

ADENDO AO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

Aterro de Resíduos Industriais HI, Planta do Queiroz – Nova Lima/MG

Janeiro de 2020









## **ADENDO AO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA**

### **Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG**





**EMPREENDEDOR**

AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A.



**DOCUMENTO**

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

**EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO**

Nome do Empreendedor: AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A.

CNPJ: 18.565.382/0001-66

Endereço: Rua Enfermeiro José Caldeira, nº 200 – Boa Vista

CEP: 34.000-495 – Município: Nova Lima – U.F.: Minas Gerais

Telefone: (31) 3589-1710

E-mail: bssimoni@anglogoldashanti.com.br

Contato: Bruno Stefan de Simoni

**EMPRESA RESPONSÁVEL POR ESTE RELATÓRIO**

Nome da Empresa: Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda.

CNPJ: 02.052.511/0001-82

Endereço: Avenida do Contorno, nº 6.777 – 2º andar – Santo Antônio

CEP: 30.110-935 – Município: Belo Horizonte – U.F.: Minas Gerais

Telefone: (31) 3287-5177

E-mail: sete@sete-sta.com.br / andrea.oliveira@sete-sta.com.br

Líder do Projeto: Andréa de Oliveira

TIPO DO DOCUMENTO: Modelo da Intranet

VERSÃO DO MODELO: 03

LOCAL DE ARMAZENAMENTO: [https://intranet.sete-sta.com.br/PWA/\\_layouts/mngctype.aspx](https://intranet.sete-sta.com.br/PWA/_layouts/mngctype.aspx)

TÍTULO DO DOCUMENTO: Documento Técnico

DATA DO MODELO: 16/11/2015



EQUIPE TÉCNICA		
TÉCNICO	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Andréa de Oliveira	Bióloga CRBio 44.378/04-D CTF IBAMA 5.472.082	Coordenação Geral; Caracterização do Empreendimento; Revisão dos Programas Ambientais e Estudo de Critérios Locacionais
Daiane Vanessa de Miranda	Geógrafa CREA/MG 151.455/D CTF IBAMA 7.374.679	Cartografia e Geoprocessamento
Eduardo Christóforo de Andrade	Engenheiro Agrônomo CREA/MG 59.118/D CTF IBAMA 197.751	Atualização do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
Guilherme D'Angeles Mendes Nogueira	Engenheiro Ambiental CREA/MG 239.415/D CTF IBAMA 7.391.808	Atualização dados Meio Físico
Juneval Geraldo dos Santos	Engenheiro Florestal CREA/MG 115.117/D CTF IBAMA 5.039.267	Inventário Florestal e Atualização do Programa de Exploração Florestal
Larissa Ferreira de Arruda	Bióloga CRBio 104.192/04-D CTF IBAMA 5.309.940	Complementação dados Herpetofauna
Pedro Leandro Moreira Neto	Biólogo CRBio 87.751/04-D CTF IBAMA 5.655.804	Complementação dados Flora
Paulo Henrique Botelho de Oliveira	Economista CORECON 8.283/10ª Região CTF IBAMA 6.784.910	Atualização dados Meio Socioeconômico e Programa de Comunicação Social
EQUIPE TÉCNICA - CONSULTORES		
TÉCNICO	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Bárbara Luiza Teixeira Barreto	Bióloga CRBio 98.948/04-D CTF IBAMA 6.366.930	Complementação dados Avifauna
Rafael Cerqueira Castro de Souza	Biólogo CRBio 76.543/04-D CTF IBAMA 2.312.664	Complementação dados Mastofauna





EQUIPE DE APOIO	
TÉCNICO	RESPONSABILIDADE
Adriano Alves dos Santos	Auxiliar de Campo
Danilo Marques de Magalhães	Imageamento com drone
Douglas Morais de Medeiros	Edição e Produção
Leonardo Sanches Ferreira	Edição e Produção
Marcelo Alves Pereira	Auxiliar de Campo
Marília Silva Mendes	Orientações técnicas de flora e engenharia florestal
Nelson Lima de Paula	Auxiliar de Campo
Renata Pereira do Nascimento	Técnica de Segurança do Trabalho







## Sumário

APRESENTAÇÃO .....	17
1. SUMÁRIO EXECUTIVO .....	18
2. INTRODUÇÃO .....	21
2.1 Identificação da empresa responsável pelo empreendimento .....	22
2.2 Identificação do empreendimento .....	22
2.3 Identificação da empresa responsável pela elaboração do estudo ambiental .....	22
3. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	25
4. CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA CONFORME DN COPAM Nº 217/2017 .....	29
5. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PLANTA INDUSTRIAL DO QUEIROZ .....	30
6. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS.....	33
7. ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.....	34
7.1 Características das alternativas locacionais.....	38
7.2 Resultado da análise das alternativas locacionais.....	41
8. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	42
8.1 Descrição do processo atual.....	42
8.2 Processo de desaguamento de rejeito .....	45
8.2.1 Espessamento .....	47
8.2.2 Filtragem .....	47
8.3 Caracterização dos resíduos .....	48
8.3.1 Resíduo arsenical.....	48
8.3.2 Rejeito calcinado.....	49
8.4 Implantação do Aterro H1 .....	50
8.4.1 Premissas do projeto.....	50
8.4.2 Características do Aterro H1 .....	50
8.4.3 Sistemas de proteção operacional.....	51
8.4.3.1 Sistema de impermeabilização.....	51
8.4.3.2 Sistema de drenagem superficial .....	51
8.4.3.3 Sistema de detecção de vazamentos.....	52
8.4.3.4 Sistema de coleta e remoção dos líquidos percolados .....	52
8.4.3.5 Caixa de inspeção .....	53
8.4.3.6 Sistema de monitoramento ambiental.....	53
8.4.4 Análises de estabilidade .....	54
8.4.4.1 Seções analisadas .....	54
8.4.4.2 Resultados obtidos .....	56



8.5	Operação do Aterro H1 .....	57
8.6	Fechamento do Aterro H1.....	57
8.7	Atividades preliminares e estruturas de apoio.....	58
8.7.1	Vias de acesso.....	58
8.7.2	Supressão da vegetação .....	58
8.7.3	Preparação do terreno .....	58
8.7.4	Canteiro de obras.....	59
8.8	Cronograma.....	60
9.	REQUISITOS LEGAIS .....	61
9.1	Legislação Federal .....	61
9.2	Legislação Estadual.....	62
10.	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	63
10.1	Área Diretamente Afetada – ADA .....	63
10.2	Área de Influência Direta – AID .....	64
10.3	Área de Influência Indireta – AII.....	64
11.	INSERÇÃO DO PROJETO NO ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS E NO MACROZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE NOVA LIMA.....	69
12.	USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL .....	71
12.1	Introdução.....	71
12.2	Metodologia.....	71
12.2.1	Pesquisa de dados secundários .....	71
12.2.2	Preparação da base cartográfica .....	71
12.2.3	Verificação do mapeamento em campo.....	72
12.2.4	Produção do mapa, análise e relatório final .....	72
12.3	Resultados.....	72
13.	ÁREAS PROTEGIDAS .....	85
13.1	Inserção do projeto no contexto das Reservas da Biosfera do Espinhaço e da Mata Atlântica .....	85
13.2	Inserção do projeto no contexto das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Estado de Minas Gerais.....	88
13.3	Inserção do projeto no contexto das áreas legalmente protegidas .....	91
13.4	Áreas de Preservação Permanente .....	95
13.4.1	Introdução .....	95
13.4.2	Metodologia.....	96
13.4.2.1	APP de nascentes e cursos d'água.....	96
13.4.2.2	APP de declividade .....	97
13.4.2.3	APP de topo de morro .....	98
13.4.3	Resultados.....	98





14. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	103
14.1 Meio Físico .....	103
14.1.1 Clima e Meteorologia .....	103
14.1.1.1 Metodologia .....	103
14.1.1.2 Resultados .....	103
14.1.2 Geologia .....	106
14.1.2.1 Metodologia .....	106
14.1.2.2 Resultados .....	107
14.1.3 Geomorfologia.....	107
14.1.3.1 Metodologia.....	107
14.1.3.2 Resultados .....	107
14.1.4 Pedologia e Aptidão Agrícola.....	109
14.1.4.1 Metodologia.....	109
14.1.4.2 Resultados .....	110
14.1.5 Hidrogeologia.....	110
14.1.5.1 Metodologia.....	110
14.1.5.2 Resultados .....	110
14.1.6 Recursos hídricos .....	111
14.1.6.1 Metodologia.....	111
14.1.6.2 Resultados .....	111
14.1.7 Qualidade das Águas Superficiais e Efluentes .....	115
14.1.7.1 Metodologia.....	115
14.1.7.2 Resultados .....	118
14.1.7.3 Conclusões.....	142
14.1.8 Qualidade das Águas Subterrâneas.....	143
14.1.8.1 Metodologia.....	143
14.1.8.2 Resultados .....	144
14.1.8.3 Conclusões.....	152
14.1.9 Qualidade do Ar .....	152
14.1.9.1 Metodologia.....	152
14.1.9.2 Resultados .....	155
14.1.9.3 Conclusão.....	164
14.1.10 Ruído.....	165
14.1.10.1 Metodologia.....	165
14.1.10.2 Resultados.....	170
14.1.10.3 Conclusão .....	171
14.1.11 Gestão de Resíduos Sólidos.....	171



14.1.11.1 Conclusão.....	181
14.2 Meio Biótico.....	181
14.2.1 Flora.....	181
14.2.1.1 Introdução.....	181
14.2.2 Metodologia.....	182
14.2.2.1 Pesquisa de Dados Secundários.....	182
14.2.2.2 Caracterização fitofisionômica e florística da AID e ADA.....	182
14.2.3 Caracterização Fitofisionômica da AID e ADA.....	186
14.2.3.1 Savana Arborizada.....	188
14.2.3.2 Savana Arborizada em regeneração.....	189
14.2.3.3 Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração.....	190
14.2.3.4 Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração.....	191
14.2.3.5 Eucalipto com Sub-bosque.....	198
14.2.3.6 Eucalipto com sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração.....	199
14.2.3.7 Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas.....	202
14.2.3.8 Área Alagada.....	204
14.2.3.9 Áreas Urbanizadas.....	205
14.2.3.10 Pasto.....	205
14.2.3.11 Instalação Operacional/Administrativa.....	205
14.2.3.12 Talude.....	206
14.2.3.13 Acessos e Solos Expostos.....	207
14.2.4 Caracterização Florística da AID e ADA.....	207
14.2.5 Espécies com Maior Relevância para a Conservação.....	215
14.2.6 Diagnóstico Conclusivo da Flora - Foco na área de intervenção do Projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	219
14.2.7 Fauna.....	220
14.2.7.1 Avifauna.....	220
14.2.7.1.1 Introdução.....	220
14.2.7.1.2 Metodologia.....	221
14.2.7.1.3 Resultados.....	227
14.2.7.1.4 Conclusão.....	239
14.2.7.2 Mastofauna.....	240
14.2.7.2.1 Metodologia.....	240
14.2.7.2.2 Resultados.....	248
14.2.7.2.3 Conclusão.....	257



14.2.7.3 Herpetofauna.....	257
14.2.7.3.1 Metodologia.....	257
14.2.7.3.2 Resultados.....	263
14.2.7.3.3 Conclusão .....	267
14.3 Meio Socioeconômico.....	267
14.3.1 Metodologia.....	267
14.3.1.1 Área de Influência Direta (AID) – Mingu .....	268
14.3.1.2 Área de Influência Direta (AID) – Mina D’Água .....	269
14.3.1.3 Área de Influência Direta (AID) – Galo (Galo Velho e Galo Novo) .....	270
15. ANÁLISE INTEGRADA.....	272
16. PROGNÓSTICO AMBIENTAL .....	274
17. CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....	275
18. AÇÕES, PLANOS, PROGRAMAS DE CONTROLE, MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL.....	286
18.1 Programa de controle de processos erosivos e assoreamento .....	288
18.2 Programa de monitoramento geotécnico .....	288
18.3 Programa de gestão da qualidade do ar .....	288
18.4 Programa de gestão de ruído ambiental.....	288
18.5 Programa de monitoramento da qualidade das águas e efluentes.....	288
18.6 Programa de gestão de resíduos sólidos.....	289
18.7 Programa de supressão vegetal.....	289
18.8 Programa de compensação ambiental.....	289
18.9 Programa de recuperação de áreas degradadas.....	289
18.10 Programa de comunicação social.....	290
18.11 Programa de educação ambiental .....	290
18.12 Programa de fechamento do Aterro H1 .....	290
19. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	291
20. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	292
ANEXOS.....	303



