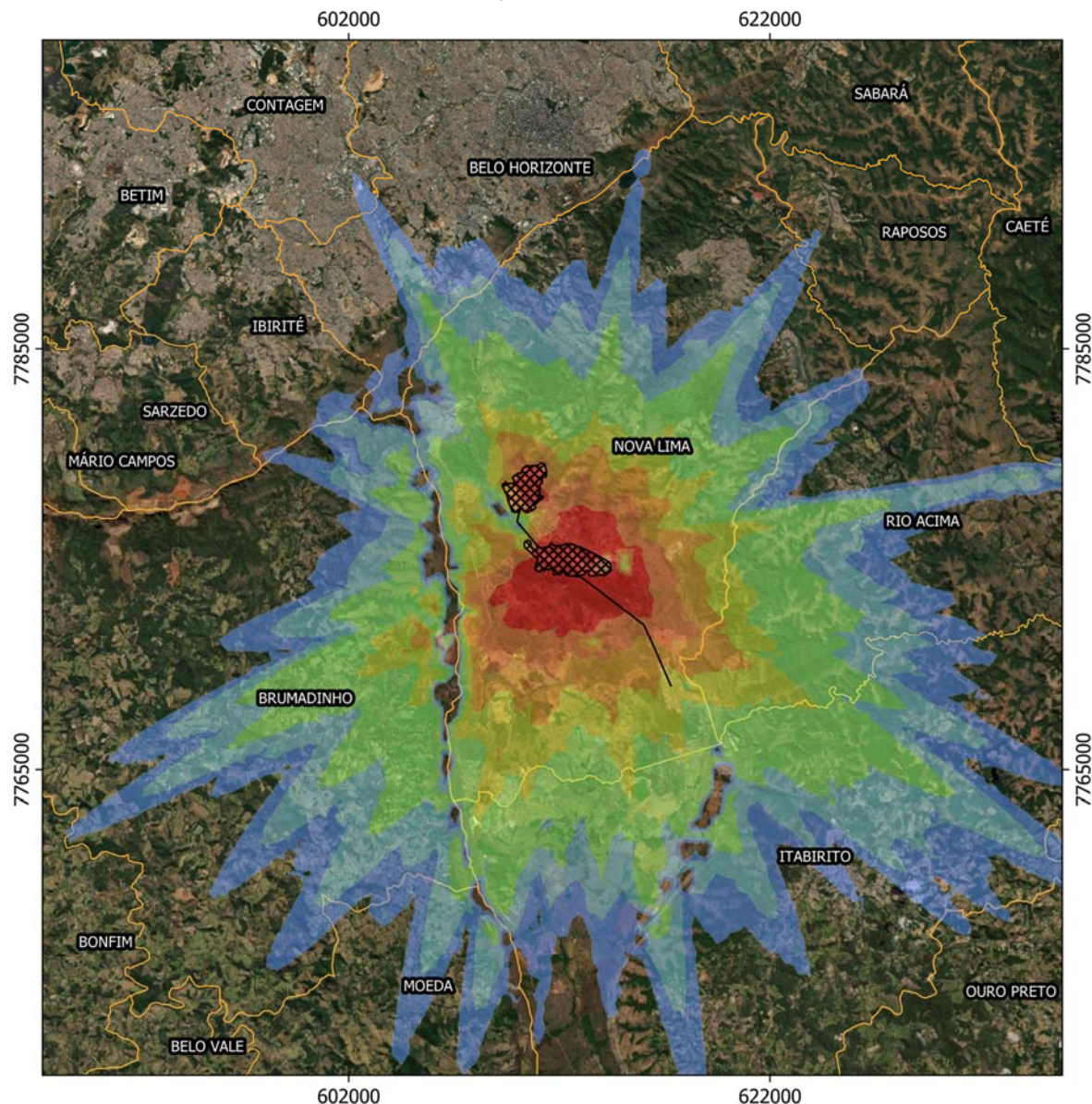
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.12 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP_{10} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base



PM 10 - Máxima de 24h

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Intermediário 1: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 2: $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 3: $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Final: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

12 - 15

15 - 20

20 - 35

35 - 50

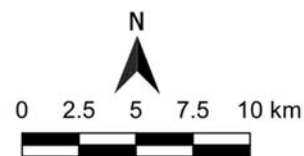
50 - 75

75 - 120

> 120

Área das Fontes Emissoras do Cenário Base

Limites Municipais



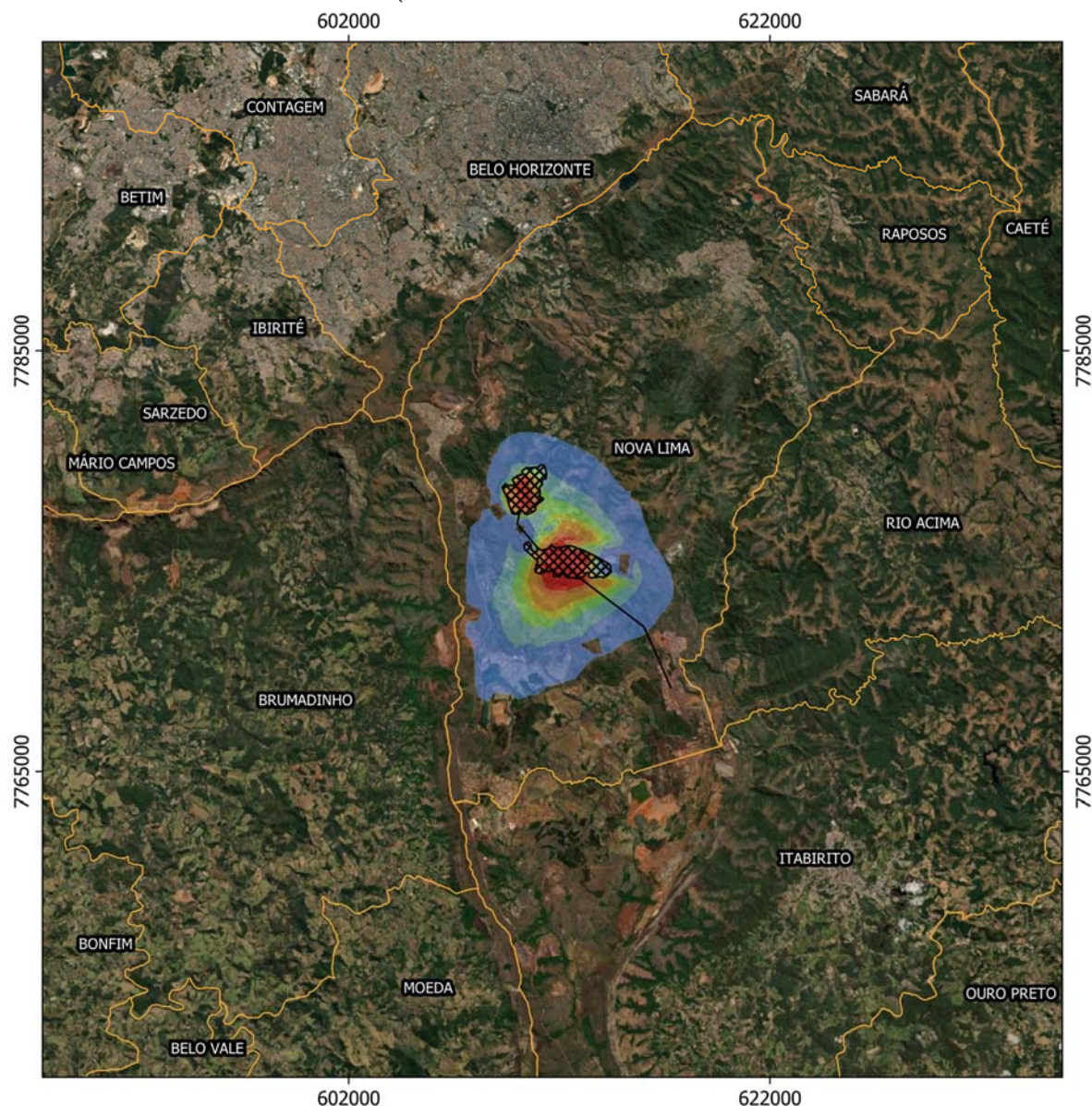
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.13 – Concentrações médias anuais de $MP_{2,5}$ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base



PM 2.5 - Média Anual

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Intermediário 1: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$


-Padrão Intermediário 2: $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 3: $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

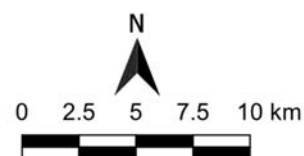
-Padrão Final: $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



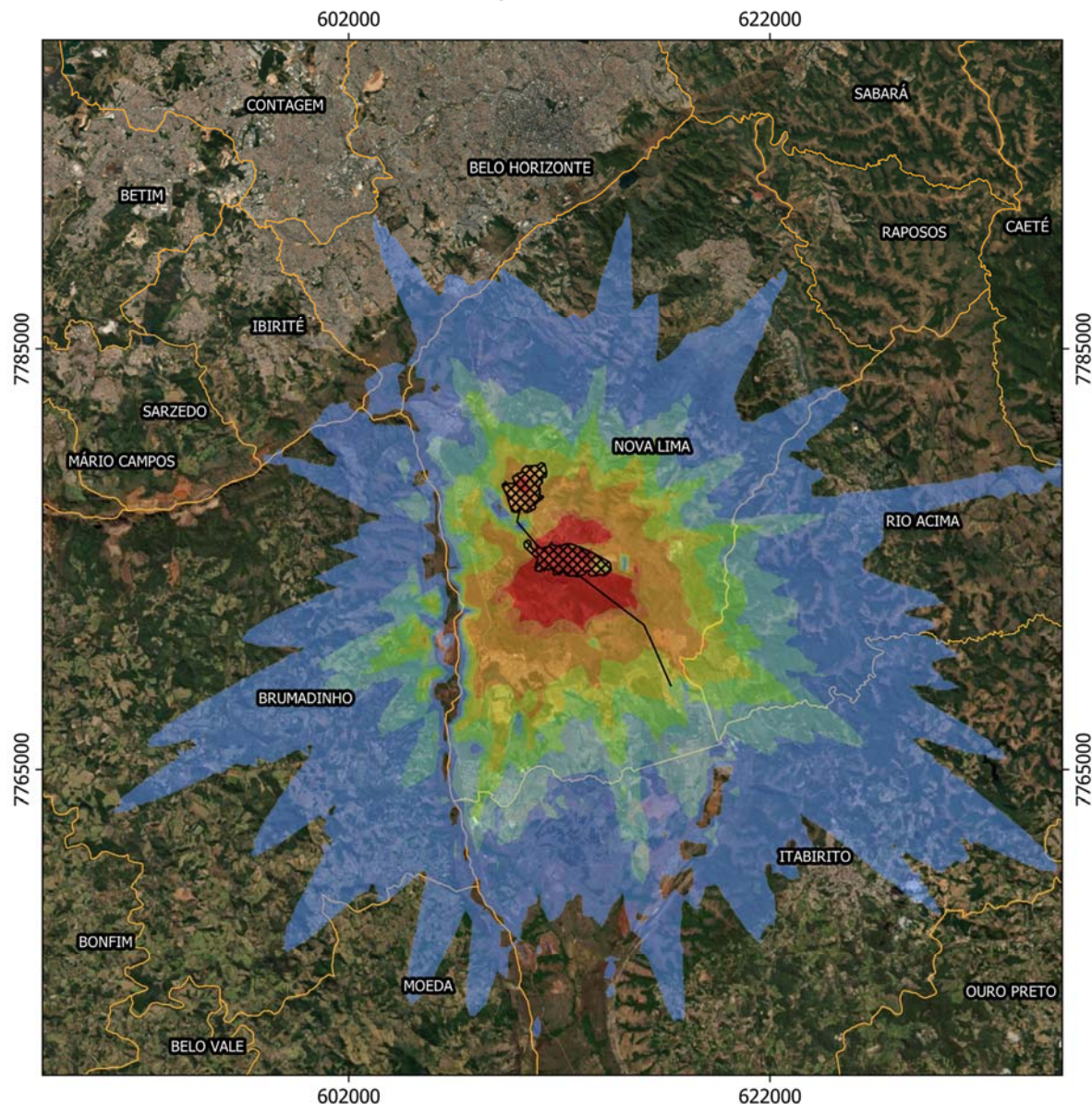
 Área das Fontes Emissoras do Cenário Base