## Lista de Quadros

Quadro 01	Principais alterações nos Estudos de Impacto Ambiental apresentados para o projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1. ....	23
Quadro 02	Aterros Industriais localizados na Planta do Queiroz. ....	33
Quadro 03	Critérios e valoração para a análise das alternativas locais para implantação do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 na Planta do Queiroz. ....	37
Quadro 04	Resultado da análise dos critérios e valoração das alternativas locais para implantação do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 na Planta do Queiroz. ....	41
Quadro 05	Dados básicos do novo processo de Desaguamento de Rejeito da Planta do Queiroz. ....	46
Quadro 06	Parâmetros de resistência dos materiais do Aterro de Resíduos Industriais H1. ....	54
Quadro 07	Parâmetros do muro em solo reforçado do Aterro de Resíduos Industriais H1. ....	54
Quadro 08	Resultados das análises de estabilidade para o Aterro de Resíduos Industriais H1. ....	56
Quadro 09	Distribuição dos Quantitativos de Uso do Solo e Cobertura Vegetal na AID e na ADA do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 em Termos Quantitativos (hectares) e Percentuais (%)	75
Quadro 10	Distância da área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 até as UCs no entorno. ....	92
Quadro 11	Distribuição dos quantitativos das Áreas de Preservação Permanente na ADA e AID do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1. ....	99
Quadro 12	Rede de amostragem da qualidade das águas superficiais. ....	116
Quadro 13	Limites definidos pela Deliberação Normativa COPAM-CERH nº 01/2008. ....	117
Quadro 14	Caracterização do ponto de avaliação da qualidade das águas subterrâneas. ....	143
Quadro 15	Limites de qualidade para águas subterrâneas, para os parâmetros avaliados no programa de monitoramento da AngloGold Ashanti. ....	144
Quadro 16	Caracterização dos pontos de avaliação da qualidade do ar. ....	152
Quadro 17	Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018 para qualidade do ar. ....	155
Quadro 18	Resultados consolidados de qualidade do ar na Planta de Queiroz – 2018 a 2019. ....	157
Quadro 19	Caracterização dos pontos de monitoramento do ruído ambiental. ....	165
Quadro 20	Limites de ruído – norma ABNT – NBR 10.151/2000. ....	169
Quadro 21	Resultados do monitoramento de ruído ambiental - Valores do Leq dB(A). ....	171
Quadro 22	Inventário de resíduos sólidos da Planta de Metalúrgica de Queiroz – 2018. ....	173
Quadro 23	Parâmetros Fitosociológicos Obtidos nos Trechos de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Aterro de Resíduos Industriais H1. ....	195
Quadro 24	Parâmetros Fitosociológicos Obtidos pelas Espécies nativas no Sub-Bosque de Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração sob Eucalipto. ....	199
Quadro 25	Espécies Vegetais Listadas na AID e ADA do Aterro de Resíduos Industriais H1. ....	210
Quadro 26	Quantitativos de Registro de Ocorrência de <i>Cedrela fissilis</i> em Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais. ....	216
Quadro 27	Espécies Endêmicas da Região da Mata Atlântica Identificadas na AID e ADA do Aterro de Resíduos Industriais H1. ....	217
Quadro 28	Pontos fixos de visualização e escuta durante Levantamento da Avifauna no período julho/agosto de 2019 nas áreas de influência do Aterro de Resíduos Industriais H1, na Planta do Queiroz. ....	222





Quadro 29	Espécies da Avifauna diagnosticadas durante o período de 2015/2016 (Golder, 2016) e julho/agosto de 2019 nas áreas de influência do Aterro de Resíduos Industriais H1, na Planta do Queiroz. ....	228
Quadro 30	Bibliografias utilizadas como fonte de dados secundários para o levantamento de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG. ....	240
Quadro 31	Período de amostragem para o estudo de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.....	240
Quadro 32	Esforço amostral destinado as metodologias de busca por visualizações diretas e indiretas para a amostragem de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG. ....	243
Quadro 33	Espécies de mamíferos registrados por meio de dados secundários e durante os estudos da campanha complementar na área do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta Queiroz, localizada no município de Nova Lima/Minas Gerais. ....	251
Quadro 34	Espécies de mamíferos endêmicos para a região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais. Legenda: Endemismo: CE = Cerrado; CA = Caatinga; MA = Mata Atlântica. ....	253
Quadro 35	Espécies de mamíferos terrestres ameaçadas de extinção e deficientes de dados para a região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais.....	254
Quadro 36	Espécies cinegéticas de mamíferos terrestres para região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais.....	254
Quadro 37	Localização e descrição dos pontos de amostragem da Herpetofauna na área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	258
Quadro 38	Espécies da herpetofauna com potencial ocorrência para a área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.....	263
Quadro 39	Espécies da herpetofauna registradas durante campanha única, nas áreas de influência do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.....	265
Quadro 40	Matriz Geral da Avaliação de Impactos Ambientais – Etapa de Implantação.....	279
Quadro 41	Matriz Geral da Avaliação de Impactos Ambientais – Etapa de Operação.....	281
Quadro 42	Matriz Geral da Avaliação de Impactos Ambientais – Etapa de Fechamento.....	285



## Lista de Figuras

Figura 01	Localização do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	25
Figura 02	Arranjo geral do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	27
Figura 03	Alternativas locacionais para a implantação do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	35
Figura 04	Fluxo esquemático do tratamento do concentrado na Planta do Queiroz.....	45
Figura 05	Seção típica da configuração final do Aterro H1.....	51
Figura 06	Modelo do sistema de detecção de vazamentos.....	52
Figura 07	Detalhe da caixa de inspeção.....	53
Figura 08	Seção de maior altura do solo reforçado.....	55
Figura 09	Seção de maior altura de escavação da bacia com o reservatório vazio.....	55
Figura 10	Esquema básico de fechamento do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	58
Figura 11	Cronograma de Implantação, Operação e Fechamento do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	60
Figura 12	Áreas de influência dos meios biótico e físico para o projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	65
Figura 13	Áreas de influência do meio socioeconômico para o projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	67
Figura 14	Distribuição dos quantitativos de uso do solo e cobertura vegetal na ADA do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	74
Figura 15	Distribuição dos quantitativos de uso do solo e cobertura vegetal na AID do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	74
Figura 16	Mapa de uso e ocupação do solo na ADA e na AID do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	77
Figura 17	Inserção das Áreas de Estudo em Relação aos Limites da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.....	86
Figura 18	Inserção das Áreas de Estudo em Relação à Reserva da Biosfera do Espinhaço.....	87
Figura 19	Inserção do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 em relação às Áreas Prioritárias para Conservação definidas para o Estado de Minas Gerais.....	89
Figura 20	Inserção do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 em relação às Áreas Prioritárias para Conservação por grupo temático.....	90
Figura 21	Localização das Unidades de Conservação na AID e na Área de Implantação do Aterro H1.....	93
Figura 22	Localização das Áreas de Preservação Permanente na ADA e na AID do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	101
Figura 23	Variação mensal da temperatura – Estação Belo Horizonte. Normais Climatológicas 1961-1990.....	104
Figura 24	Variação mensal da precipitação e da evaporação – Estação Belo Horizonte. Normais Climatológicas 1961-1990.....	105
Figura 25	Totais pluviométricos e número de dias chuvosos (médias mensais) – Estação da Planta do Queiroz. Período 2010-2016.....	105
Figura 26	Inserção da área do projeto do Aterro de Resíduos H1 na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.....	112
Figura 27	Localização dos cursos d’água na AID e AII do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.....	113
Figura 28	Variação espacial e temporal dos resultados de Sólidos Sedimentáveis.....	118



Figura 29	Variação espacial e temporal dos resultados de Turbidez .....	120
Figura 30	Variação espacial e temporal dos resultados de pH .....	121
Figura 31	Variação espacial e temporal dos resultados de Cor Real no Efluente .....	122
Figura 32	Variação espacial e temporal da temperatura amostrada do efluente .....	122
Figura 33	Variação espacial e temporal dos resultados de Condutividade elétrica .....	123
Figura 34	Variação espacial e temporal dos resultados de DBO .....	124
Figura 35	Variação espacial e temporal dos resultados de DQO .....	125
Figura 36	Variação espacial e temporal dos resultados de Óleos e Graxas .....	126
Figura 37	Variação espacial e temporal dos resultados de Nitrogênio (por nitrato) .....	128
Figura 38	Variação espacial e temporal dos resultados de Cianeto Livre .....	129
Figura 39	Variação espacial e temporal dos resultados de Sulfato .....	130
Figura 40	Variação espacial e temporal dos resultados de Sulfeto .....	131
Figura 41	Variação espacial e temporal dos resultados de Fenóis .....	132
Figura 42	Variação espacial e temporal dos resultados de Surfactantes .....	133
Figura 43	Variação espacial e temporal dos resultados de Ferro Solúvel .....	134
Figura 44	Variação espacial e temporal dos resultados de Chumbo Total .....	135
Figura 45	Variação espacial e temporal dos resultados de Manganês .....	136
Figura 46	Variação espacial e temporal dos resultados de Zinco Total .....	137
Figura 47	Variação espacial e temporal dos resultados de Arsênio Total .....	138
Figura 48	Variação espacial e temporal dos resultados de Cobre Solúvel .....	140
Figura 49	Variação espacial e temporal dos resultados de Cádmio Total .....	141
Figura 50	Variação espacial e temporal dos resultados de coliformes fecais .....	142
Figura 51	Variação espacial e temporal dos resultados de coliformes Termotolerantes .....	142
Figura 52	Variação espacial e temporal dos resultados de pH .....	145
Figura 53	Variação espacial e temporal dos resultados de Condutividade elétrica .....	146
Figura 54	Variação espacial e temporal dos resultados de ferro .....	147
Figura 55	Variação espacial e temporal dos resultados de cobre total .....	148
Figura 56	Variação espacial e temporal dos resultados de Cianeto Livre .....	149
Figura 57	Variação espacial e temporal dos resultados de Arsênio total .....	150
Figura 58	Variação espacial e temporal dos resultados de Arsênio Solúvel .....	151
Figura 59	Localização dos pontos de monitoramento de qualidade do ar .....	153
Figura 60	Resultados do monitoramento de PTS .....	163
Figura 61	Resultados do monitoramento de SO2 .....	164
Figura 62	Localização dos pontos de monitoramento de ruído ambiental na Planta do Queiroz .....	167
Figura 63	Ruído diurno e noturno nas imediações da Planta Queiroz .....	170
Figura 64	Resíduos gerados por setores em Queiroz (escala logarítmica) .....	179
Figura 65	Tipos de Resíduos gerados de acordo com a classificação NBR 10004/04 .....	180
Figura 66	Destinação final dos resíduos gerados na planta Queiroz em 2017 .....	180



Figura 67	Comparativo dos Parâmetros Fitossociológicos das Espécies de Maior IVI na Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração .....	194
Figura 68	Perfil da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Aterro de Resíduos Industriais H1 .....	197
Figura 69	Distribuição Diamétrica dos Fustes Amostrados na Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração nas Classes de DAP.....	198
Figura 70	Comparativo dos Parâmetros Fitossociológicos das Espécies Nativas no Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração .....	200
Figura 71	Distribuição dos Fustes Amostrados no Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração sob Eucalipto.....	201
Figura 72	Distribuição dos Fustes Amostrados no Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração sob Eucalipto.....	201
Figura 73	Distribuição das Espécies Registradas na Área do Aterro de Resíduos Industriais H1 Dentro dos Grupos Ecológicos.....	209
Figura 74	Mapa de Distribuição dos Registros de Ocorrência de <i>Cedrela fissilis</i> .....	215
Figura 75	Mapa de Distribuição Geográfica de <i>Swartzia oblata</i> .....	217
Figura 76	Mapa de Distribuição Geográfica de <i>Cupania ludowigii</i> .....	218
Figura 77	Mapa de Distribuição Geográfica de <i>Solanum mauritianum</i> .....	218
Figura 78	Pontos de amostragem da Avifauna no período julho/agosto de 2019 nas áreas do Aterro H1 225	
Figura 79	Locais percorridos para procura de vestígio e visualização de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG. ....	241
Figura 80	Características dos locais percorridos para procura de vestígio e visualização de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG. ....	242
Figura 81	Pontos de amostragem da Mastofauna no período julho/agosto de 2019 nas áreas do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.....	245
Figura 82	Representatividade das ordens de mamíferos de médio e grande porte para a área do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz (Dados Primários), Nova Lima / Minas Gerais. ....	249
Figura 83	Registros de espécies de mamíferos de médio e grande porte obtidos durante a campanhas complementar na área do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais. A) Pegada de paca ( <i>C. paca</i> ) B) Fezes de capivara ( <i>H. hydrochaeris</i> ); C) Pegada de capivara ( <i>H. hydrochaeris</i> ); D) Pegada de lontra ( <i>L. longicaudis</i> ); E) Fezes de jaguatirica ( <i>L. pardalis</i> ); F) Pegada de lobo-guará ( <i>C. brachyurus</i> ); G) Pegada de veado-catingueiro ( <i>M. gouazoubira</i> ); H) Pegada de cachorro-do-mato ( <i>C. thous</i> ).....	249
Figura 84	Dependência quanto ao habitat das espécies de mamíferos terrestres na região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais.....	255
Figura 85	Sensibilidade das espécies da mastofauna a perturbações antrópicas na região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais.....	256
Figura 86	Pontos de amostragem da Herpetofauna na área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG. ....	259
Figura 87	Programas ambientais propostos para o Aterro de Resíduos Industriais H1 da AngloGold Ashanti – Planta do Queiroz/Nova Lima.....	287



## APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o **Adendo** ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA do **Aterro de Resíduos Industriais H1** – Aterro H1, para subsidiar o processo de licenciamento ambiental deste empreendimento de propriedade da AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. – AGA, localizado na Planta Industrial do Queiroz, no município de Nova Lima, estado de Minas Gerais.

Os estudos ambientais para o licenciamento do Aterro H1, processo COPAM nº 089/1985/052/2018, foram protocolados em 01/03/2018, conforme recibo de entrega de documentos nº 0185433/2018, ainda conforme as diretrizes da Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental – DN COPAM nº 74/2004.

Com o novo marco regulatório do licenciamento ambiental (DN COPAM nº 217/2017) a AGA encaminhou à Superintendência Regional de Meio Ambiente Central Metropolitana – SUPRAM CM, correspondência solicitando a reorientação do licenciamento para a modalidade LAC1 que consiste no Licenciamento Ambiental Concomitante, com a análise, em uma única fase, das etapas de licença prévia, licença de instalação e licença de operação (LP+LI+LO), conforme protocolo R0052702 de 16/03/2018. Tal solicitação foi acatada pela SUPRAM CM e o processo foi reorientado para LAC1 conforme Formulário de Orientação Básica – FOB nº 1256423/2017 C, de 19/09/2018, que manteve a atividade (F-05-11-8) e a classe (6) do empreendimento.

Além da alteração na modalidade do licenciamento, o projeto de engenharia do Aterro H1 também sofreu adequações, que foram realizadas pela Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental – Walm em 2019, visando atender às novas legislações ambientais, principalmente a Lei nº 23.291/2019, que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens. Com essas modificações, a área útil a ser ocupada pelo Aterro H1 e demais estruturas necessárias à sua implantação foi ajustada passando a ser de 9,75 ha.

Assim, as informações apresentadas neste estudo consideram principalmente:

- As alterações dos limites da Área Diretamente Afetada – ADA, principalmente na área do aterro de resíduos industriais, na área de empréstimo e na área de deposição de material excedente – ADME.
- A exclusão da etapa do coroamento do entorno do aterro de resíduos industriais, configurando-o como estrutura escavada e descaracterizando qualquer possibilidade de classificação como dique.
- A alternativa para disposição, além do resíduo industrial oriundo da Estação de Tratamento de Efluentes – ETE (resíduo arsenical ou lama de gesso), do rejeito calcinado (ambos Classe I conforme ABNT NBR 10.004:2004), que é gerado no processo metalúrgico para recuperação do ouro na Planta do Queiroz e atualmente é disposto na Barragem Calcinações, fornecendo uma alternativa para a disposição deste resíduo.





## 1. SUMÁRIO EXECUTIVO

Este estudo desenvolvido pela Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda – Sete, para a empresa AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. – AGA, visa complementar as informações apresentadas no processo COPAM nº 089/1985/052/2019 para o licenciamento ambiental do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, localizado na Planta Industrial do Queiroz, no município de Nova Lima, estado de Minas Gerais.

Como trata-se de uma atualização das informações com base nas alterações realizadas no projeto de engenharia do Aterro H1 pela empresa Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental – Walm em 2019, este documento está sendo denominado de “Adendo”. Em conjunto com esse Estudo de Impacto Ambiental – EIA está sendo apresentado o Adendo ao Plano de Controle Ambiental – PCA e um novo Plano de Utilização Pretendida – PUP. Além disso, também está sendo apresentado o Estudo de Critérios Locacionais conforme definido pela Deliberação Normativa – DN COPAM nº 217/2017 de acordo com o Termo de Referência da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD.

O Aterro H1 destina-se à disposição dos resíduos sólidos originados no processo de precipitação de arsênio, sob a forma de arsenato férrico gerados na Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETE e como uma alternativa para a disposição do rejeito calcinado, na forma de “torta”, após sua passagem pelo sistema de desaguamento de rejeitos a ser instalado na Planta do Queiroz. A implantação desse aterro caracteriza-se como uma ampliação das atividades já executadas pela AGA, uma vez que existe na Planta do Queiroz, 07 (sete) aterros industriais semelhantes, sendo que 05 (cinco) já estão descomissionados e 02 (dois) encontram-se em operação (Aterros E/G).

Essa atividade enquadra-se no código F-05-11-8 da DN COPAM nº 2017/2017 (Aterro para resíduos perigosos – classe I) e é considerada como Classe 6 levando-se em consideração a sua área útil ser maior que 5,0 ha, ou seja, a área total necessária para implantação do projeto é de 9,75 ha, distribuídos na área a ser efetivamente ocupada pelo Aterro H1 (4,84 ha); na área de deposição do material excedente – ADME (2,03 ha); na antiga área de empréstimo da adequação hidráulica da Barragem Calcinações onde será realizada a recuperação ambiental (1,41 ha); na área do canteiro de obras (0,32 ha) e nos acessos (1,15 ha). A área da Planta do Queiroz (19,52 ha) também está delimitada como área diretamente afetada – ADA para esse projeto, uma vez que trata-se do local onde, durante a operação, serão gerados os resíduos a serem enviados para o aterro industrial, além disso, passará por adequações para a instalação do novo sistema de desaguamento de rejeitos.

A implantação do Aterro H1 se dará a partir da escavação de uma bacia com fundo na El 810,0 m e taludes 3V:2H. A cota de fundo da bacia foi definida em função da posição do nível d’água no local, de modo a garantir, entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível da água subterrânea, com uma camada mínima de 1,5 m de solo insaturado.



Para aumentar a capacidade de armazenamento de resíduos na bacia, será construído um muro de solo reforçado com geogrelha com altura máxima de 9,6 m, na El. 824,5 0 e com 12,0 m de largura de base. O solo utilizado nessa construção, será proveniente da escavação da bacia e o material excedente será depositado na ADME localizada no talude de jusante da barragem Rapaunha. Com isso, a capacidade máxima de armazenamento do Aterro H1 será de cerca de 145.000,0 m<sup>3</sup>.

Devido às características do resíduo industrial a ser disposto no Aterro H1, a superfície da bacia será revestida com uma geomembrana de proteção para que não haja contaminação. Para isso, também foram projetados um sistema de detecção de vazamentos e de coleta dos líquidos percolados.

O talude de montante será protegido por gabião tipo caixa com aproximadamente 2° de inclinação e o talude de jusante será em solo envelopado com 70° de inclinação.

Para acesso à área do Aterro H1 serão utilizadas as vias existentes e em operação na Planta do Queiroz, não sendo necessária nenhuma intervenção para adequação das mesmas, apenas a manutenção de rotina das vias. O acesso operacional para escavação da bacia e deposição dos resíduos, terá 6,0 m de largura e está sendo considerado como parte da área do aterro.

Para as atividades de implantação do Aterro H1 está prevista a contratação de aproximadamente 40 pessoas terceirizadas no pico das obras. Já para a fase de operação, as atividades serão realizadas pelos empregados da AGA que já trabalham na Planta do Queiroz nestas atividades, não havendo previsão de novas contratações. As obras de implantação do Aterro H1 terão duração de aproximadamente 11 meses, sendo que o cronograma poderá ser antecipado ou postergado em função da intensidade do período chuvoso. A vida útil prevista é de 10,6 anos caso seja depositado apenas o resíduo arsenical (145.000 m<sup>3</sup>) ou de 1,5 anos caso também receba o rejeito calcinado (21.750 m<sup>3</sup> de resíduo arsenical e 123.250 m<sup>3</sup> de rejeito calcinado).

A paisagem atual da área de estudo reflete o uso da área e a sua aptidão para a mineração/beneficiamento de minério. Assim, sem a implantação do Aterro H1, a tendência geral é que permaneçam as atividades antrópicas já existentes incluindo as unidades operacionais da Planta do Queiroz.

O empreendimento está situado na borda norte do Quadrilátero Ferrífero, onde a geomorfologia é caracterizada por um conjunto de relevo predominantemente montanhoso e fortemente condicionado pelo substrato litoestrutural do Quadrilátero. Os solos apresentam fortes limitações ao uso agrícola sendo, de modo geral, rasos, com afloramentos rochosos, capeamento de canga, baixa fertilidade e elevada acidez, ocorrendo em terrenos declivosos e com elevada susceptibilidade a processos erosivos ou movimentos de massa. A área também apresenta baixo potencial para ocorrência de cavidades naturais.

Os históricos de monitoramento da qualidade das águas, ar e ruído, realizados pela empresa, apresentam resultados que demonstram uma satisfatória qualidade ambiental da região quando comparados com os padrões de referência estabelecidos pela legislação vigente.



Em escala estadual a área de estudos está inserida na Cadeia do Espinhaço e no Quadrilátero Ferrífero, áreas definidas como de “importância biológica extrema” para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais, devido à alta riqueza biológica e a presença de diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção na região (Costa *et al.*, 1998). Em escala regional, sua localização é próxima a área urbana e às unidades de conservação do município de Belo Horizonte e de Nova Lima. Localizadas num raio de até 2 km da Planta do Queiroz estão o Parque Municipal Rego dos Carrapatos, a Área de Proteção Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte – APA Sul RMBH e a RPPN Mata do Jambreiro.

No entanto, a área de implantação do projeto do Aterro H1 está inserida em área de uso consolidado da Planta do Queiroz de modo que as intervenções necessárias ocorrerão em locais onde a cobertura vegetal já se encontra muito alterada, com uma comunidade vegetal pobre e composta predominantemente por espécies exóticas, pioneiras e de ampla distribuição geográfica.

Durante a avaliação dos impactos ambientais, não foram identificados impactos negativos de grande relevância que indicassem a inviabilidade ambiental da implantação do projeto do Aterro H1, uma vez que todos eles já ocorrem em virtude da realização das demais atividades operacionais da Planta do Queiroz e por isso, podem ser minimizados, controlados e compensados através dos programas de controle ambiental já desenvolvidos na unidade.

Assim o prognóstico para a área sem a implantação do empreendimento indica que as condições ambientais conservem sua dinâmica atual, haja vista que as atividades antrópicas já realizadas na região serão continuadas. Mas é importante destacar que, do ponto de vista socioeconômico, o cenário sem a implantação do projeto do Aterro H1 trará um impacto significativo pois essa estrutura é fundamental para a continuidade da operação da Planta do Queiroz que beneficia os minérios oriundos das Minas Cuiabá e Lamego, localizadas no município de Sabará/MG e atende as demandas de fundição e refino do *bullion* (cátodo) proveniente da Mina Córrego do Sítio, localizada em Santa Bárbara/MG e da Mina de Serra Grande, localizada em Crixás/GO, todas de propriedade da AngloGold Ashanti. Assim, sem a implantação do Aterro H1, os empregos e os impostos gerados na Planta do Queiroz, em Nova Lima e nas minas de ouro, em Sabará, ficarão comprometidos. Assim como as outras unidades da empresa no Brasil que dependem da Planta do Queiroz para beneficiamento do minério extraído.

Os benefícios socioeconômicos da manutenção da produção do ouro pela AGA em Minas Gerais são seguramente maiores que os impactos ambientais negativos identificados. As medidas preventivas, de controle, mitigação, compensação e monitoramento têm a capacidade de gerar respostas adequadas aos impactos previstos, de maneira que a interferência do empreendimento no meio ocorra dentro dos limites considerados aceitáveis pela legislação vigente e pela sociedade, principalmente levando-se em consideração o nível atual de antropização da área onde o Aterro H1 será instalado.

Portanto, diante das razões apresentadas, a conclusão deste estudo é pela viabilidade ambiental do Projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 e as demais estruturas que compõem o mesmo.



## 2. INTRODUÇÃO

O presente Estudo de Impacto Ambiental – EIA foi elaborado visando a adequação das informações apresentadas para o processo de licenciamento ambiental do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, com base nas adequações do projeto de engenharia, realizadas pela Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental – Walm, em 2019.

Conforme alinhado com a Superintendência Regional de Meio Ambiente Central Metropolitana – SUPRAM CM, será apresentada apenas uma complementação dos documentos protocolados com as informações novas ou alteradas que está sendo denominado de “Adendo”.

Com esse objetivo o presente EIA foi estruturado de forma a caracterizar as pequenas alterações decorrentes da mudança e simplificação do projeto de engenharia e consequente mudança da Área Diretamente Afetada – ADA e as alterações no processo de beneficiamento para disposição do rejeito calcinado em aterro, mantendo no entanto, a mesma tipologia objeto de regularização do projeto anterior bem como a estrutura do documento já protocolado. No Quadro 01 é apresentada a relação dos principais tópicos que constam do EIA (Sete, 2018) e a comparação com o tópico correspondente nesse documento, destacando-se as alterações realizadas em cada um.

O projeto do Aterro H1 se caracteriza como uma ampliação para a continuidade das atividades de disposição final do resíduo industrial oriundo da Estação de Tratamento de Efluentes – ETE da Planta do Queiroz (resíduo arsenical ou resíduo de gesso) e uma alternativa para a disposição do rejeito calcinado, que será gerado na nova Planta de Filtragem a ser instalada na área operacional da Planta do Queiroz.

Essa atividade já é realizada pela AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. – AGA na Planta do Queiroz, onde existem 07 (sete) aterros industriais desse tipo, sendo que 05 (cinco) estão descomissionados e 02 (dois) estão em operação (Aterros E/G). O novo aterro terá a capacidade para receber 145.000 m<sup>3</sup> de resíduo arsenical, tendo uma vida útil estimada de 10,6 anos. Caso também seja disposto o rejeito calcinado, a vida útil do aterro passa a ser de 1,5 anos, recebendo 21.750 m<sup>3</sup> de resíduo arsenical e 123.250 m<sup>3</sup> de rejeito calcinado.

Este trabalho realizado pela Sete Soluções e Tecnologia Ambiental – SETE, para a AGA, foi conduzido por uma equipe multidisciplinar tendo como base os dispositivos da legislação federal, estadual e municipal em vigor. No Anexo 01 são apresentadas as Anotações de Responsabilidade Técnica – ART e o Cadastro Técnico Federal – CTF IBAMA dos integrantes da equipe responsável pela elaboração deste documento.