 Limites Municipais



Sistema de Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.14 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP_{2,5} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Base



PM 2.5 - Máxima de 24h

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Intermediário 1: 60 µg/m³

-Padrão Intermediário 2: 50 µg/m³

-Padrão Intermediário 3: 37 µg/m³

-Padrão Final: 25 µg/m³

PM 2.5 (µg/m³)

5 - 10

10 - 14

14 - 18

18 - 25

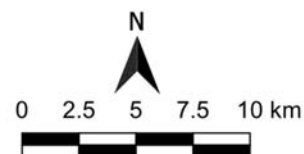
25 - 50

50 - 60

> 60

Área das Fontes Emissoras do Cenário Base

Limites Municipais



Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

3.5.2. CENÁRIO FUTURO

As concentrações em pontos discretos, obtidas através da modelagem, possibilitam a avaliação dos potenciais incrementos decorrentes das emissões de material particulado em locais de interesse na área de estudo. Os resultados são avaliados considerando as médias anuais e as máximas médias de 24 horas (Tabela 3.5).

Para a análise das concentrações máximas de 24 horas, é importante observar que o valor destacado na Tabela 3.5 refere-se a uma única ocorrência, a máxima concentração.

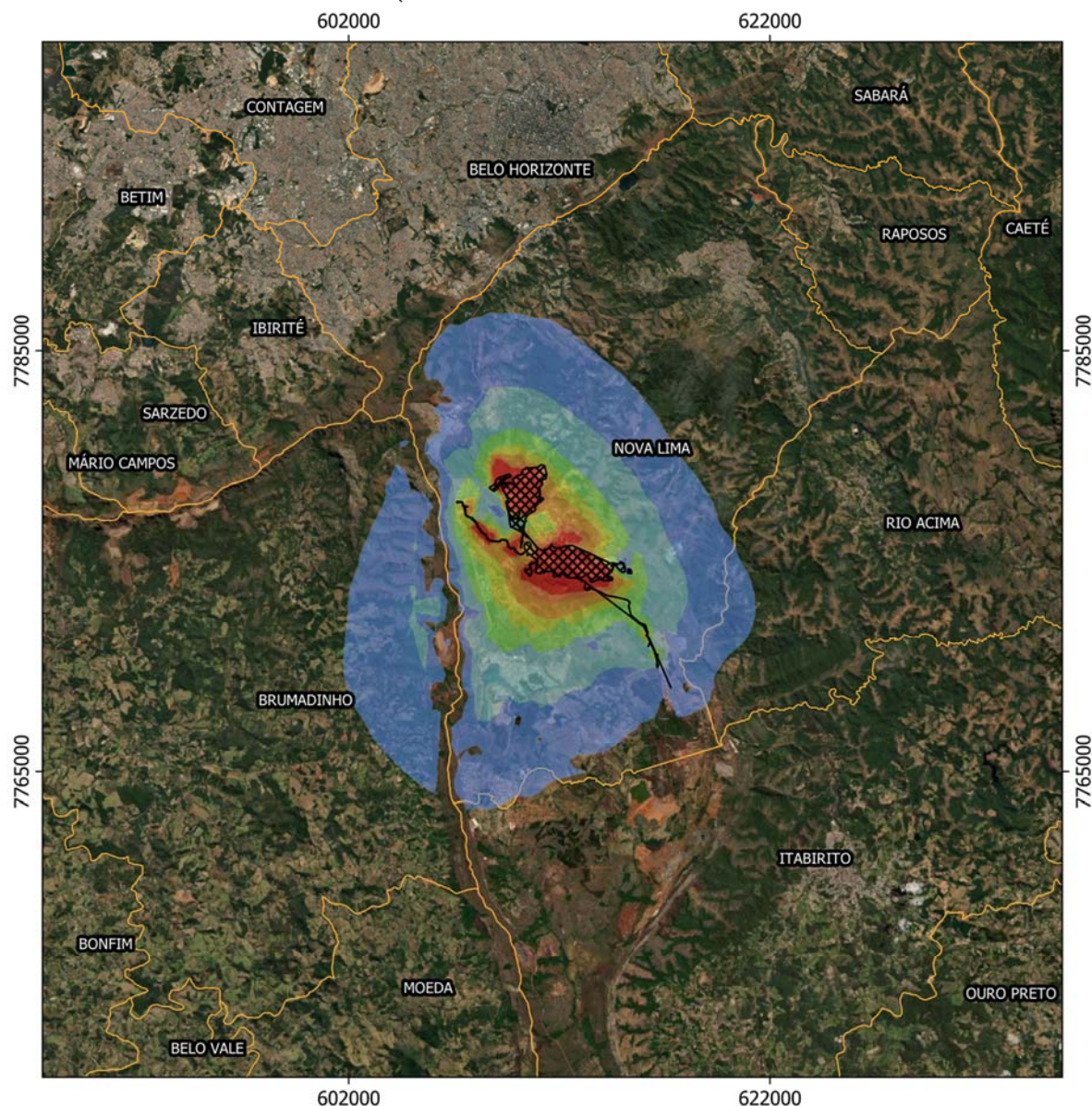
Tabela 3.5 – Concentrações modeladas de PTS, MP₁₀ e MP_{2,5} nos pontos receptores discretos considerando as emissões do Cenário Futuro

Receptores	PTS [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		MP ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		MP _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	Média Anual	Máxima 24h	Média Anual	Máxima 24h	Média Anual	Máxima 24h
Morro do Chapéu - Estação Automática	32,56	141,43	12,51	50,19	5,22	32,16
Passárgada - Estação Automática	31,70	203,25	10,45	61,86	3,69	19,94
Vale Do Sol - Estação Automática	22,95	105,92	8,70	37,26	2,83	17,25
Jardim Canadá	5,90	54,15	2,16	18,27	0,86	7,23
Condomínio Miguelão - 1 - PS27	30,48	163,73	12,09	56,50	3,97	18,67
Condomínio Miguelão - 2	29,86	187,34	11,69	68,09	4,33	29,59
Condomínio Miguelão - 3	33,63	303,92	12,99	108,94	5,33	47,50
Condomínio Alphaville	17,47	146,92	6,36	50,15	3,08	27,37
Vila A da Anglogold - PS12	20,00	326,62	7,58	109,82	3,05	57,26
Morro do Chapéu - PS08	83,39	369,32	29,82	134,46	16,71	105,28
Quintas do Morro	68,95	346,44	23,86	116,84	11,37	63,97
São Sebastião das Águas Claras	6,87	57,03	2,39	19,08	1,01	9,24
Vila Codornas	11,78	150,69	4,55	52,83	1,77	25,60
Vila E	10,73	146,60	3,82	50,08	1,71	23,08
Padrão de Qualidade do Ar Resolução CONAMA N° 491/2018	80	240	40	120	20	60

Os resultados da modelagem da dispersão atmosférica, apresentados em forma gráfica, são apresentados nas Figuras 3.15 a 3.20, na ordem de concentrações médias anuais e máximas concentrações médias de 24 horas para cada uma das variáveis (PTS, MP₁₀ e MP_{2,5}) apresentadas sequencialmente.

Os cenários de primeiras máximas médias de 24 horas referem-se a um cenário estatístico, onde em cada ponto da malha de modelagem é armazenado o maior valor da concentração média de 24 horas avaliada em todos os anos considerados na modelagem.

Figura 3.15 – Concentrações médias anuais de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro





PTS - Média Anual

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Final: 80 µg/m³



 ADA Ano 2
 Limites Municipais

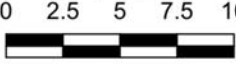
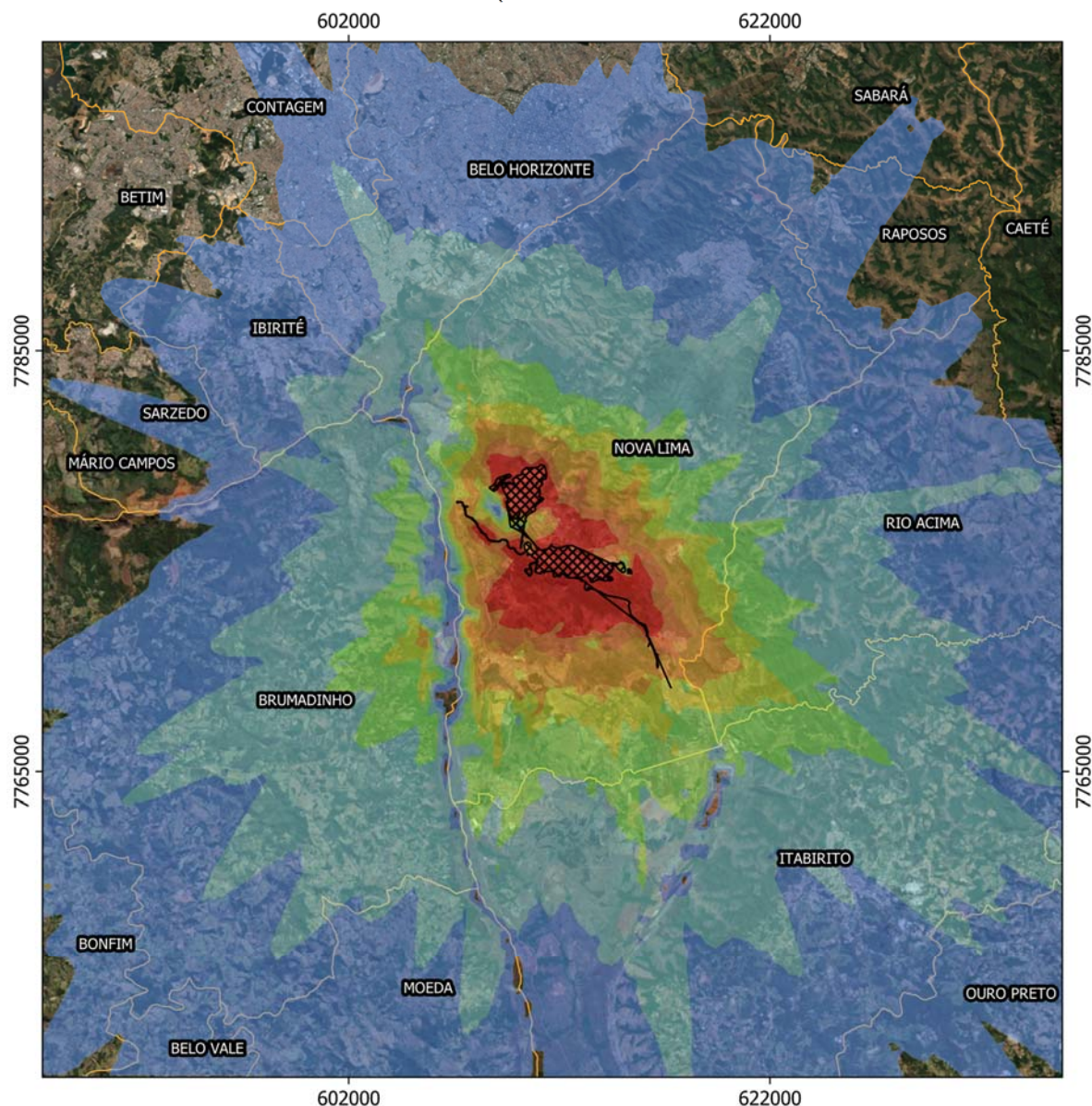
N

 0 2.5 5 7.5 10 km
 Sistema de Projeção UTM
 Datum: SIRGAS 2000
 Zona: 23 S
 Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.16 – Concentrações máximas médias de 24 horas de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro



PTS - Máxima de 24h

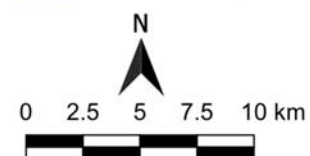
Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Final: $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	15 - 30
	30 - 60
	60 - 90
	90 - 120
	120 - 180
	180 - 240
	> 240

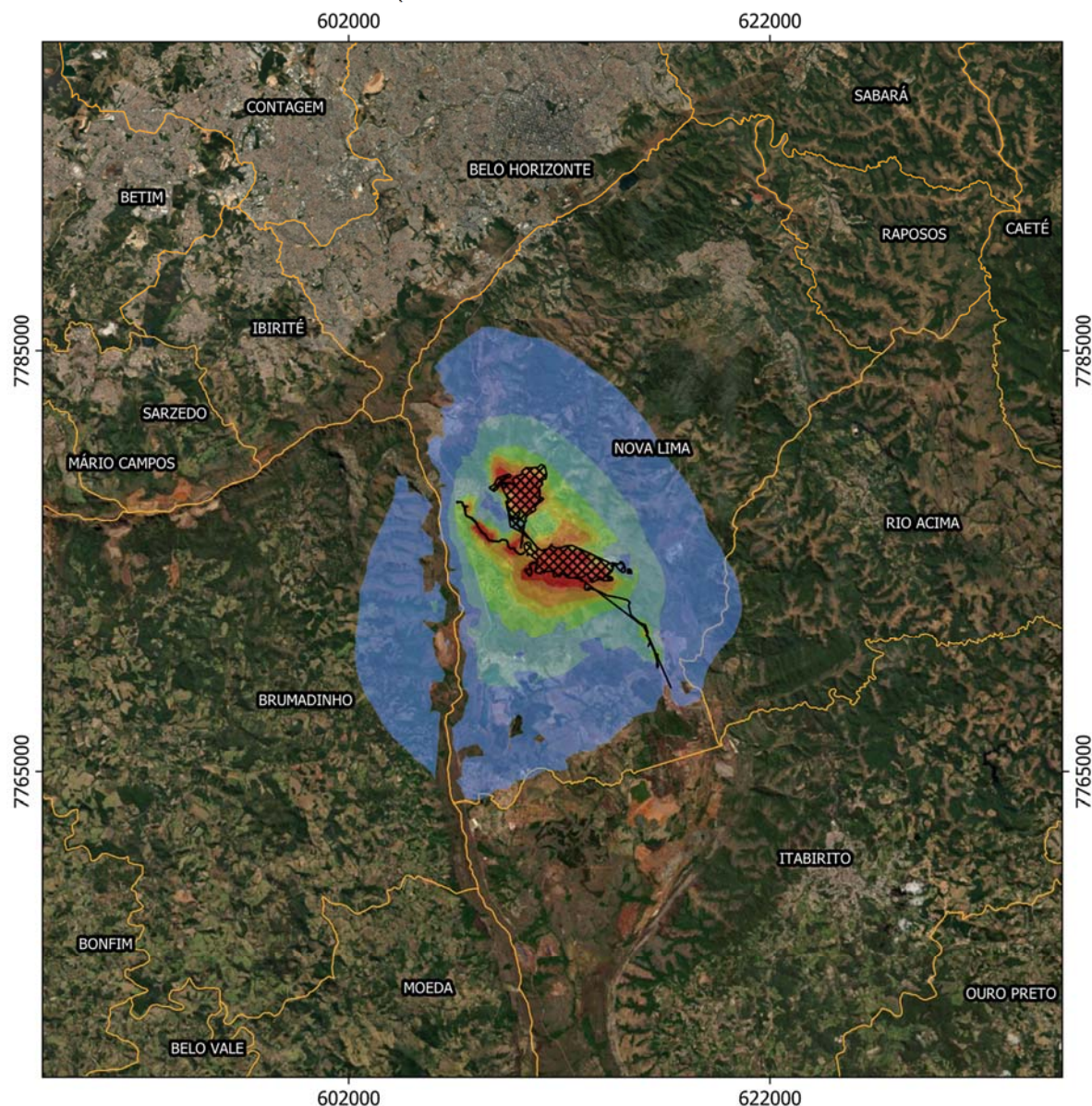
ADA Ano 2

Limites Municipais



Sistema de Projeção UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona: 23 S
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.17 – Concentrações médias anuais de MP_{10} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro



PM 10 - Média Anual

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Intermediário 1: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 2: $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 3: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Final: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

2 - 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

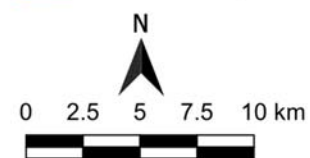
20 - 30

30 - 40

> 40

ADA Ano 2

Limites Municipais



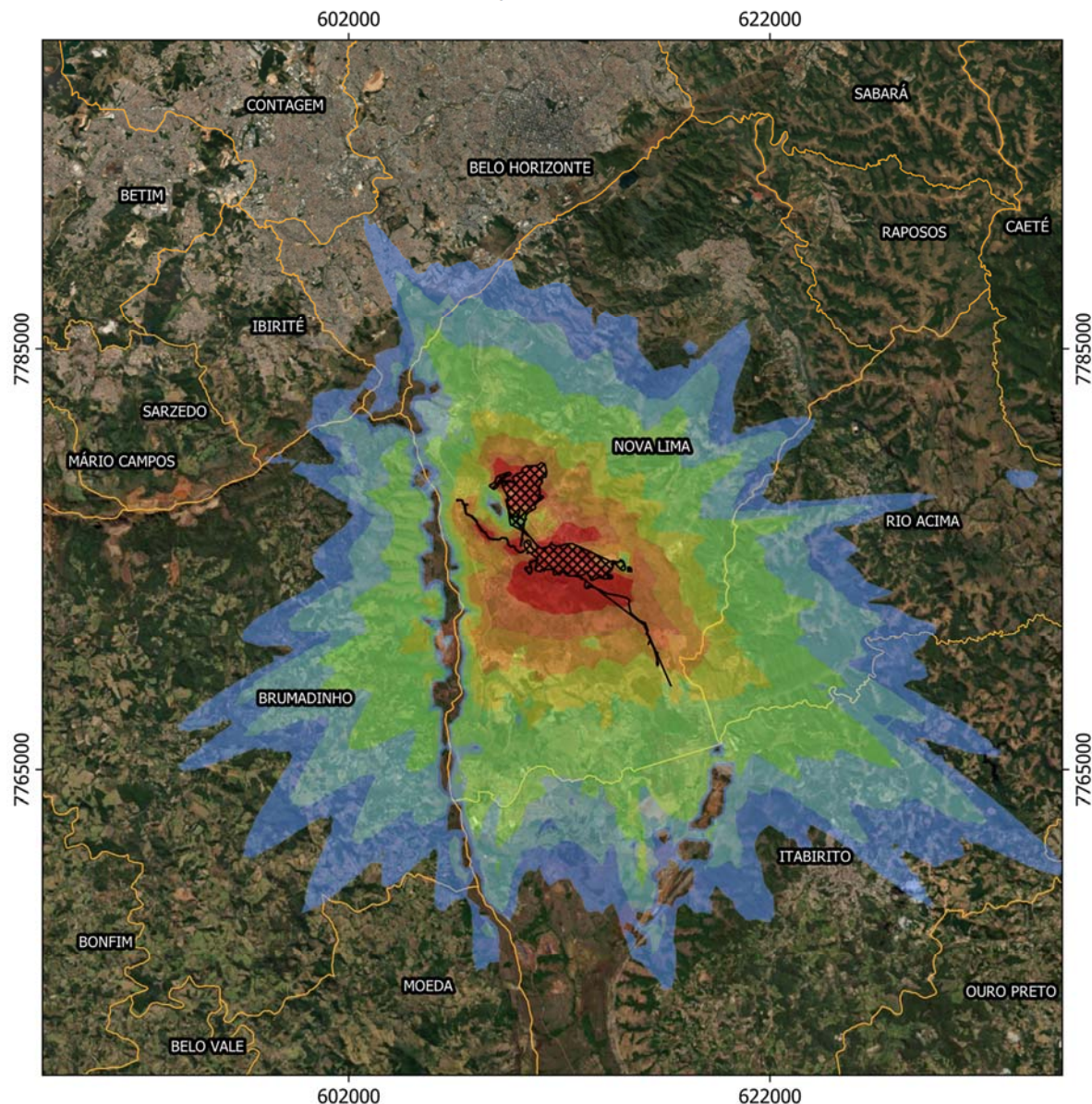
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.18 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP_{10} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro



PM 10 - Máxima de 24h

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Intermediário 1: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 2: $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 3: $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Final: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