## 2.1 Identificação da empresa responsável pelo empreendimento

**Nome do Empreendedor:** AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A.

**CNPJ:** 18.565.382/0001-66

**Endereço para Correspondência:** Rua Enfermeiro José Caldeira, nº 200, Boa Vista – Nova Lima/MG – CEP: 34.000-495

**Responsável Legal:** Renato Queiroz de Castro

**Contato:** Bruno Stefan de Simoni

**E-mail:** bssimoni@anglogoldashanti.com.br

**Telefone:** (31) 3589-1710

## 2.2 Identificação do empreendimento

**Nome do Empreendimento:** Aterro de Resíduos Industriais H1 – Planta do Queiroz

**CNPJ:** 18.565.382/0006-70

**Localização:** Fazenda Rapaunha, s/nº, Galo – Nova Lima/MG – CEP: 34.400-000

**Processo COPAM ou Nº FOB:** Processo COPAM 089/1985/052/2018 – FOB nº 1256423/2017 C

## 2.3 Identificação da empresa responsável pela elaboração do estudo ambiental

**Nome da Empresa:** Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda.

**Endereço:** Avenida do Contorno, nº 6.777 – 2º andar, Santo Antônio – Belo Horizonte/MG – CEP: 30.110-935

**CNPJ:** 02.052.511/0001-82

**Coordenação dos Estudos:** Andréa de Oliveira

**Registro no conselho de classe:** CRBio 44.378/04-D

**Registro no cadastro técnico federal:** CTF IBAMA 5.472.082

**E-mail:** andrea.oliveira@sete-sta.com.br / sete@sete-sta.com.br

**Telefone:** (31) 3287-5177


**Quadro 01 Principais alterações nos Estudos de Impacto Ambiental apresentados para o projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.**

Estudo Ambiental		Principais alterações
EIA – Fevereiro de 2018	Adendo EIA – Setembro de 2019	
-	Apresentação	Inclusão.
1. Sumário executivo	1. Sumário executivo	Revisão geral.
2. Introdução	2. Introdução	Revisão geral.
3. Localização do empreendimento	3. Localização do empreendimento	Revisão do arranjo geral. Não houve alteração do local de instalação do projeto.
4. Classificação da estrutura conforme DN COPAM nº 217/2017	4. Classificação da estrutura conforme DN COPAM nº 217/2017	Não houve alteração.
5. Contextualização da Planta Industrial do Queiroz	5. Contextualização da Planta Industrial do Queiroz	Não houve alteração.
6. Objetivos e justificativas	6. Objetivos e justificativas	Não houve alteração.
7. Estudo de alternativas locais	7. Estudo de alternativas locais	Atualização da pontuação da Opção 3, de acordo com os novos dados do projeto.
8. Caracterização do empreendimento	8. Caracterização do empreendimento	Apresentação das características construtivas do novo projeto do Aterro H1 e do novo cronograma.
9. Requisitos legais	9. Requisitos legais	Atualização com as legislações recém publicadas.
10. Definição das áreas de estudo	10. Definição das áreas de estudo	Adequação da ADA de acordo com o novo projeto do Aterro H1. Não houve alterações na AID ou AII.
11. Inserção do projeto no zoneamento ecológico econômico do estado de Minas Gerais e no macrozoneamento do município de Nova Lima	11. Inserção do projeto no zoneamento ecológico econômico do estado de Minas Gerais e no macrozoneamento do município de Nova Lima	Não houve alteração.
12. Uso do solo e cobertura vegetal	12. Uso do solo e cobertura vegetal	Atualizado de acordo com a atualização da ADA.
13. Áreas protegidas	13. Áreas protegidas	Atualizado de acordo com a atualização da ADA.





## Continuação

Estudo Ambiental		Principais alterações
EIA – Fevereiro de 2018	Adendo EIA – Setembro de 2019	
14. Diagnóstico ambiental	14. Diagnóstico ambiental	Físico – inclusão dos resultados recentes dos monitoramentos. Biótico – complementação com campanhas realizadas na nova ADA (fitofisionomia vegetal, avifauna, mastofauna e herpetofauna). Socioeconomia – não houve alteração.
15. Análise integrada	15. Análise integrada	Não houve alteração.
16. Prognóstico ambiental	16. Prognóstico ambiental	Não houve alteração.
17. Caracterização e avaliação dos impactos ambientais	17. Caracterização e avaliação dos impactos ambientais	Não houve alteração.
18. Ações, planos, programas de controle, mitigação, monitoramento e compensação ambiental	18. Ações, planos, programas de controle, mitigação, monitoramento e compensação ambiental	Não houve alteração.
19 Considerações finais	19 Considerações finais	Revisão geral.
20. Referência bibliográfica	20. Referência bibliográfica	Revisão geral.

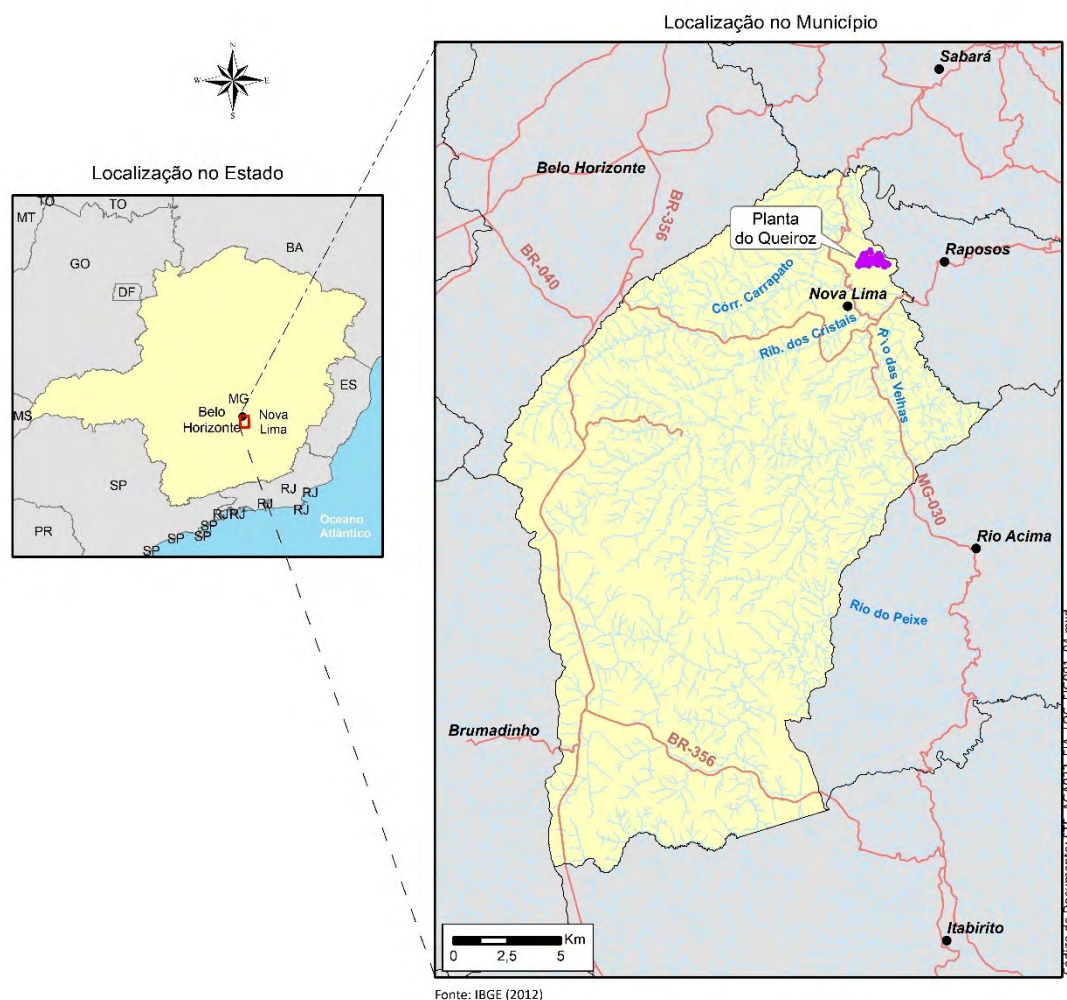
Fonte: Sete, 2019.



### 3. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, está situado dentro da Planta do Queiroz, unidade industrial metalúrgica da AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. – AGA, situada na região sudeste do Brasil, no estado de Minas Gerais, no município de Nova Lima, próxima da divisa com o município de Raposos, distante cerca de 25 km de Belo Horizonte, a capital do estado. Inserida na sub-bacia do córrego Mina d'Água, a área do empreendimento está a aproximadamente 2 km da confluência deste córrego com rio das Velhas, fazendo parte da bacia federal do rio São Francisco. O acesso mais rápido à Planta, é feito partindo-se de Belo Horizonte, sentido Nova Lima, pelas rodovias MG030 e AMG150 até o trevo da Estrada para Queiroz que segue até a portaria da empresa (Figura 01).

**Figura 01** Localização do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.



Fonte: Sete, 2019.

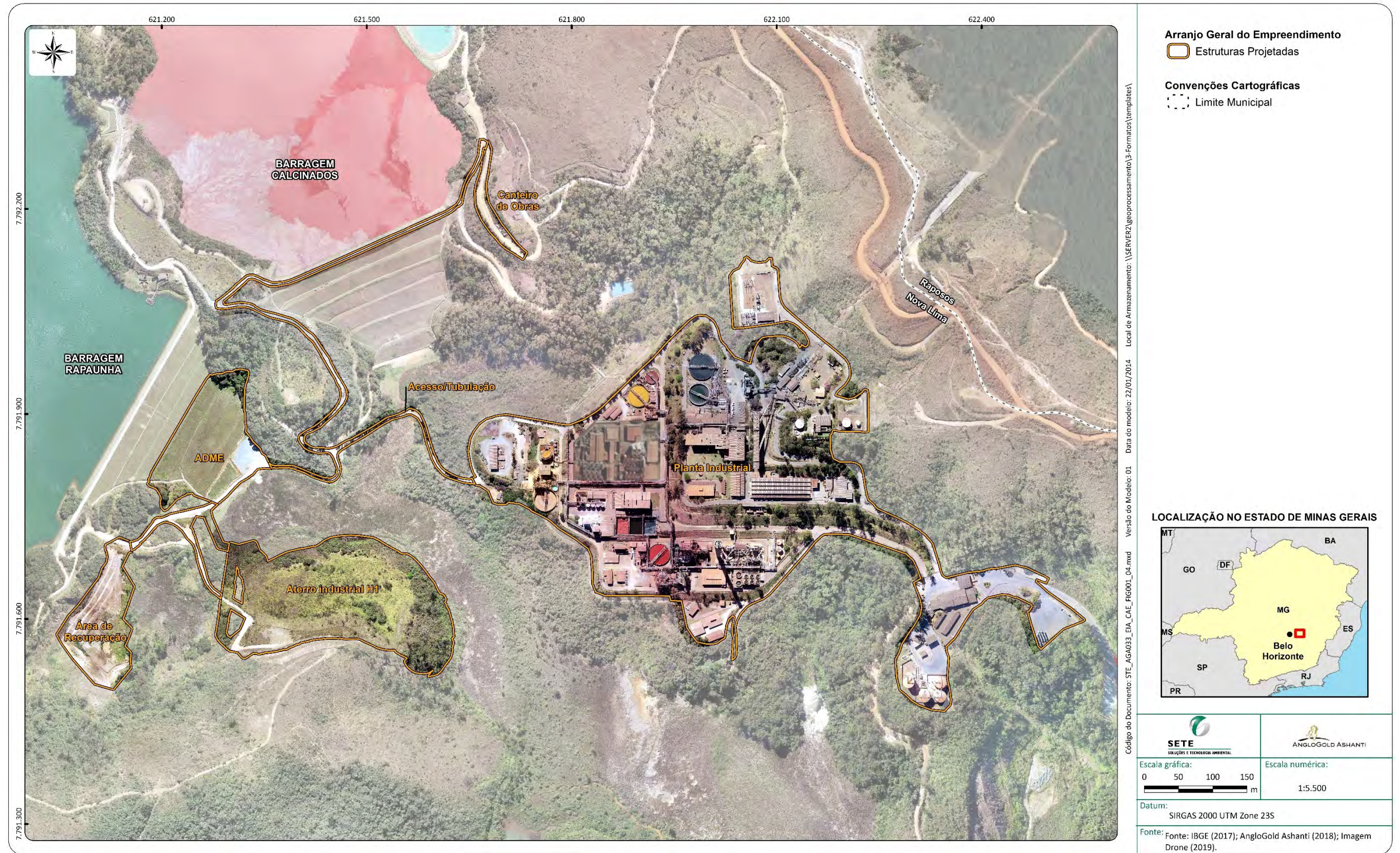
Apesar da alteração no projeto de engenharia do Aterro H1, sua localização dentro da Planta do Queiroz continua a mesma, entre as barragens de rejeito Rapaunha e Cocuruto, conforme pode ser visualizado na Figura 02 que apresenta o arranjo geral do projeto.







Figura 02 Arranjo geral do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.



Fonte: Sete, 2019.







#### **4. CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA CONFORME DN COPAM Nº 217/2017**

Mesmo com a alteração da modalidade de licenciamento ambiental do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, o enquadramento da atividade, seu porte e potencial poluidor/degradador, continuam os mesmos. Assim, conforme a Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental – DN COPAM nº 217/2017 o Aterro H1 se enquadra no código F-05-11-8 (Aterro para resíduos perigosos – classe I), sendo um empreendimento de Classe 6, pelo fato da área útil ser maior que 5,0 ha.

É importante ressaltar que o Aterro H1 é uma ampliação da atividade já executada na Planta do Queiroz, levando-se em consideração a existência, na área, de 07 (sete) aterros industriais desse tipo, sendo que 05 (cinco) já se encontram descomissionados e 02 (dois) estão em operação (Aterros E/G).

A área total necessária para implantação do projeto é de 9,75 ha, distribuídos na área a ser efetivamente ocupada pelo Aterro H1 (4,84 ha); na área de deposição do material excedente – ADME (2,03 ha); na antiga área de empréstimo da adequação hidráulica da Barragem Calcinados onde será realizada a recuperação ambiental (1,41 ha); na área do canteiro de obras (0,32 ha) e nos acessos (1,15 ha). A área da Planta do Queiroz (19,52 ha) também está delimitada como área diretamente afetada – ADA para esse projeto, uma vez que passará por adequações para a instalação do novo sistema de desaguamento de rejeitos.



## 5. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PLANTA INDUSTRIAL DO QUEIROZ

A AngloGold Limited foi fundada em junho de 1998 com a consolidação dos interesses de mineração de ouro da Anglo American. A empresa, AngloGold Ashanti como é agora, foi formada em abril de 2004 após a combinação de negócios da AngloGold Limited (AngloGold) com a Ashanti Goldfields Company Limited (Ashanti).

A AngloGold Ashanti, com sede em Joanesburgo, África do Sul, é hoje a terceira maior mineradora de ouro do mundo. As 14 operações da empresa estão localizadas em 9 países (Argentina, Austrália, Brasil, Gana, Guiné, Mali, República Democrática do Congo, África do Sul e Tanzânia) e são apoiadas por extensas atividades de exploração, incluindo o programa *greenfields exploration* na Colômbia, o décimo país onde a empresa atua.

A AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. – AGA possui unidades em Minas Gerais, localizadas nos municípios de Sabará (Mina Cuiabá e Mina Lamego), Santa Bárbara (Mina Córrego do Sítio I e II) e Nova Lima (Planta Industrial do Queiroz, Complexo Hidroelétrico Rio de Peixe e escritórios administrativos) e também em Goiás, Mina de Serra Grande, localizada no município de Crixás.

A Planta do Queiroz (Foto 01) possui dois processos distintos para o beneficiamento de ouro: o Circuito Raposos, que atualmente encontra-se paralisado devido à paralisação das atividades das minas Raposos e Mina Velha e o Circuito Cuiabá que recebe os minérios oriundos das Minas Cuiabá e Lamego e é responsável pela fundição e refino do *bullion* (cátodo) proveniente da mina de Córrego do Sítio localizada em Santa Bárbara/MG e da Mina de Serra Grande, localizada em Crixás/GO.

Inicialmente o minério é beneficiado na Mina Cuiabá, passando por um tratamento mecânico que contempla as etapas de britagem, moagem, concentração gravimétrica, flotação, espessamento e filtragem. O concentrado, enviado para a Planta do Queiroz via teleférico, por cerca de 16 km, é direcionado para um tanque de repolpagem e segue para a etapa de Pirometalurgia.

A Pirometalurgia, conjunto de técnicas aplicadas para a exposição de parte dos metais não acessíveis através da oxidação do sulfeto contido no concentrado, envolve as etapas de ustulação, fábrica de ácidos e tratamento de efluentes. A polpa de calcinado (parte que contém o ouro), gerada na etapa de ustulação, segue para a Hidrometalurgia (conjunto de técnicas aplicadas para a recuperação de metais considerando-se a dissolução química de constituintes em soluções aquosas) que envolve as etapas de lixiviação, filtragem, precipitação, adsorção com carvão ativado e eluição.

Na lixiviação, o ouro contido no calcinado é solubilizado a partir da adição de cianeto de sódio e cal. Essa solução é direcionada para o espessador onde o *underflow* passa por uma nova lixiviação e o *overflow* é encaminhado para a precipitação, resultando no precipitado de ouro, que segue para a etapa de Fundição. Nessa etapa o precipitado de ouro é fundido dando origem ao *bullion* que segue para o Refino.





Foto: Andréa de Oliveira, 22/07/2019.

**Foto 01 Vista geral da Planta do Queiroz.**

A Planta do Queiroz está devidamente licenciada pelo Estado de Minas Gerais, estando hoje em fase de renovação das Licenças de Operação – RevLO, através do processo formalizado em 2014 (processo COPAM 089/1985/050/2014).

Conforme o Relatório de Avaliação do Desempenho Ambiental – RADA elaborado pela empresa Bios Consultoria Ambiental, em 2014, o pedido de renovação descrito inclui os seguintes processos administrativos, licenças de operação – LOs e outorgas da unidade:

- COPAM P.A. 00089/1985/032/2004 – Licença de Operação para o funcionamento da atividade de barragem de contenção de rejeitos/sedimentos – Barragem Cocuruto, certificado de licença nº 081, válida até 28/05/2019;
- COPAM P.A. 00089/1985/043/2006 – Licença de Operação para ampliação da atividade da Pirometalurgia, composta pelas unidades de ustulação e fábrica de ácido sulfúrico, certificado de licença nº 013, válida até 25/03/2015 (conforme Termo de Benefício);
- COPAM P.A. 00089/1985/044/2007 – Licença de Operação da Planta do Queiroz e da “Vala E”, certificado de licença nº 097, válida até 23/06/2015 (conforme Termo de Benefício);
- COPAM P.A. 00089/1985/046/2011 – Licença de Operação para o funcionamento da atividade de Fundição e Refino, certificado de licença nº 293, válida até 03/12/2020;
- COPAM P.A. 00089/1985/047/2011 – Licença de Operação para o funcionamento da atividade aterro para resíduos perigosos – classe I, de origem industrial – “Vala G”, certificado de licença nº 274, válida até 29/10/2019;
- COPAM P.A. 00089/1985/048/2012 – Licença de Operação do Circuito Raposos e Britagem Espírito Santo, certificado de licença nº 326, válida até 17/12/2018;



- Processo 02223/2009 – Outorga da Barragem Cambimbe, Portaria nº 02175/2009 de 22/08/2009, válida até 22/08/2014. (Renovação em análise: Processo de Outorga nº 10237/2014);
- Processo 09984/2009 – Outorga da Barragem Calcinados, Portaria nº 03137/2004 de 23/06/2011, válida até 23/06/2014. (Renovação em análise: Processo de Outorga nº 09984/2009);
- Processo 13414/2008 – Outorga da Barragem Cocuruto, Portaria nº 02301/2010 de 31/08/2010, válida até 31/08/2015;
- Processo 9985/2009 – Outorga da Barragem Rapaunha, Portaria nº 03136/2004 de 23/06/2009, válida até 23/06/2014. (Renovação em análise: Processo de Outorga nº 09985/2009).

Na Planta do Queiroz há ainda um posto de abastecimento de combustível que contempla um tanque de armazenamento de 30.000 L de gasolina e diesel, e possui a Autorização Ambiental de Funcionamento – AAF n.º 02043/2013, que também foi inserida no Processo 00089/1985/050/2014 – RevLO.



## 6. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

O projeto do Aterro de Resíduos Industriais Aterro H1 – Aterro H1 caracteriza-se como uma ampliação e/ou continuidade da atividade de disposição de resíduo arsenical, através da implantação de um aterro, com capacidade de armazenamento de 145.000 m<sup>3</sup>, durante 10,6 anos. Essa estrutura também é considerada como uma alternativa para a disposição do rejeito calcinado que será gerado na nova Planta de Filtragem a ser instalada na área operacional da Planta do Queiroz. Nesse caso, a vida útil do aterro passa a ser de 1,5 anos, recebendo 21.750 m<sup>3</sup> de resíduo arsenical e 123.250 m<sup>3</sup> de rejeito calcinado por ano.

Atualmente estão em operação na Planta do Queiroz 02 (dois) aterros para o recebimento do resíduo arsenical (Aterro E/G), sendo que outros 05 (cinco) aterros já foram desativados (Aterro A, B, C, D e F), conforme detalhamento apresentado no Quadro 02.

Esse empreendimento é importante pois garante a continuidade das operações, não só da Planta do Queiroz, mas também das minas da AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. – AGA, localizadas em Minas Gerais e em Goiás que dependem dessa unidade industrial para beneficiamento do seu minério. Os impactos negativos relacionados ao projeto do Aterro H1, são aqueles que já ocorrem durante a operação diária da Planta do Queiroz e que serão mitigados através dos planos, programas e ações de prevenção, redução, controle e compensação já executados pela empresa e contemplados no Plano de Controle Ambiental – PCA do Aterro H1.

**Quadro 02 Aterros Industriais localizados na Planta do Queiroz.**

Aterro	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Operação		Técnica de Impermeabilização	Cobertura
		Início	Fim		
Vala "A"	5.000	1987	1991	Camada de argila compactada + manta polietilica	Camada de argila compactada + cobertura vegetal
Vala "B"	8.500	1987	1991	Camada de argila compactada + manta polietilica	Camada de argila compactada + cobertura vegetal
Vala "C"	36.350	1992	1998	Geomembrana PEAD	Camada de argila compactada + cobertura vegetal
Vala "D"	38.600	1998	2001	Geomembrana PEAD	Camada de argila compactada + cobertura vegetal
Vala "E"	57.000	2001	Em operação	Geomembrana PEAD	Em operação
Vala "F"	33.000	2008	2010	Geomembrana PEAD	Camada de argila compactada + cobertura vegetal
Vala "G"	45.800	2011	Em operação	Geomembrana PEAD	Em operação

Fonte: Golder, 2016.



## 7. ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

O estudo de alternativas locacionais e tecnológicas para um empreendimento busca responder sobre sua viabilidade ambiental. Devem ser analisados critérios técnicos, ambientais e sociais para orientar a escolha da melhor localização para a atividade e da melhor tecnologia a ser utilizada.

Desta forma, os estudos ambientais para novos empreendimentos e atividades devem abordar alternativas tecnológicas e locacionais com o intuito de verificar se a proposta escolhida é aquela que apresenta o menor impacto ambiental associado.

O estudo das alternativas locacionais para o projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, foi elaborado internamente pela AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. – AGA, considerando áreas localizadas dentro dos limites da propriedade da empresa. Esse estudo foi validado pela Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda – SETE, através de uma matriz multicritério.

Com as alterações realizadas no projeto do Aterro H1, as alternativas locacionais apresentadas no Estudo de Impacto Ambiental – EIA (Sete, 2018) foram reavaliadas de modo a garantir que a opção escolhida continuasse a ser a melhor alternativa a ser adotada para a implantação do Aterro H1.

Como alternativa para a ampliação e continuidade da atividade de disposição de resíduos arsenical na Planta do Queiroz e a nova alternativa para disposição do rejeito calcinado, foram estudadas três opções de localização para o Aterro H1 (Figura 03), tendo como premissas e critérios técnicos:

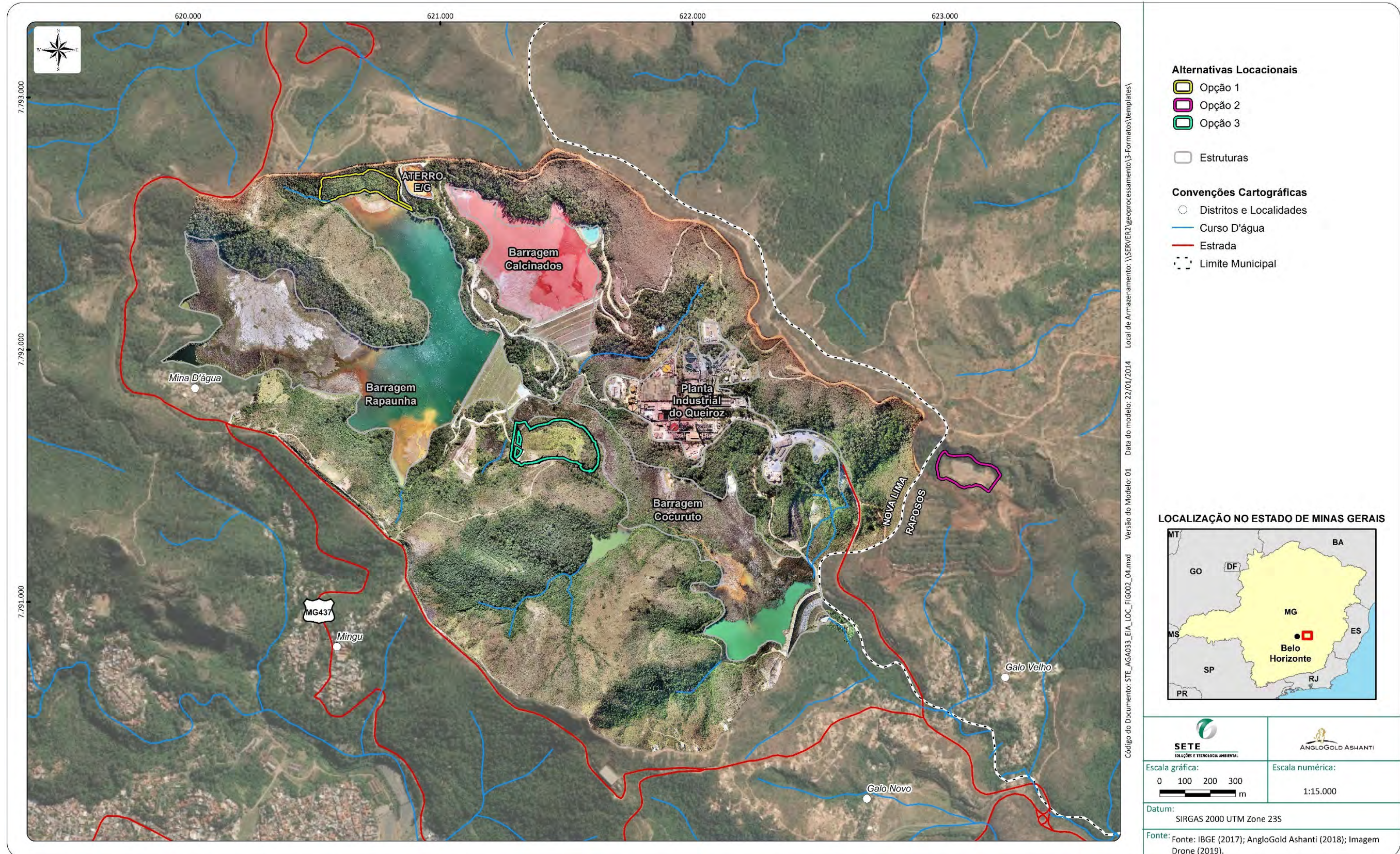
- Capacidade volumétrica do aterro;
- Vida útil do aterro;
- Tempo de duração das obras para implantação do aterro;
- Área ocupada pelo aterro, considerando a intervenção em mata nativa e em áreas de proteção permanente – APP;
- Distância Média de Transporte – DMT da Estação de Tratamento de Efluentes – ETE até o aterro.