12 - 15

15 - 20

20 - 35

35 - 50

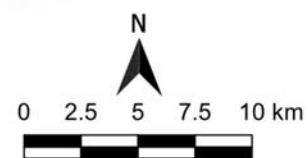
50 - 75

75 - 120

> 120

ADA Ano 2

Limites Municipais



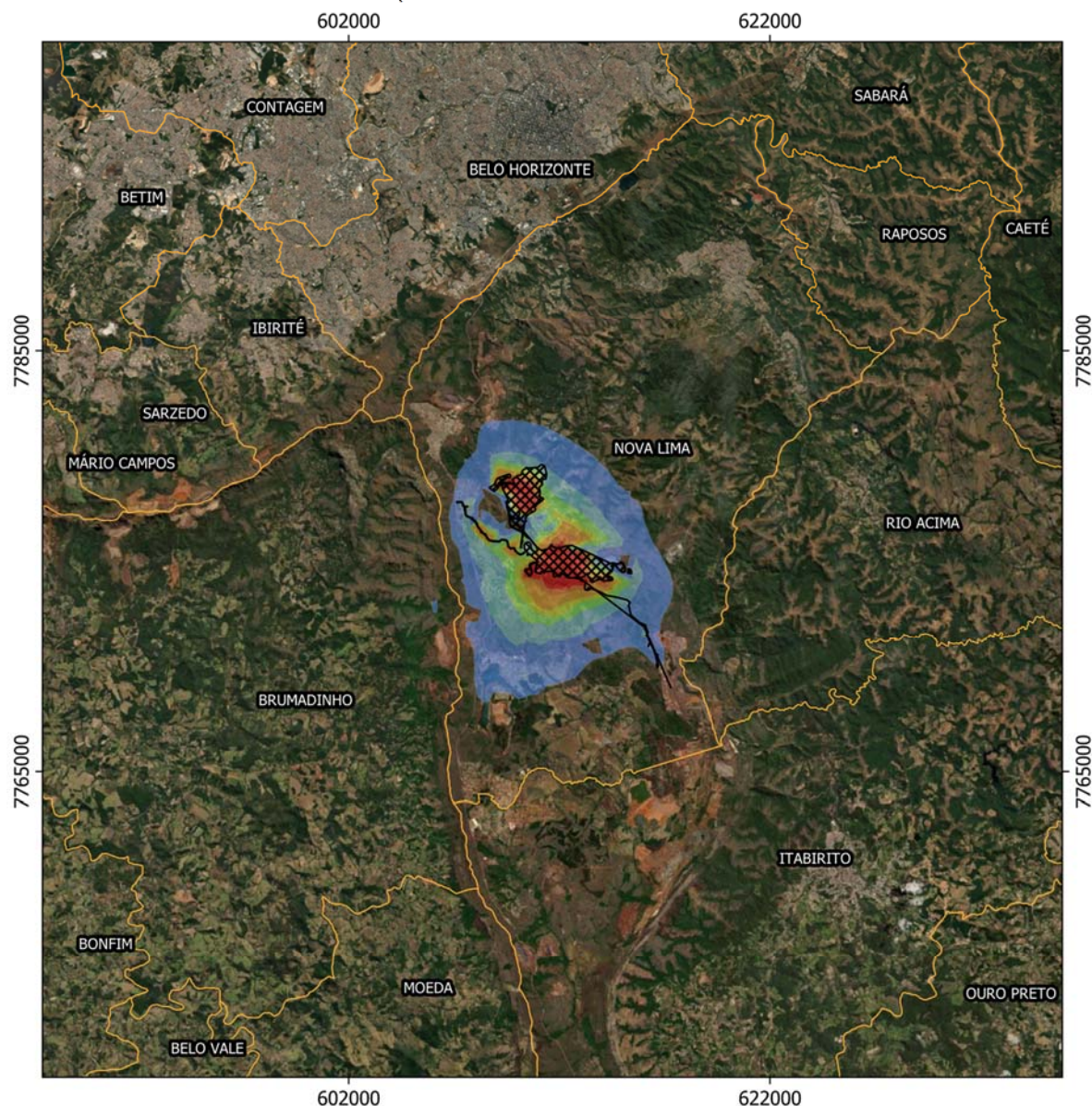
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.19 – Concentrações médias anuais de $MP_{2,5}$ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro



PM 2.5 - Média Anual

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Intermediário 1: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 2: $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Intermediário 3: $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

-Padrão Final: $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

2 - 4

4 - 6

6 - 8

8 - 10

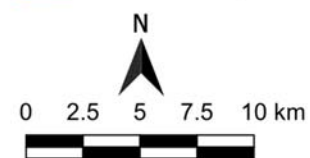
10 - 15

15 - 20

> 20

ADA Ano 2

Limites Municipais



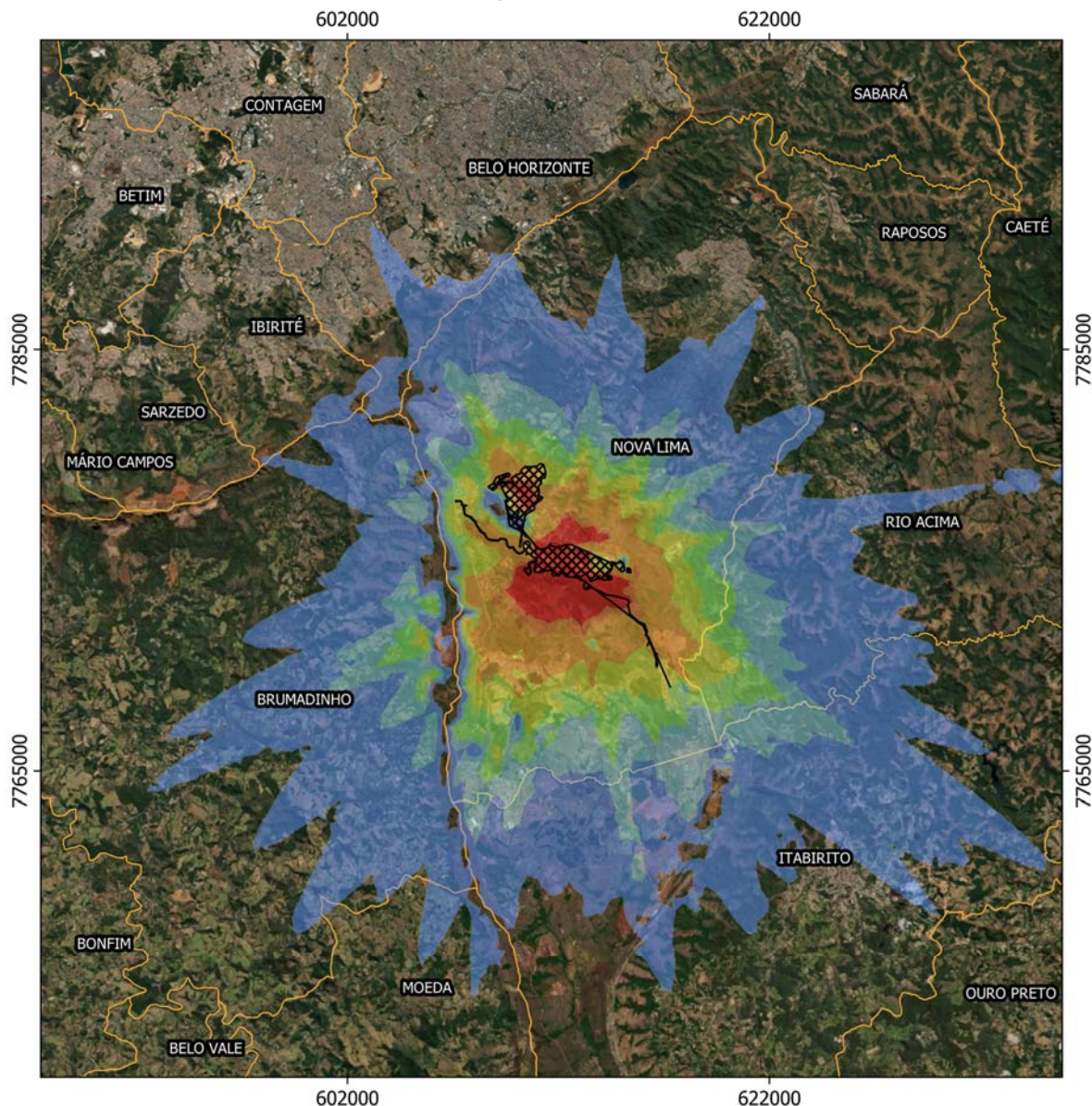
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.20 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP_{2,5} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Futuro



PM 2.5 - Máxima de 24h

Resolução CONAMA Nº 491/ 2018

-Padrão Intermediário 1: 60 µg/m³

-Padrão Intermediário 2: 50 µg/m³

-Padrão Intermediário 3: 37 µg/m³

-Padrão Final: 25 µg/m³

PM 2.5 (µg/m³)

5 - 10

10 - 14

14 - 18

18 - 25

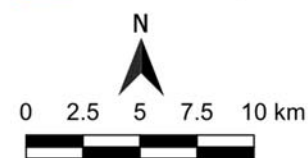
25 - 50

50 - 60

> 60

ADA Ano 2

Limites Municipais



Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

3.5.3. CENÁRIO DIFERENCIAL

O cenário diferencial se refere aos acréscimos ou decréscimos das concentrações de material particulado em decorrência do projeto de ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato. Este cenário foi calculado a partir das diferenças de concentrações entre o Cenário Futuro e Cenário Base, considerando os resultados da modelagem. Com isso, é possível observar as áreas que potencialmente terão o aumento ou diminuição das concentrações, em decorrência das mudanças relacionadas as obras de ampliação e da operação das minas que foram consideradas no Cenário Futuro.