Os critérios e valoração para a análise das alternativas locacionais para implantação do Aterro H1 são apresentados no Quadro 03.





Figura 03 Alternativas locais para a implantação do Aterro de Resíduos Industriais H1.



Fonte: Sete, 2019.







### Quadro 03 Critérios e valoração para a análise das alternativas locais para implantação do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 na Planta do Queiroz.

Critérios e valoração para as alternativas locais	
<b>Critérios técnicos</b>	
Consiste na avaliação de acordo com as especificidades técnicas e necessidades operacionais da geração e disposição do resíduo de gesso e rejeito calcinado.	
<b>Capacidade volumétrica</b>	Quanto maior a capacidade volumétrica menor a necessidade de nova alternativa para a disposição dos resíduos gerados no futuro.
	<u>Nota 0</u> - Capacidade de receber um volume $\leq 50.000 \text{ m}^3$
	<u>Nota 2,5</u> - Capacidade de receber um volume entre $50.000 \text{ m}^3$ e $\leq 200.000 \text{ m}^3$
	<u>Nota 5</u> - Capacidade de receber um volume entre $200.000 \text{ m}^3$ e $\leq 300.000 \text{ m}^3$
<b>Vida útil</b>	Quanto maior a vida útil do aterro, menor a necessidade de nova alternativa para a disposição dos resíduos gerados no futuro.
	<u>Nota 0</u> - Tempo de operação $\leq 5$ anos
	<u>Nota 2,5</u> - Tempo de operação entre 5 anos e $\leq 10$ anos
	<u>Nota 5</u> - Tempo de operação entre 10 anos e $\leq 15$ anos
<b>Tempo de implantação</b>	Quanto maior o tempo necessário para a implantação do aterro, maior a movimentação de equipamentos e pessoas.
	<u>Nota 0</u> - Período necessário para as obras de implantação do aterro $> 15$ meses
	<u>Nota 2,5</u> - Período necessário para as obras de implantação do aterro entre 15 meses $\geq 10$ meses
	<u>Nota 5</u> - Período necessário para as obras de implantação do aterro $< 10$ meses.
<b>Critérios socioambientais</b>	
Consiste nas possíveis intervenções ambientais em áreas de vegetação nativa, em APP e distâncias de transporte do resíduo.	
<b>Intervenção no solo</b>	Quanto maior a área de intervenção em mata nativa e maior ocupação em APPs, maior o impacto ambiental na fauna e flora e carreamento de sedimentos para os cursos d'água.
	<u>Nota 0</u> - Intervenção em vegetação nativa e/ou APP $> 50\%$ da área ocupada
	<u>Nota 2,5</u> - Intervenção em vegetação nativa e/ou APP entre $50\%$ e $\geq 25\%$ da área ocupada
	<u>Nota 5</u> - Intervenção em vegetação nativa e/ou APP $< 25\%$ da área ocupada
<b>DMT</b>	Quanto maior a distância percorrida, maior o consumo de combustível e a movimentação de equipamentos para a manutenção dos acessos e consequente geração de emissões gasosas e de material particulado.
	<u>Nota 0</u> - Distância média do transporte dos resíduos até o aterro $> 3,0 \text{ km}$
	<u>Nota 2,5</u> - Distância média do transporte dos resíduos até o aterro entre $3,0 \text{ km}$ e $\geq 2,0 \text{ km}$
	<u>Nota 5</u> - Distância média do transporte dos resíduos até o aterro $< 2,0 \text{ km}$

Fonte: Sete, 2018





## 7.1 Características das alternativas locacionais

### *Opção 1 – Aterro à montante da Barragem Rapaunha*

Nesta alternativa, o aterro seria implantado em área situada a montante da Barragem Rapaunha, adjacente a atual Aterro E/G, apresentando as seguintes características:

- Área total da intervenção = 2,62 ha
- Capacidade instalada = 51.000 m<sup>3</sup>
- Vida útil = 4,5 anos
- Tempo de construção= 15 meses



Foto: AngloGold Ashanti, 2018.

**Foto 02 Vista da vegetação existente no local indicado como Opção 1 para implantação do Aterro de Resíduos Industriais H1.**



### ***Opção 2 – Aterro preenchendo a cava Espírito Santo***

Nesta alternativa o aterro seria implantado com o enchimento da cava exaurida de minério de ouro na mina Espírito Santo que se encontra desativada. Inicialmente essa opção foi considerada como a melhor alternativa técnica e foi iniciado o processo de licenciamento ambiental no município de Raposos. Contudo, a alteração da Lei Orgânica desse município, através da Emenda nº 09/2016, vedando a disposição de rejeito de mineração ou resíduos industriais em seu território, inviabilizou a continuidade do processo de licenciamento. Por esse motivo, essa opção foi descartada, não sendo possível a sua execução.



Foto: AngloGold Ashanti, 2018.

**Foto 03 Vista da vegetação existente no local indicado como Opção 2 para implantação do Aterro de Resíduos Industriais H1.**



### ***Opção 3 – Aterro entre as barragens Rapaunha e Cocuruto***

Nesta alternativa, o aterro seria implantado em uma área situada a montante da Barragem Cocuruto e a jusante da Barragem Rapaunha, apresentando as seguintes características:

- Área total da intervenção = 4,84 ha
- Capacidade instalada = 145.000 m<sup>3</sup>
- Vida útil = 10,6 anos considerando a disposição apenas o resíduo arsenical e 1,5 anos considerando a disposição conjunta de resíduo arsenical e rejeito calcinado.
- Tempo de construção= 11 meses



Foto: Pedro Moreira, 12/03/2019.

**Foto 04 Vista da vegetação existente no local indicado como Opção 3 para implantação do Aterro de Resíduos Industriais H1.**



## 7.2 Resultado da análise das alternativas locais

Reavaliando os critérios adotados para os parâmetros técnicos e socioambientais, mesmo após as alterações realizadas no projeto do Aterro H1, a Opção 3 – entre as barragens Rapaunha e Cocuruto, continua sendo a alternativa que se apresenta mais favorável para a implantação do projeto, principalmente por apresentar maior capacidade de armazenamento de resíduos e não ser necessária a intervenção em área de mata nativa e/ou APP, para a implantação da estrutura do aterro.

O resultado da análise das alternativas locais com base nos critérios e valoração definidos é apresentada no Quadro 04.

**Quadro 04 Resultado da análise dos critérios e valoração das alternativas locais para implantação do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 na Planta do Queiroz.**

Critérios		Opção 1 Montante da Barragem Rapaunha	Opção 3 Entre as barragens Rapaunha e Cocuruto	
Capacidade volumétrica	Volume máximo (m <sup>3</sup> )	51.000	145.000	
	Nota	2,5	2,5	
Vida útil	Tempo de vida (anos)	4,5	10,6	1,5
	Nota	0	5	0
Tempo de implantação	Período necessários para as obras de implantação do aterro (meses)	15	11	
	Nota	0	2,5	
Intervenção no solo	Área total (ha)	2,62	4,84	
	Intervenção em mata nativa (ha)	2,62	0	
	Intervenção em APP (ha)	0	0	
	Nota	0	10	
DMT	Distância para transporte do resíduo (km)	1,78	1,12	
	Nota	10	10	
<b>Total da valoração</b>	Somatório das notas	12,5	30	25

Fonte: Sete, 2019.





## 8. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

### 8.1 Descrição do processo atual

A Planta Industrial do Queiroz recebe o concentrado do minério proveniente das minas Cuiabá e Lamego, localizadas no município de Sabará em Minas Gerais, após as etapas de britagem, moagem, concentração gravimétrica, flotação, espessamento e filtração. Ela recebe também os *bullions*, concentrados gravimétricos e palhas de aço enriquecidos com ouro de todas as operações da AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. – AGA, no Brasil.

As principais operações de tratamento na Planta do Queiroz são:

- Repolpagem
- Ustulação
- Neutralização do calcinado
- Cianetação do calcinado
- CCD (*Counter Durrent Decantation*)
- Clarificação / precipitação-filtração
- CIP (*Carbon in Pulp*)
- Eluição / precipitação-filtração
- Fundição e Refino
- Tratamento de efluentes

Na Figura 04 é apresentado o fluxograma esquemático do tratamento do concentrado na Planta do Queiroz.

Os rejeitos gerados na unidade são o resíduo calcinado enviado à Barragem de Calcinações e o resíduo industrial oriundo da Estação de Tratamento de Efluentes – ETE (resíduo arsenical ou resíduo de gesso) enviado aos aterros de resíduos industriais. Esses rejeitos estão representados na Figura 04 pelos números 1 e 2, respectivamente.

O resíduo arsenical é o produto do tratamento de efluentes, gerado na ETE (Foto 05). A solução gerada na etapa de ustulação e lavagem de gases alimenta um espessador sendo que o *underflow*, polpa de calcinado, segue para a Hidrometalurgia e o *overflow*, água da polpa de calcinado, alimenta a ETE. Este efluente industrial possui características ácidas e arsênio solúvel, sendo necessário seu tratamento que é realizado através da adição de sulfato férrico e um controle rigoroso do pH da solução (através da adição de leite de cal), ocorrendo a precipitação do arsênio sob a forma de arsenato férrico. Esse composto é filtrado, sendo que a fração líquida volta para tratamento na ETE em um processo recirculado para remoção do arsênio residual e a parte sólida, ou lodo do processo, denominado resíduo arsenical ou resíduo de gesso, devido à grande parcela de sulfatos e cálcio utilizados na ETE, é enviado para disposição final nos aterros industriais localizados na Planta do Queiroz.



Foto: Andréa de Oliveira, 22/07/2019.

**Foto 05 Vista geral da Estação de Tratamento de Efluentes – ETE, na Planta do Queiroz.**

O rejeito calcinado é gerado do concentrado após a etapa de eluição que ocorre após a adsorção por carvão ativado – CIP (lixiviação cianetada com carvão ativado). No processo da CIP, é realizada a remoção final do ouro, a partir de um conjunto de tanques, onde a polpa tem um fluxo descendente e o carvão ativado tem um fluxo ascendente. Ao se atingir a concentração desejada de carregamento de ouro, parte do carvão ativado é transferido para uma coluna de eluição (lavagem do carvão ativado). Na eluição, o ouro adsorvido no carvão é resolubilizado com a utilização de soda cáustica aquecida. A solução eluída de ouro é enviada para a precipitação com zinco e o carvão ativado regenerado é reutilizado novamente na adsorção. Após o último tanque de adsorção, o rejeito calcinado é bombeado e depositado na Barragem Calcinados em uma condição de aproximadamente 20% de sólidos.

A Barragem Calcinados (Foto 06) foi construída no ano de 1986 e foi concebida para funcionar em circuito fechado, ou seja, toda percolação é coletada e bombeada novamente para o seu reservatório. Essa barragem encontra-se em operação, mas como uma alternativa à disposição de rejeito calcinado, a AGA prevê, a implantação de uma planta de desaguamento de rejeito que possibilitará, alternativamente, a disposição do rejeito calcinado filtrado no aterro de resíduos industriais.



Foto: Andréa de Oliveira, 22/07/2019.

**Foto 06 Vista parcial do maciço e do reservatório da Barragem Calcinados.**

Além da Barragem Calcinados, na área da Planta do Queiroz, existem outras duas barragens, denominadas Rapaunha e Cocuruto

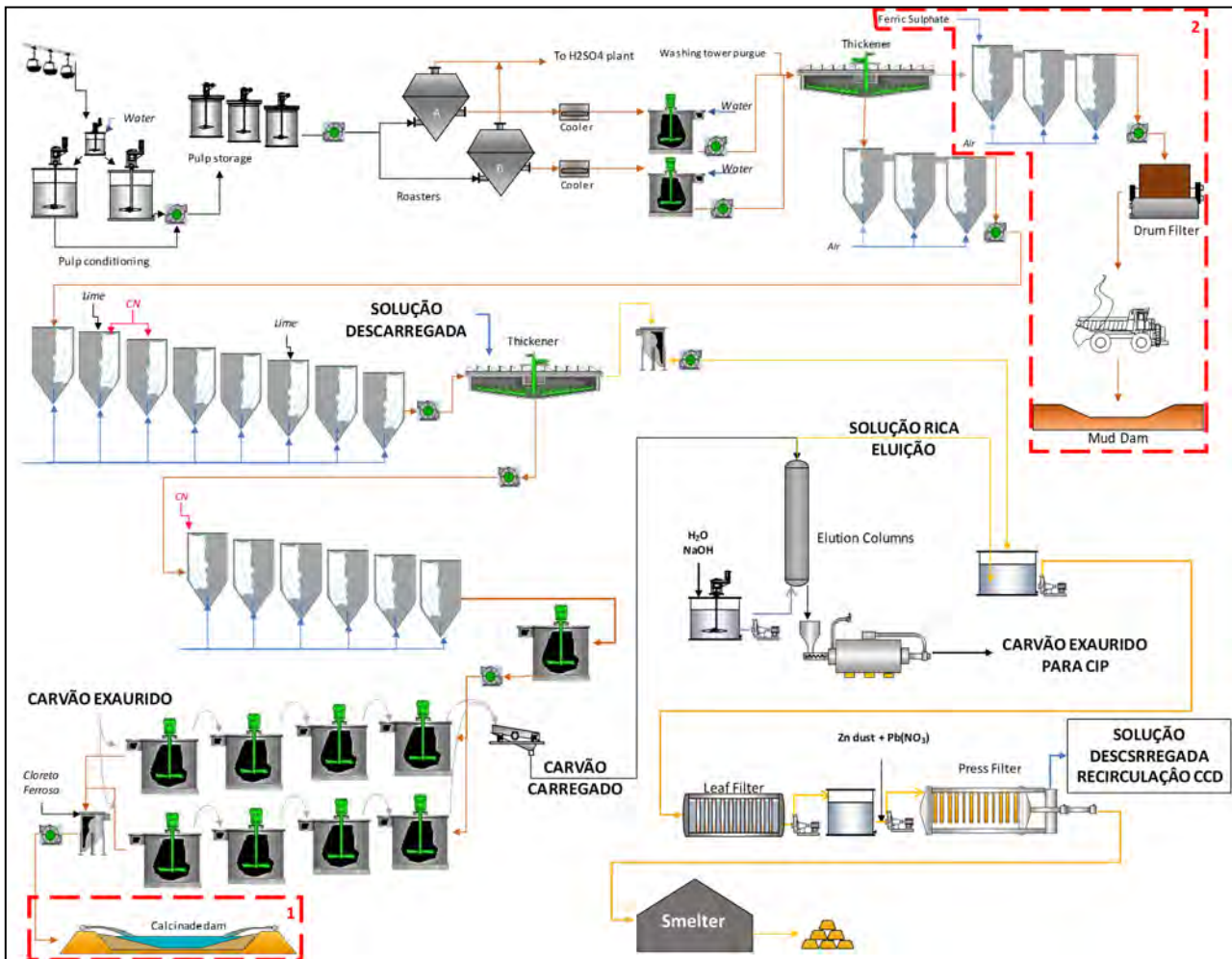
A Barragem Rapaunha, com maciço em solo compactado, iniciou suas atividades no ano de 1985 e foi construída com a finalidade de receber material inerte (rejeito de flotação), oriundo do agora paralisado circuito Raposos. Atualmente, a barragem não recebe rejeitos, apenas efluente tratado, funcionando como bacia de acumulação de água pluvial e para recirculação de água tratada do processo. Parte do efluente da Barragem Rapaunha segue para a Estação de Tratamento de Água – ETA de onde retorna para o processo de beneficiamento e parte segue seu fluxo natural, direcionado para a Barragem Cocuruto.

A Barragem Cocuruto, com maciço em solo compactado, foi constituída a partir do alteamento para jusante de uma antiga barragem da Mineração Morro Velho, atual AngloGold Ashanti, que operou até o ano de 1957. Sua construção e início de operação ocorreram em meados de 1983, tendo sido utilizada até o final do ano de 1985, quando foi esgotada a sua capacidade de armazenamento. Atualmente a Barragem Cocuruto não recebe mais rejeitos, seu reservatório recebe apenas água proveniente da Barragem Rapaunha, da drenagem geral da área industrial da Planta do Queiroz, dos efluentes sanitários, dos efluentes dos sistemas de separação de água e óleo e do efluente industrial tratados na ETE.





**Figura 04 Fluxo esquemático do tratamento do concentrado na Planta do Queiroz.**



Fonte: Vale, 2019.

## 8.2 Processo de desaguamento de rejeito

Como uma alternativa para a disposição final do rejeito calcinado que atualmente é lançado na Barragem Calcinados, será implantado um novo sistema de desaguamento de rejeito na área já antropizada da Planta do Queiroz. Tal sistema, não passível de licenciamento, será descrito a seguir, pois uma opção para a disposição final da “torta” do filtro é o seu empilhamento no Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, junto com o resíduo da ETE.

No Quadro 05 são apresentados os dados básicos do novo processo de desaguamento e no Anexo 02 o fluxograma.



### Quadro 05 Dados básicos do novo processo de Desaguamento de Rejeito da Planta do Queiroz.

Descrição	Unidade	Nominal	Projeto
<b>Dados Gerais de Operação</b>			
Operação	Dias/ano	365	-
Turnos por dia	-	3	-
Horas por turno	Horas	8	-
Disponibilidade operacional	%	85	-
Horas operacionais por ano, com disponibilidade	Dias/ano	7.446	-
Taxa de alimentação - Base Seca	t/h	32,85	39,42
Concentração de sólidos na alimentação (filtração)	%	45	-
Fator de projeto	-	-	1,2
<b>Características Gerais do Rejeito Sujeito à Filtragem</b>			
Gravidade específica	-	3,71	-
Densidade aparente da "torta" para empilhamento	t/m <sup>3</sup>	1,9	-
Ângulo de repouso	Graus	35	-
Ângulo de acomodação	Graus	20	-
Granulometria	µm	80	-
pH da polpa	-	10,5	-
Umidade final da "torta" do filtro	% w/w H <sub>2</sub> O	35	35
Método de disposição	-	Empilhamento em vala	
<b>Filtragem - Nova</b>			
Fornecedor	-	MATEC	-
Modelo	-	Magnum FP 2000 x 2000	
Dimensão das placas	m	2,0 x 2,0	-
Número de placas	-	100	-
Tempo total de ciclo	min	19	-
Espessura prevista da "torta"	mm	35	-
Previsão de lavagem do filtro	-	Uma vez por semana	
Volume útil do filtro	m <sup>3</sup>	11,4	-
Concentração de sólidos no filtrado	%	< 1	-
Método de descarga	-	Por correia transportadora	
Empilhamento	-	Por transportador radial	
Volume da pilha	m <sup>3</sup>	1.150	-
Vazão de ar (em cinco minutos)	m <sup>3</sup> /min	2	-
<b>Espeçamento - Existente Restaurado</b>			
Tipo de espessador	-	Convencional	
Diâmetro	m	30	-
Taxa de sedimentação	m <sup>2</sup> /t/h	8,66	-
Floculante Kemira A-120	g/t	15	-
Concentração de sólidos na alimentação do espessador	%	12	-
Concentração de sólidos no <i>underflow</i> do espessador	%	45	-



Descrição	Unidade	Nominal	Projeto
<b>Reagente – Novo (Peróxido de Hidrogênio)</b>			
Concentração	%	50	-
Dosagem	g/t	69	90
Ponto de dosagem	-	Overflow do espessador 0596-EP-002 e Tanque de filtrado	

Fonte: AngloGold Ashanti, 2019.

### 8.2.1 Espessamento

Para o espessamento do rejeito da lixiviação será utilizado o espessador existente que se encontra desativado, o qual deverá passar por manutenção e restauração completa.

O fluxo proveniente da caixa de rejeito CIP 538-CX-002 (existente) apresenta três possibilidades de direcionamento: Barragem Calcinados (existente), alimentação do tanque do filtro prensa (0596-FL-01 – novo) e, preferencialmente, alimentação do espessador 0591-EP-002A (existente restaurado) via bombas de polpa 0538-BP-002A (existente) e 0538-BP-002R (existente – reserva).

O *underflow* do espessador 0591-EP-002A será encaminhado para o tanque 0596-TQ-001A (novo), dotado do agitador 0596-AG-001A (novo), através das bombas 0591-BP-023A (nova) e 0591-BP-023R (nova – reserva), e, posteriormente, alimentará o filtro 0596-FL-001A (novo), através da bomba centrífuga 0596-BP-001A (nova).

O *overflow* do espessador 0591-EP-002A receberá dosagem de peróxido de hidrogênio para oxidação do cianeto residual presente e será encaminhado para os tanques da ETE (existente), através das bombas 0591-BP-022A (nova) e 0591-BP-022R (nova – reserva) e, posteriormente, alimentará os tanques do pré-tratamento existentes.

### 8.2.2 Filtragem

A filtragem do *underflow* do espessador 0591-EP-002A (existente restaurado) será realizada pelo filtro prensa 0596-FL-001A (novo) de capacidade estimada em 32,85 t/h (base seca), equipado com o compressor 0596-CS-001A (novo).

Um tanque de água (0596-TQ-003A – novo) enviará a água de processo para o filtro prensa através da bomba de alimentação 0596-BP-001A (nova).

A “torta” final seguirá para a correia transportadora 0596-TC-001A (nova). Posteriormente seguirá através do transportador de correia radial 0596-TC-002A (novo) e será armazenada na forma de pilha.

Já o filtrado seguirá para o tanque 0596-TQ-002A (novo) e será bombeado para a ETE (existente) pelas bombas centrífugas 0596-BP-002A (nova) e 0596-BP-002R (nova – reserva).



O tanque de filtrado também receberá peróxido de hidrogênio através da bomba dosadora 0596-BD-001A (nova), para neutralizar o teor remanescente de cianeto presente no filtrado.

A “torta” final passará por um chute e será empilhada para transporte para disposição final no Aterro de Resíduos Industriais H1.

Uma bomba de poço (0596-PP-001A) fará a drenagem da área do filtro prensa (0596-FL-001A) e enviará o fluxo para a Barragem Rapaunha, existente.

Toda a solução filtrada gerada na área da filtração será destinada para a ETE existente para tratamento dos contaminantes presentes. O controle e monitoramento dos efluentes residuais da Estação de Tratamento continuará conforme realizado atualmente. As dosagens de reagentes serão ajustadas de acordo com os resultados laboratoriais gerados pelos monitoramentos de forma a garantir que o efluente descartado no curso de água esteja dentro dos padrões regulamentados.

### ***Transporte da “torta” filtrada***

A retomada das pilhas pulmão de rejeito filtrado será realizada por carregadeiras e o transporte será realizado por caminhões (aproximadamente 03 caminhões por hora) para disposição no Aterro H1, onde o rejeito filtrado será depositado juntamente com o resíduo arsenical proveniente da ETE existente.

## **8.3 Caracterização dos resíduos**

### **8.3.1 Resíduo arsenical**

O resíduo arsenical, oriundo da ETE com concentração de arsênio, também chamado de resíduo de gesso, é um material homogêneo, com cerca de 30% de umidade, não é emissor de gases e também não é inflamável. É um material de coloração avermelhada devido à presença de sulfato férrico e tende a perder umidade ao longo do tempo. A Foto 07 apresenta o aspecto do resíduo arsenical que atualmente é disposto nos Aterros E/G.





Foto: Andréa de Oliveira, 22/07/2019.

### Foto 07 Resíduo arsenical disposto nos Aterros E/G.

Em 2016, a SGS Geosol realizou ensaios de lixiviação e solubilização com amostras do resíduo arsenical coletadas na saída da ETE, seguindo as normas NBR 10.005 (Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos) e NBR 10.006 (Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos) e comparou os resultados com os critérios para classificação de resíduos sólidos, definidos pela norma ABNT – NBR 1004:2004. Com esse estudo, o resíduo arsenical foi classificado como Classe I (Perigoso) com código D005 por apresentar teor de arsênio na amostra lixiviada acima do limite máximo permitido e como não Corrosivo nem Reativo, por não apresentar características corrosivas e reativas segundo os critérios estabelecidos pela norma de referência (ABNT – NBR 10.004:2004).

### 8.3.2 Rejeito calcinado

No estudo realizado pela SGS Geosol em 2016, também foram coletadas 40 amostras simples do rejeito calcinado em diferentes pontos do processo de beneficiamento, para realização dos ensaios de lixiviação e solubilização. De acordo com os resultados obtidos, essas amostras também foram classificadas como resíduo Classe I representando o que será o novo resíduo gerado pela Planta de Desaguamento de Rejeito, a “torta” do filtro, que deve ser destinada como um resíduo perigoso. Por isso, o Aterro H1 se apresenta como uma alternativa para a disposição desse novo resíduo que será gerado na Planta do Queiroz.



## 8.4 Implantação do Aterro H1

Neste item são apresentadas as características construtivas do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, com base no documento elaborado pela Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental – AA-104-WA-0547-202-RL-004 – Revisão 5, de 27/08/2019, apresentado no Anexo 03.