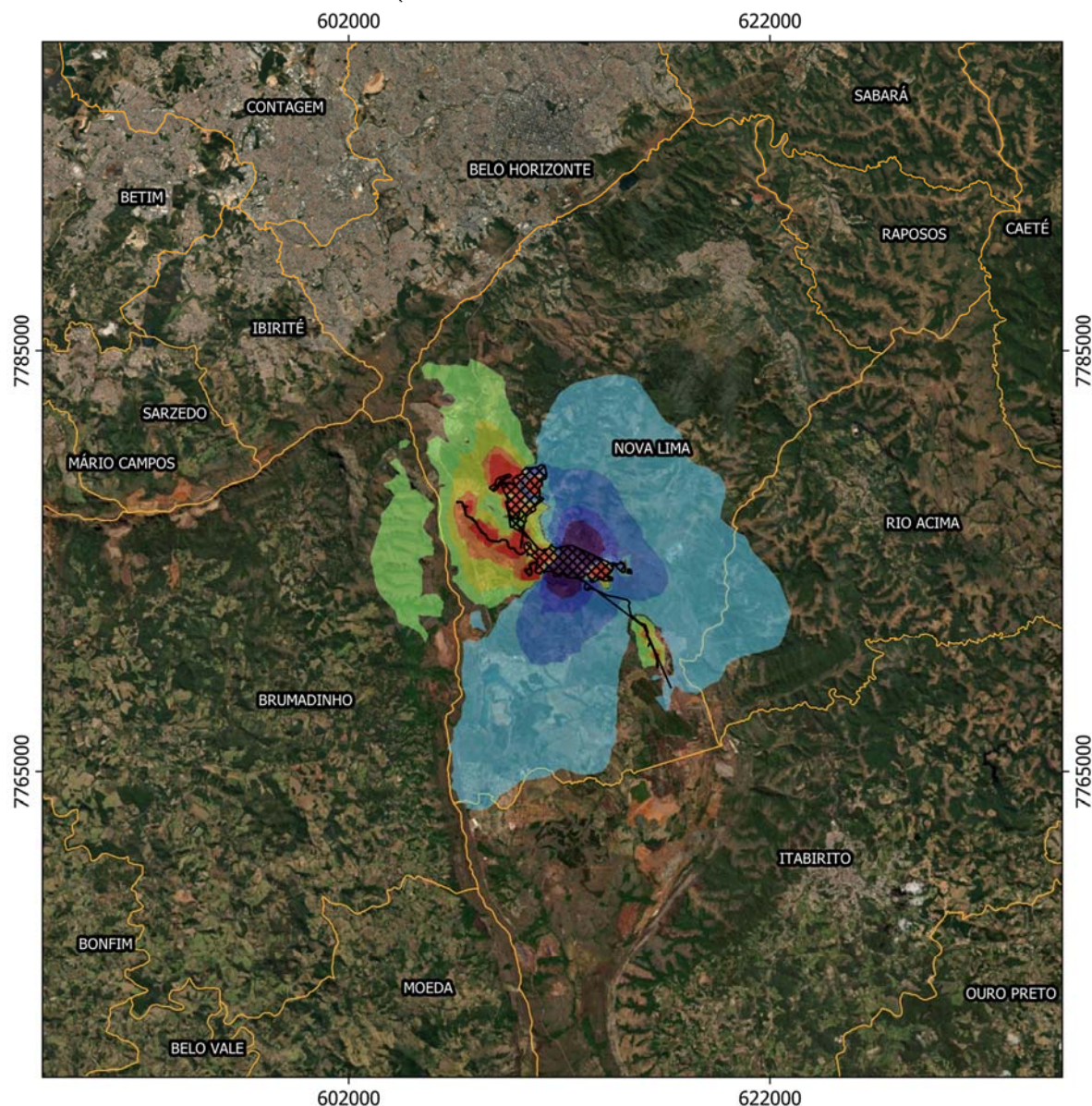
As diferenças das concentrações em pontos discretos, obtidas através da comparação dos resultados da modelagem do Cenário Base com o Cenário Futuro, possibilitam a avaliação dos potenciais incrementos decorrentes das emissões de material particulado em locais de interesse na área de estudo. Os resultados são avaliados considerando as médias anuais e as máximas médias de 24 horas (Tabela 3.5).

Tabela 3.6 – Diferenças de concentrações modeladas de PTS, MP₁₀ e MP_{2,5} nos pontos receptores discretos

Receptores	PTS [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		MP ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		MP _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	Média Anual	Máxima 24h	Média Anual	Máxima 24h	Média Anual	Máxima 24h
Morro do Chapéu - Estação Automática	1,38	-100,73	2,16	-20,53	-0,16	-4,76
Passárgada - Estação Automática	1,57	5,50	1,25	4,54	0,65	1,16
Vale Do Sol - Estação Automática	13,57	-24,19	5,63	-2,95	1,40	1,28
Jardim Canadá	1,25	4,84	0,65	2,99	0,14	-0,30
Condomínio Miguelão - 1 - PS27	17,22	61,27	7,79	24,47	2,06	3,94
Condomínio Miguelão - 2	8,70	-50,91	4,86	-5,89	1,27	-0,55
Condomínio Miguelão - 3	3,31	-116,80	3,18	-20,80	0,82	-5,22
Condomínio Alphaville	-3,59	-121,81	-0,39	-32,59	-0,02	-5,57
Vila A da Anglogold - PS12	-3,05	-145,16	0,33	-34,68	0,22	-1,65
Morro do Chapéu - PS08	-33,90	-218,77	-8,19	-31,94	-2,60	-25,80
Quintas do Morro	-33,03	-284,22	-7,72	-65,38	-1,16	-11,54
São Sebastião das Águas Claras	-1,12	-11,84	-0,09	-1,67	0,06	-0,78
Vila Codornas	-0,41	-91,31	0,69	-18,98	0,21	-1,67
Vila E	-3,79	-92,96	-0,68	-22,39	-0,02	-2,81

As diferenças de concentrações entre os cenários, dispostos em forma gráfica, são apresentados nas Figuras 3.21 a 3.26, na ordem de concentrações médias anuais e máximas concentrações médias de 24 horas para cada uma das variáveis (PTS, MP₁₀ e MP_{2,5}) apresentadas sequencialmente.

Figura 3.21 – Concentrações médias anuais de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial



PTS - Média Anual

Δ PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



 ADA Ano 2

 Limites Municipais

N

0 2.5 5 7.5 10 km

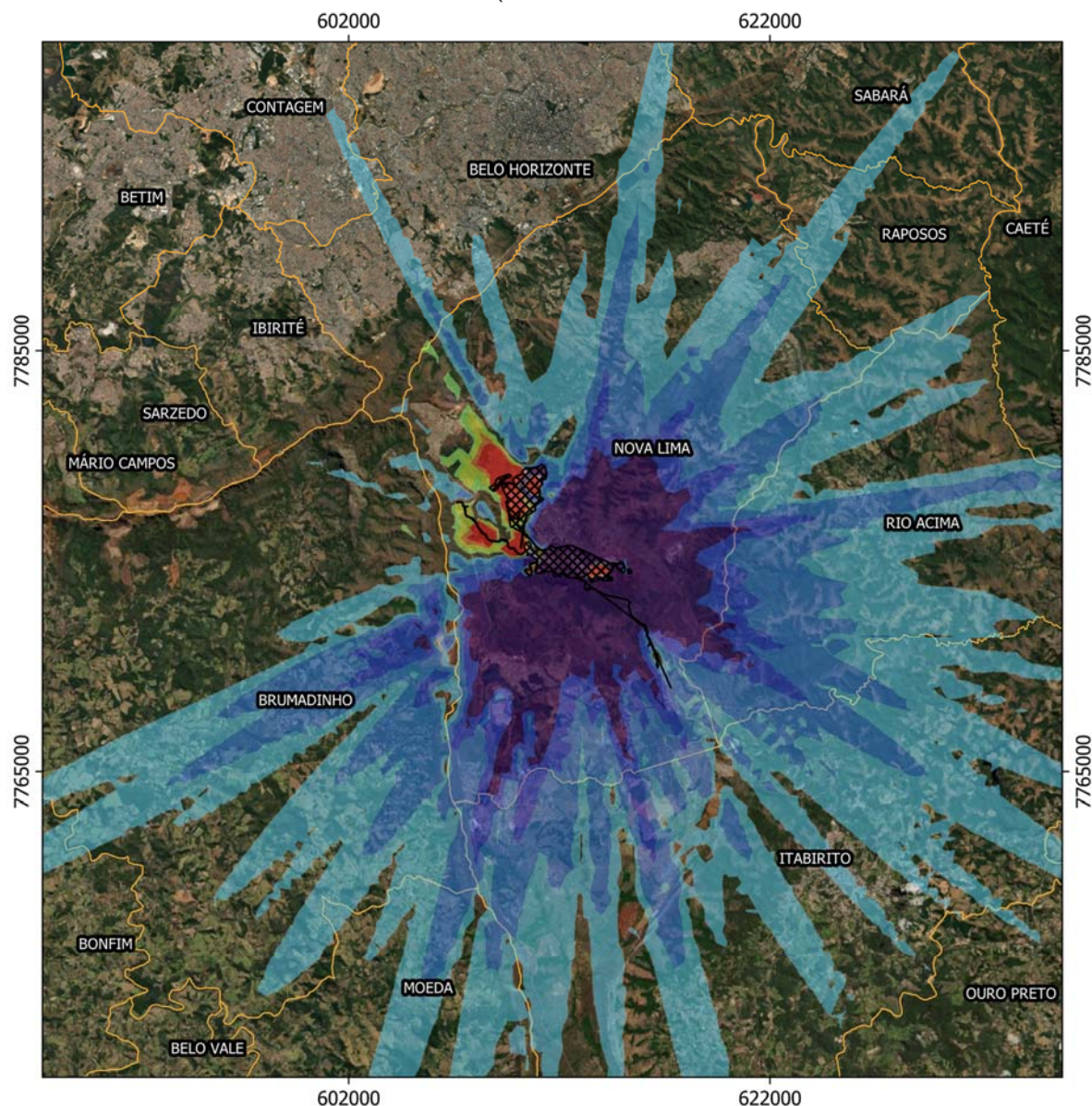
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

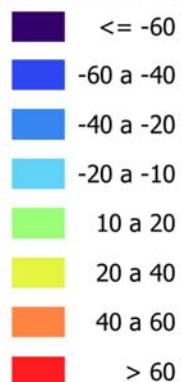
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.22 – Concentrações máximas médias de 24 horas de PTS na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial



PTS - Máxima de 24h

ΔPTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



 ADA Ano 2

 Limites Municipais

N

0 2.5 5 7.5 10 km

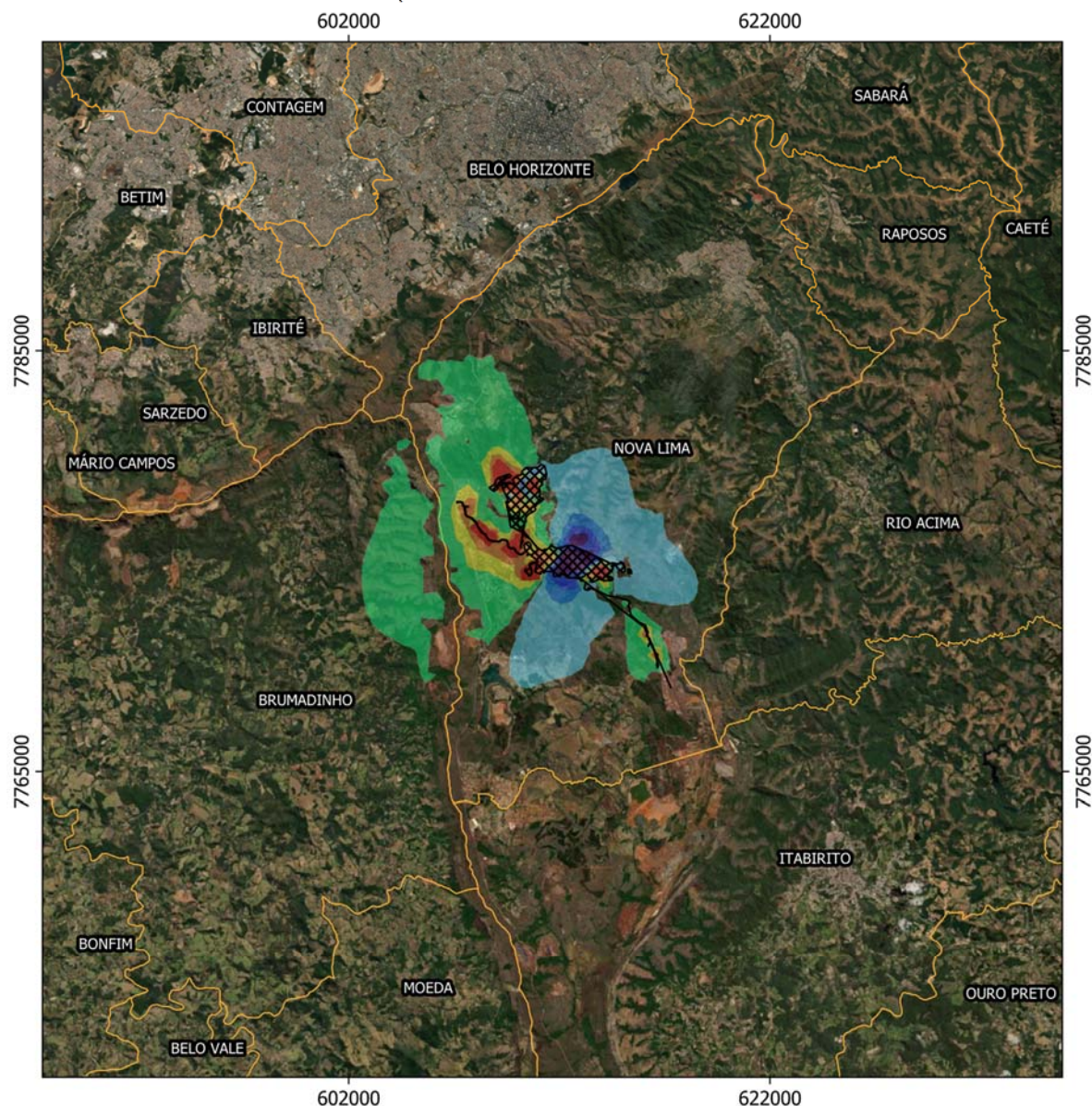
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

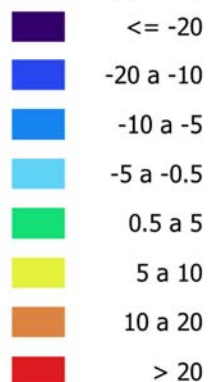
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.23 – Concentrações médias anuais de MP_{10} na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial



PM 10 - Média Anual

ΔPM_{10} ($\mu g/m^3$)



 ADA Ano 2

 Limites Municipais

N

0 2.5 5 7.5 10 km

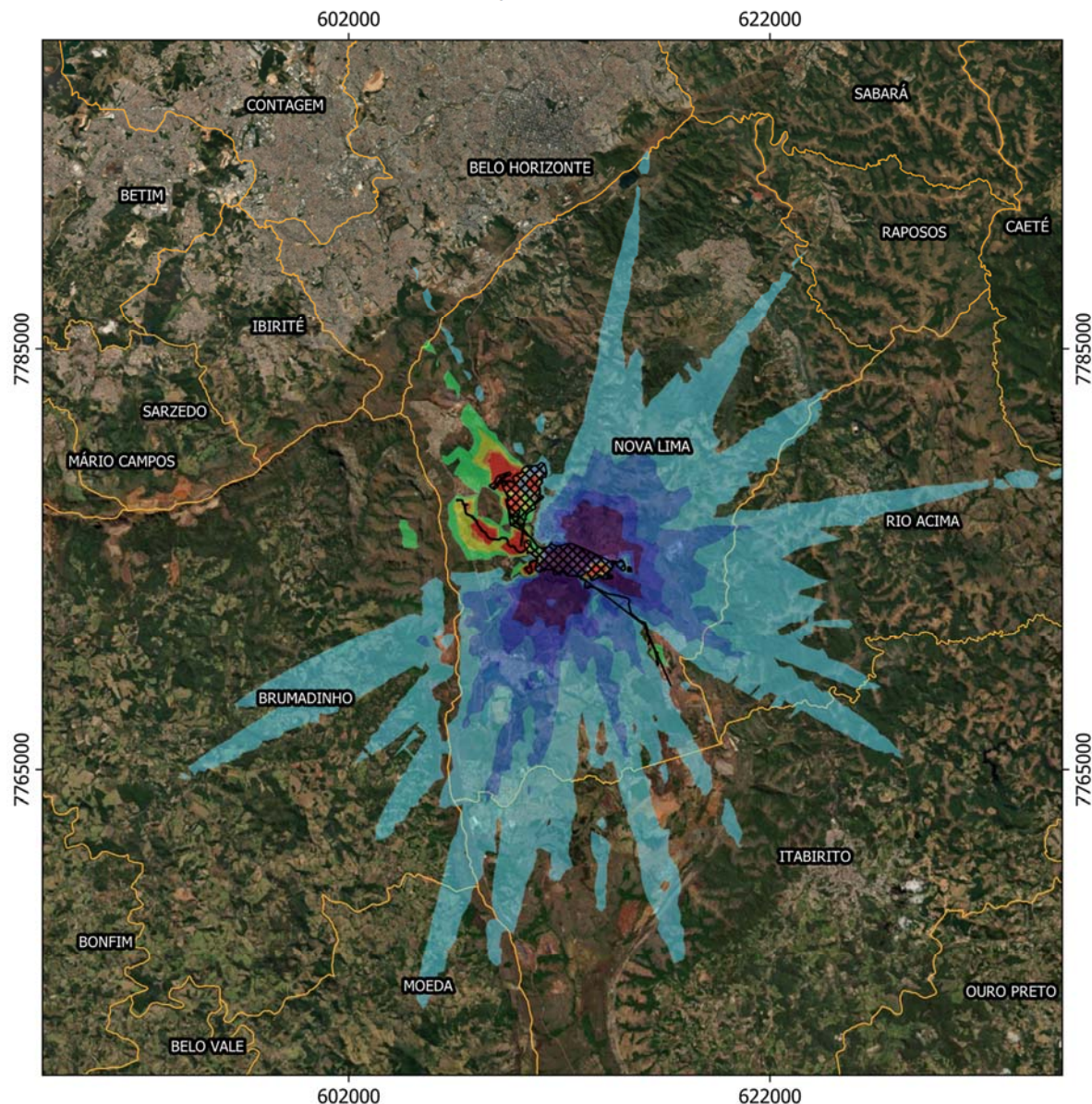
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

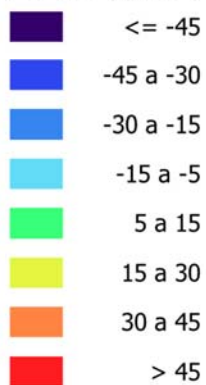
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.24 – Concentrações máximas médias de 24 horas de MP₁₀ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial



PM 10 - Máxima de 24h

ΔPM_{10} ($\mu g/m^3$)



 ADA Ano 2

 Limites Municipais

N

0 2.5 5 7.5 10 km



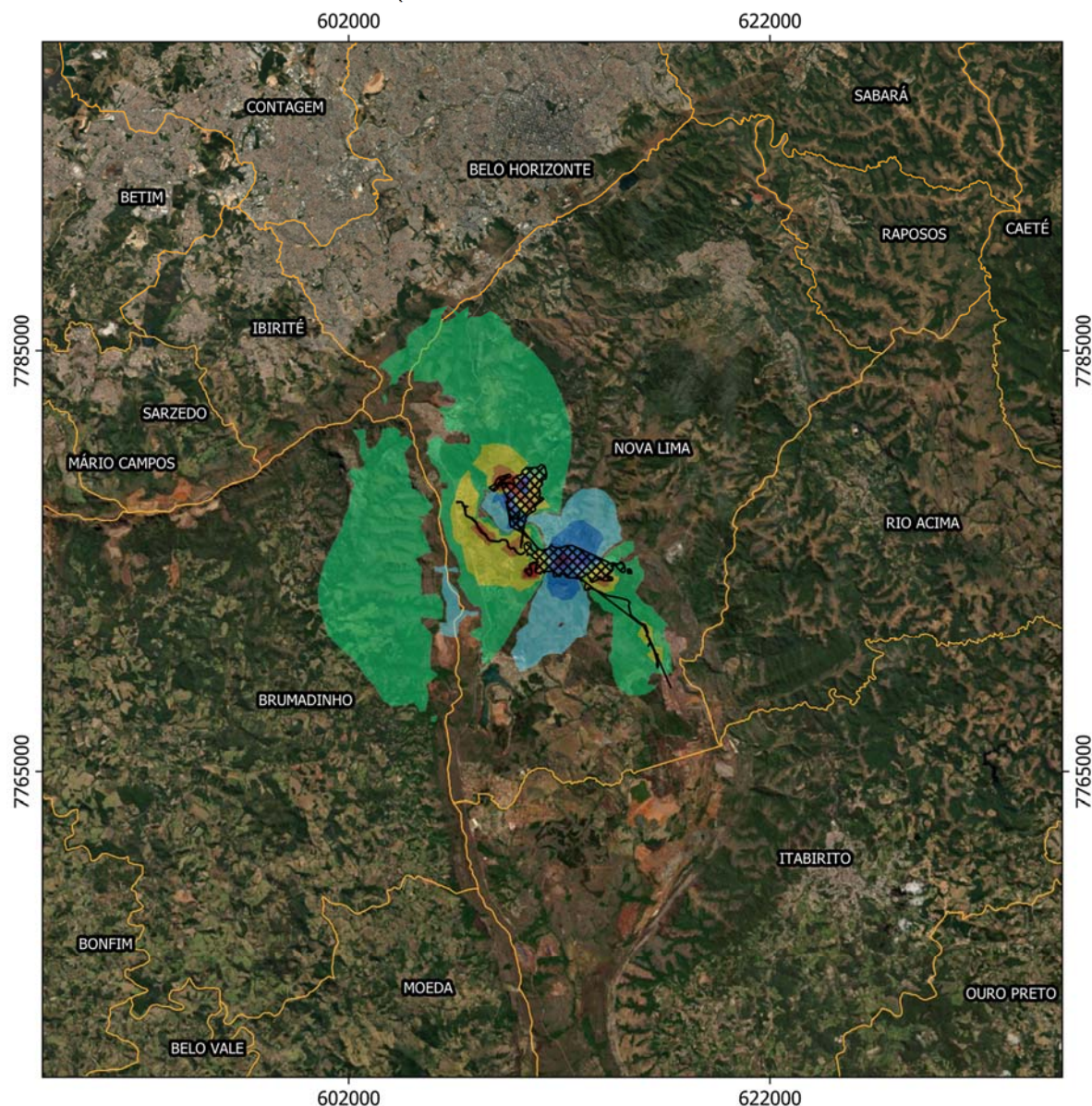
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

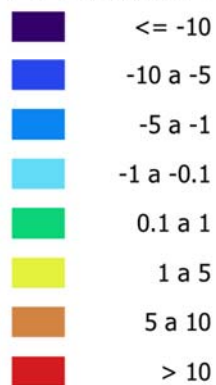
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.25 – Concentrações médias anuais de $MP_{2.5}$ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial



PM 2.5 - Média Anual

$\Delta PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)



 ADA Ano 2

 Limites Municipais

N

0 2.5 5 7.5 10 km

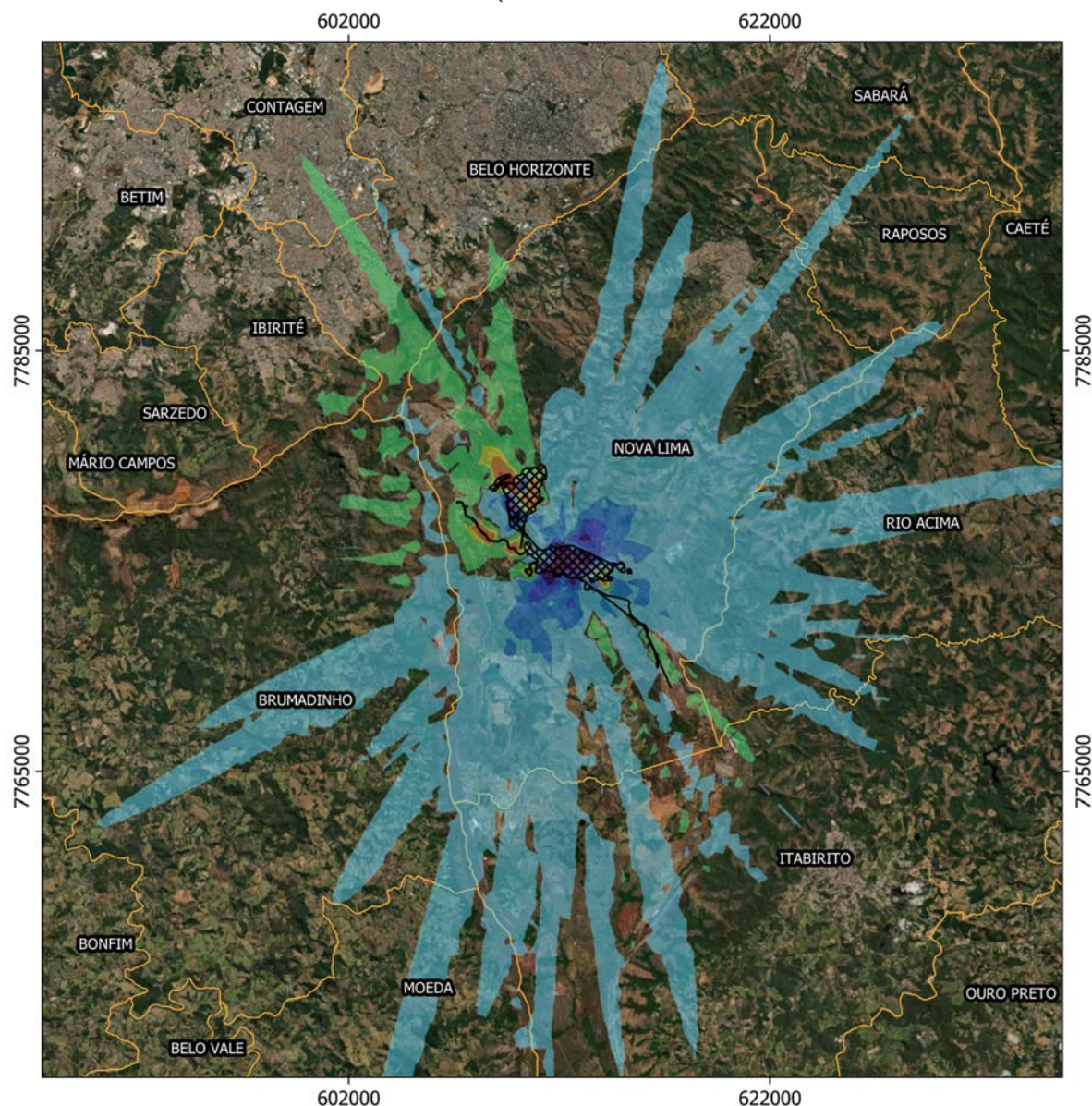
Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

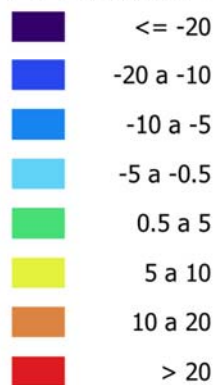
Imagem: ESRI Satellite

Figura 3.26 – Concentrações máximas médias de 24 horas de $MP_{2.5}$ na área de estudo em decorrência das emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato – Cenário Diferencial



PM 2.5 - Máxima de 24h

$\Delta PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)



 ADA Ano 2

 Limites Municipais

N

0 2.5 5 7.5 10 km



Sistema de Projeção UTM

Datum: SIRGAS 2000

Zona: 23 S

Imagem: ESRI Satellite

3.5.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA MODELAGEM ATMOSFÉRICA

Por se tratarem de poluentes da mesma família de material particulado, PTS, MP₁₀ e MP_{2,5} apresentam comportamentos similares em termos de dispersão atmosférica. Guardadas as restrições de distribuição do tamanho de partículas, transporte e deposição (efeito não específico e não utilizado dentro da modelagem *default* do AERMOD) o material particulado é emitido pelas mesmas fontes e segue o mesmo padrão de transporte na atmosfera. Portanto, nesta discussão as questões de comportamento e pontos receptores são generalizadas para descrever os efeitos relacionados às concentrações de PTS, MP₁₀ e MP_{2,5}.

Os cenários das máximas médias de 24 horas referem-se a cenários estatísticos, os quais não são fisicamente possíveis de acontecer na mesma data e hora. Além disso, a máxima média de 24 horas ocorre em apenas 1 dia dentre os mais de 1.000 dias simulados. Portanto, quando se busca o entendimento acerca das condições que tipicamente ocorrem na área de estudo e para analisar o impacto das emissões atmosféricas na região do entorno do empreendimento, os cenários de qualidade do ar mais representativos são os cenários de concentrações médias anuais, visto que estes permitem verificar as áreas mais frequentemente afetadas pelas emissões atmosféricas das atividades inventariadas.

O comportamento das plumas de poluentes é influenciado pelo relevo da região, bem como, pelas condições meteorológicas da área de estudo, principalmente direção e velocidade do vento. Adicionalmente, a localização das fontes emissoras inventariadas e o potencial de emissão de poluentes de cada fonte, constituem fatores primordiais para a obtenção dos resultados da modelagem de dispersão atmosférica.

Como descrito pela rosa dos ventos, na área de estudo predominam ventos fracos (baixa velocidade) com alta incidência de calmaria. Quanto à direção, nota-se uma distribuição com maior frequência de ventos provenientes de nordeste, mas sem grande prevalência de direção específica, inclusive, nota-se ocorrência de ventos provenientes de todas as direções, que é característico de locais com ventos de baixa intensidade.

Nesse regime de ventos, é possível inferir que os receptores mais próximos às atividades do empreendimento sejam os potencialmente mais impactados. Este fato é ainda corroborado pela condição de emissão fugitiva do material particulado nas fontes difusas, associadas à mineração a céu aberto. As emissões fugitivas ocorrem à nível do solo em temperatura ambiente e sem quantidade de movimento, portanto, podem atingir imediatamente os receptores situados na vizinhança. De fato, conforme os cenários de qualidade do ar apresentados observa-se que os impactos relacionados às concentrações de material particulado se manifestam radialmente à ADA do empreendimento.

De acordo com os cenários de qualidade do ar apresentados, observa-se que os potenciais impactos relacionados às concentrações de material particulado se manifestam radialmente à ADA do empreendimento, o que é característico de locais com ventos de baixa intensidade. No Cenário Base, a maior ênfase é para a porção sul da ADA situada na vizinhança da cava da mina Capitão do Mato, mas sem se limitar a esta parte da área de estudo, também são observados acréscimos na vizinhança da mina Tamanduá, porém com menor magnitude. Já no Cenário Futuro, devido a movimentação de minério de ferro e estéril ter aumentado na mina Tamanduá e diminuído na mina Capitão do Mato, além da existência de obras de

ampliação, fica evidente um maior impacto da concentração de material particulado para a porção noroeste do empreendimento.

Contudo, a avaliação das áreas potencialmente mais impactadas deve ser realizada observando os Cenários Diferenciais, que é produzido através da diferença entre o Cenário Futuro e o Cenário Base. Com base nesse cenário, é possível identificar as áreas que possuem potencial aumento ou redução das concentrações de material particulado.

A região compreendida entre norte a sudoeste do empreendimento (sentido horário) é a que possui maior potencial de redução das concentrações, ao passo que a região compreendida entre oeste e norte (sentido horário) possui maior potencial de acréscimo das concentrações. A Tabela 3.7 apresenta o potencial (em percentual) acréscimo (ou decréscimo) das concentrações de material particulado em decorrência das atividades previstas no Ano 2 do projeto de ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato.

Tabela 3.7 – Potencial (em percentual) acréscimo/decrécimo das concentrações de material particulado em decorrência das atividades previstas no projeto de ampliação das cavas Tamanduá e Capitão do Mato

Receptores	PTS		MP ₁₀		MP _{2,5}	
	Média Anual	Máxima 24h	Média Anual	Máxima 24h	Média Anual	Máxima 24h
Morro do Chapéu - Estação Automática	4%	-42%	21%	-29%	-3%	-13%
Passárgada - Estação Automática	5%	3%	14%	8%	22%	6%
Vale Do Sol - Estação Automática	27%	10%	43%	20%	19%	-4%
Jardim Canadá	145%	-19%	184%	-7%	98%	8%
Condomínio Miguelão - 1 - PS27	130%	60%	181%	76%	107%	27%
Condomínio Miguelão - 2	41%	-21%	71%	-8%	42%	-2%
Condomínio Miguelão - 3	11%	-28%	32%	-16%	18%	-10%
Condomínio Alphaville	-17%	-45%	-6%	-39%	-1%	-17%
Vila A da Anglogold - PS12	-13%	-31%	5%	-24%	8%	-3%
Morro do Chapéu - PS08	-29%	-37%	-22%	-19%	-13%	-20%
Quintas do Morro	-32%	-45%	-24%	-36%	-9%	-15%
São Sebastião das Águas Claras	-14%	-17%	-4%	-8%	6%	-8%
Vila Codornas	-3%	-38%	18%	-26%	14%	-6%
Vila E	-26%	-39%	-15%	-31%	-1%	-11%

A análise dos potenciais acréscimos/decrécimos apresentados na Tabela 3.7 deve ser realizada de forma cuidadosa, por exemplo, algo que aumenta de 1 para 2 e de 100 para 200 tem o mesmo percentual. Por isso, para uma análise mais profunda, é necessário levar em conta também – de forma pareada – os resultados apresentados nas Figuras 3.21 a 3.26.

Das regiões onde foram observadas potencial redução das concentrações destacam-se os receptores Quintas do Morro, Morro do Chapéu - PS08, Condomínio Alphaville e Vila E. Na região em que há potencial de incremento nas concentrações de material particulado destacam-se as localidades dos receptores Vale Do Sol - Estação Automática e Condomínio Miguelão 1, 2 e 3.

Essa dinâmica de incremento e redução das concentrações ocorre devido a diferença nas quantidades de minério e estéril movimentadas nas minas Tamanduá e Capitão do Mato nos Cenários Base e Cenário Futuro, além das obras de ampliação do Cenário Futuro. Na mina

Tamanduá a movimentação total (minério e estéril) no Cenário Futuro (Ano 2) praticamente dobrou em relação ao Cenário Base (ano 2018), ao passo que na mina Capitão do Mato essa movimentação total reduziu mais de 50% em relação ao Cenário Base. Parte desse potencial acréscimo das concentrações, principalmente na porção noroeste do empreendimento, que engloba os receptores Estação Automática – Passárgada, Jardim Canadá, Condomínio Miguelão 1 – PS27, Condomínio Miguelão – 2, Condomínio Miguelão – 3, Estação Automática – Vale do Sol e Estação Automática – Morro do Chapéu, também está associado a existência das obras de ampliação, como por exemplo, a revitalização e realocação do trecho 1 da Estrada Honório Bicalho.

4. SÍNTESE

O presente estudo teve como objetivo a análise do potencial impacto na qualidade do ar em decorrência das atividades de exploração mineral e produção de ferro das minas Tamanduá e Capitão do Mato, situadas no Complexo Vargem Grande. Para tanto, foi analisada a influência das emissões atmosféricas de material particulado total (MP), material particulado menor que 10 μm (MP₁₀) e material particulado menor que 2,5 μm (MP_{2,5}). A avaliação dos potenciais impactos considera o cenário operacional atual, denominado Cenário Base, que engloba atividades realizadas nas minas Tamanduá e Capitão do Mato, pertencentes ao empreendimento, e considera também o cenário de ampliação das cavas das referidas minas, denominado Cenário Futuro, que engloba a operação das minas e as obras de ampliação.

Considerando a estratégia de avaliação utilizada, neste estudo ambos os cenários operacionais e de emissões de MP consideraram as condições de emissão para as cavas das minas Tamanduá e Capitão do Mato, por se tratarem das cavas alvo da ampliação prevista no Cenário Futuro. Por meio da avaliação desses dois cenários é possível estabelecer os potenciais incrementos de concentrações nas três frações de material particulado (MP, MP₁₀ e MP_{2,5}) na qualidade do ar da região em decorrência da ampliação das minas.

A primeira etapa do estudo consistiu na elaboração do inventário de fontes de emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato, onde foram caracterizadas as principais fontes emissoras das minas em questão. A metodologia utilizada para a quantificação das emissões baseou-se no protocolo do *Emission Inventory Improvement Program* (EIIP), da USEPA. A Tabela 5.1 apresenta o resumo do inventário de emissões atmosféricas das minas Capitão do Mato e Tamanduá, do Complexo Vargem Grande.

Tabela 4.1 – Resumo do inventário de emissões atmosféricas das minas Tamanduá e Capitão do Mato

Cenário	Taxa de Emissão [kg/h]		
	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Cenário Base (Ano 2018)	225,96	70,71	28,39
Cenário Futuro (Ano 2)	204,52	73,05	30,71

Embora seja um instrumento fundamental para a gestão da qualidade do ar, o inventário de emissões atmosféricas, isoladamente, não possibilita o estabelecimento de uma relação direta e linear de causa x efeito com a qualidade do ar. Dessa maneira, a análise da influência das emissões atmosféricas na qualidade do ar na região foi realizada com base nos resultados obtidos por meio da modelagem da dispersão de poluentes atmosféricos com o AERMOD, alimentado com as taxas de emissão do empreendimento calculadas no inventário e com informações meteorológicas reproduzidas pelo WRF.

Considerando as condições de ventos, é possível inferir que os receptores mais próximos às atividades do empreendimento sejam os potencialmente mais impactados. Este fato é ainda corroborado pela condição de emissão fugitiva do material particulado nas fontes difusas, associadas à mineração a céu aberto. As emissões fugitivas ocorrem à nível do solo em temperatura ambiente e com baixa quantidade de movimento, portanto, podem atingir imediatamente os receptores situados na vizinhança. Além disso, como apresentado nos cenários de qualidade do ar, observa-se que os potenciais impactos relacionados às

concentrações de material particulado se manifestam radialmente à ADA do empreendimento, característica comum em localidades com ventos de baixa intensidade.

Nos resultados da modelagem para o Cenário Base, nota-se que o maior impacto na qualidade do ar se dá na porção sul da ADA situada na vizinhança da cava da mina Capitão do Mato, mas sem se limitar a esta parte da área de estudo, também são observados acréscimos de concentração de material particulado na vizinhança da mina Tamanduá, porém com menor magnitude. Enquanto no Cenário Futuro, devido ao aumento da movimentação de minério de ferro e estéril na mina Tamanduá e a diminuição na mina Capitão do Mato, além da existência de obras de ampliação, fica evidente um maior impacto da concentração de material particulado na porção noroeste do empreendimento.

Através da avaliação das áreas potencialmente mais impactadas, realizada observando-se os Cenários Diferenciais, que é produzido através da diferença entre o Cenário Futuro e o Cenário Base, foi possível identificar que a região compreendida de norte a sudoeste do empreendimento (sentido horário) é a que possui maior potencial de redução das concentrações, ao passo que a região compreendida entre oeste e norte (sentido horário) possui maior potencial de acréscimo das concentrações.

Das regiões onde foram observadas potencial redução das concentrações destacam-se os receptores Quintas do Morro, Morro do Chapéu - PS08, Condomínio Alphaville e Vila E. Na região em que há potencial de incremento nas concentrações de material particulado destacam-se as localidades dos receptores Vale Do Sol - Estação Automática e Condomínio Miguelão 1, 2 e 3.

5. REFERÊNCIAS

Air & Waste Management Association, 2000. **Air Pollution Engineering Manual**, 2nd ed. Wiley-Blackwell, New York.

Australian Government. Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. **National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Mining**. Version 3.1. 2012. Disponível em: <<http://www.npi.gov.au/resource/emission-estimation-technique-manual-mining>>. Acesso em: 07 de abril de 2020.

BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA nº491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Publicado no D.O.U. Nº 223 de 21 novembro 2018.

Countess Environmental, 2006. Western Regional Air Partnership's (WRAP) **Fugitive Dust Handbook**. Westlake Village, CA, USA. Disponível em: <https://www.wrapair.org/forums/dejf/fdh/content/FDHandbook_Rev_06.pdf>. Acesso em: 03 de abril de 2020.

Emission Inventory Improvement Program (EIIP). **Introduction to the Emission Inventory Improvement Program**. Morrisville, North Carolina, July, 1997.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Shuttle Radar Topography Mission SRTM**. Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/mg/mg.htm>>. Acesso em: 14 de abril de 2020.

Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM). **Fatores de Emissão de Poluentes Atmosféricos de Origem Veicular – Município de Belo Horizonte**. Disponível em: <<http://www.feam.br/component/content/article/15/1534-fatores-de-emissao-de-poluente-atmosfericos-de-origem-veicular>>. Acesso em: 02 de março de 2020.

Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM). **Orientações técnicas para a elaboração de um estudo de dispersão atmosférica**. Nota Técnica. FEAM – DQGA – GESAR – NT 02/2019. Belo Horizonte, 2019.

National Center for Environmental Information (NCEI). **Global Forecast System (GFS) 0.5 scale**. Disponível em <<https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gfs>>. Acesso em 18 de março de 2020.

Pennsylvania State University / National Center for Atmospheric Research (PSU/NCAR). **The Weather Research and Forecasting Model**. Versão 4.0. 2015

South Coast Air Quality Management District (AQMD). **Off-Road – Model Mobile Source Emission Factors**. Disponível em: <<http://www.aqmd.gov/home/regulations/ceqa/air-quality-analysis-handbook/off-road-mobile-source-emission-factors>>. Acesso em: 24 de março de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **Air Quality Dispersion Modeling (AERMOD)**. *American Meteorology Society Environmental Protection Agency Regulatory Model* 2019. Disponível em: <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models>>. Acesso em: 09 de abril de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **Introduction to AP 42, Volume I, Fifth Edition**. 1995. Disponível em: <<http://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/c00s00.pdf>>. Acesso em: 05 de março de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **AP 42 – Compilation of Air Pollutant Emission Factors**. Fifth Edition, Volume 1. Disponível em: <<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emission-factors/>>. Acesso em: 15 de março de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **AP 42 11.19.2 Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing**. 2004. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/index.html>>. Acesso em: 16 de março de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **AP 42 11.24 Metallic Minerals Processing**. 1982. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/index.html>>. Acesso em: 16 de março de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **AP 42 13.2.2 – Unpaved Roads**. 2006. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/index.html>>. Acesso em: 08 de março de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **AP 42 13.2.3 – Heavy Construction Operations**. 1995. Disponível em: <<<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s02-3.pdf>>. Acesso em: 04 de maio de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **AP 42 13.2.4 – Aggregate Handling and Storage Piles**. 2006. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/>>. Acesso em: 17 de março de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **AP 42 13.2.5 – Industrial Wind Erosion**. 2006. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/>>. Acesso em: 27 de março de 2020.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). **User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET)**. EPA-454/B-19-028. 2019. Disponível em: <https://www3.epa.gov/ttn/scram/7thconf/aermod/aermet_userguide.pdf>. Acesso em: 30 de março de 2020.

6. EQUIPE TÉCNICA

Luiz Cláudio D. Santolim	Coordenador Técnico Mestre em Engenharia Ambiental Engenheiro Mecânico CREA: ES-4.531/D IBAMA: 579.921
Julius César Zamprogno Mergulhão	Engenheiro Ambiental CREA: ES-26.913/D IBAMA: 5.433.813
Flávio Curbani	Doutorando em Ecologia Mestre em Engenharia Ambiental Engenheiro Mecânico Engenheiro de Segurança do Trabalho CREA: ES-7.864/D IBAMA: 531.651
Gabriel Miller de Oliveira	Meteorologista CREA: MG-209.352/D
Vanessa Brusco Filete	Engenheira Ambiental CREA: ES-49.866/D IBAMA: 7.436.146
Luana Borchardt Hencker	Graduanda em Engenharia Ambiental
Caio Augusto Leal Reis De Souza	Graduando em Engenharia Ambiental