### 8.4.1 Premissas do projeto

A revisão do projeto detalhado do Aterro H1 foi elaborada considerando os critérios e premissas apresentados a seguir:

- O aterro foi dimensionado para conter a máxima capacidade volumétrica de resíduo.
- A contenção em torno do aterro deve ser construída em solo reforçado, tendo uma altura máxima de 10,0 m.
- O fundo da vala deve ser revestido com uma geomembrana e possuir um sistema de detecção de vazamentos constituído de modo a permitir a coleta e direcionamento dos fluxos para uma caixa de monitoramento.
- O sistema de coleta de líquidos percolados foi dimensionado considerando a drenagem da água da chuva e a drenagem da água de infiltração pelo resíduo.
- Todo o líquido coletado deve ser direcionado para a ETE instalada na planta industrial

### 8.4.2 Características do Aterro H1

O terreno na região de implantação do Aterro H1 encontra-se, no ponto mais alto, na El. 819,0 m. Após a análise dos resultados de sondagem disponíveis, adotou-se a premissa de que o nível d'água se encontra a mais de 10,0 m de profundidade. Assim, o fundo da bacia foi mantido na cota El. 810,0 m, de modo a garantir, entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível de água subterrânea, uma camada mínima de 1,5 m de solo insaturado. Os taludes serão de 3V:2H e todo o material excedente da escavação para a formação da bacia será estocado na Área de Disposição de Material Excedente – ADME e será utilizado como um reforço para o maciço da Barragem Rapaunha.

Para garantir geometria adequada para o armazenamento de resíduos na bacia, será construído um muro de solo reforçado com geogrelha com altura de 9,6 m, 12,0 m de largura de base e crista na El. 824,5m. O talude de montante será protegido por gabião tipo caixa com aproximadamente 2° de inclinação e o talude de jusante será em solo envelopado com 70° de inclinação.

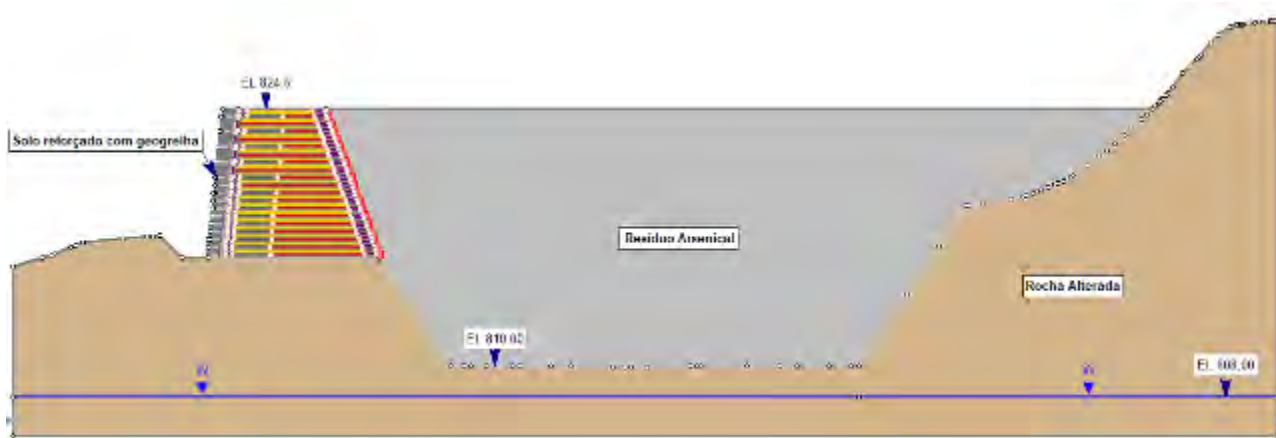
As superfícies internas serão revestidas com geomembrana de Polietileno de Alta Densidade – PEAD. Abaixo dessa geomembrana de PEAD será implantado um sistema para detecção de eventuais vazamentos e acima dela será implantado um sistema de coleta e remoção de líquidos percolados.

A capacidade total de armazenamento de resíduos no Aterro H1 será de cerca de 145.000 m<sup>3</sup>.

Na Figura 05 é apresentada a seção típica do Aterro H1 na sua configuração final.



**Figura 05 Seção típica da configuração final do Aterro H1.**



Fonte: Walm, 2019.

### 8.4.3 Sistemas de proteção operacional

#### 8.4.3.1 Sistema de impermeabilização

De modo a garantir o enclausuramento do resíduo industrial as superfícies internas do Aterro H1 serão revestidas com geomembrana de PEAD lisa, com espessura de 1,5 mm e resistência suficiente para absorver os esforços de tração gerados pelo material depositado.

#### 8.4.3.2 Sistema de drenagem superficial

O sistema de drenagem superficial será formado por canaletas, descidas d'água e bacia de dissipação conforme previsto no projeto Walm (2019).

Durante a fase de operação do Aterro H1, o sistema de drenagem superficial irá circundar a estrutura evitando que as águas precipitadas na área sejam direcionadas para dentro da vala. O canal de drenagem CP-01 será construído em concreto, com seção trapezoidal, inclinação de 1,0H:1,0V e altura de 0,5 m para suportar uma vazão de 0,41 m<sup>3</sup>/s. Esse canal contará com um trecho em degraus e uma bacia de dissipação.

Para o fechamento do Aterro H1, o sistema de drenagem superficial projetado tem como objetivo evitar o acúmulo de água no topo do aterro e minimizar as infiltrações de modo a evitar possíveis problemas de erosão após a vida útil da estrutura. O canal CP-02 está dimensionado para suportar uma vazão de 0,36 m<sup>3</sup>/s e será construído em seção trapezoidal, com inclinação de 1,5H:1,0V e altura de 0,5 m, não sendo necessária a implantação de degraus devido à pequena vazão estimada. Por se tratar de uma estrutura a ser instalada ao final da vida útil do aterro será utilizado o revestimento Colchão Reno ® com espessura de 0,3 m e diâmetro nominal da pedra de 0,125 m.



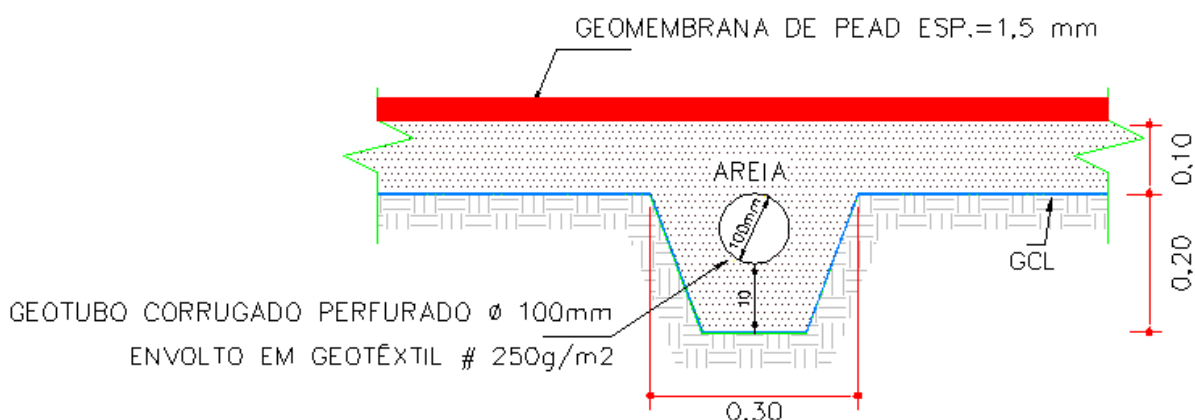


### 8.4.3.3 Sistema de detecção de vazamentos

O sistema de detecção de vazamentos deverá coletar e conduzir os possíveis fluxos percolados pela geomembrana, direcionando-os para um ponto de monitoramento denominado “caixa de inspeção” permitindo a rápida identificação de qualquer anomalia na impermeabilização.

Na Figura 06 é apresentado o modelo adotado para o dimensionamento do sistema de detecção de vazamentos.

**Figura 06 Modelo do sistema de detecção de vazamentos.**



Fonte: Walm, 2019.

### 8.4.3.4 Sistema de coleta e remoção dos líquidos percolados

O sistema de drenagem para coleta e remoção dos líquidos percolados no Aterro H1 será constituído por uma camada de areia com 0,4 m de espessura, associada a cordões de drenagem de seção retangular com 0,6 m de largura e 0,4 m de espessura, dispostos em forma de espinha de peixe ao longo de todo o colchão de areia projetado.

O cordão principal será formado por um tubo perfurado do tipo Kananet DN 230 mm para a condução da água captada para o poço de coleta de percolados, enquanto os cordões secundários serão de tubo Kananet DN 100 ou material granular (brita 1) envolvida por geotêxtil filtrante (tipo Bidim RT 16).

O dimensionamento desse sistema considerou duas condições operacionais distintas: a drenagem da água de chuva incidente diretamente sobre a bacia e a drenagem da água de infiltração pelo resíduo arsenical, levando-se em conta os tempos de retorno – TR de 100 anos.

Todo o percolado gerado será direcionado para o poço de percolados de onde será bombeado para a ETE em operação na Planta do Queiroz, através de uma bomba com capacidade de direcionar uma vazão superior a 80 m<sup>3</sup>/h.

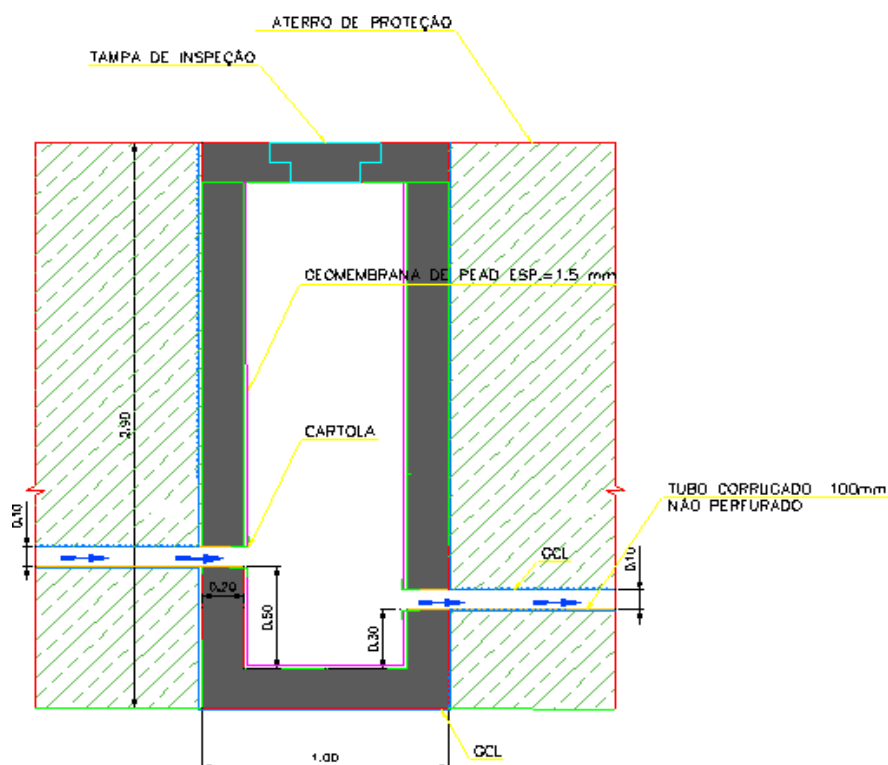


#### 8.4.3.5 Caixa de inspeção

O fluxo de percolado gerado por uma eventual falha no sistema de impermeabilização do Aterro H1 será unido à vazão dos líquidos percolados em um poço de sucção e posteriormente bombeado para um reservatório através de bombas submersas.

A caixa de inspeção (Figura 07) que receberá esses líquidos contará com um sistema de impermeabilização constituído por geomembrana de PEAD com espessura de 1,5 mm e será construída em concreto armado com fck de 25,0 Mpa, lajes com 0,2 m de espessura, seção de 1,0 m x 2,9 m e profundidade adequada para atender ao fluxo de efluentes gerados.

**Figura 07 Detalhe da caixa de inspeção.**



Fonte: Walm, 2019.

#### 8.4.3.6 Sistema de monitoramento ambiental

Serão instalados quatro piezômetros para o monitoramento ambiental, sendo um a montante e três a jusante da bacia do Aterro H1. Esses piezômetros serão instalados no terreno de fundação, devendo atingir nível da água subterrânea.



#### 8.4.4 Análises de estabilidade

Os parâmetros de resistência adotados para o aterro compactado e o resíduo industrial foram obtidos dos ensaios geotécnicos de laboratório realizados pela Geothra Geologia e Geotecnia (2016), apresentados no relatório emitido pela DAM Engenharia (Walm, 2019).

Para a rocha alterada, os parâmetros de resistência foram estimados com base na experiência em materiais de características semelhantes.

Os valores adotados encontram-se apresentados no Quadro 06.

**Quadro 06 Parâmetros de resistência dos materiais do Aterro de Resíduos Industriais H1.**

Material	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	Parâmetros e Resistência Efetivos	
		$c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi'$ (°)
Aterro compactado	17,5	14,7	28,5
Resíduo arsenical	16,8	12	33,1
Rocha alterada	21	30	38
Gabião	17,0	90	17

Fonte: Walm, 2019.

Os parâmetros de resistência adotados para o muro em solo reforçado foram disponibilizados pelo fornecedor e são apresentados no Quadro 07.

**Quadro 07 Parâmetros do muro em solo reforçado do Aterro de Resíduos Industriais H1.**

Material	Resistência à tração (kN/m)	Coefficiente de interação reforço-silte*
Terramesh System	50,11	0,5
MacGrid WG - 040	40,00	0,7

Fonte: Walm, 2019.

O material de empréstimo ensaiado pela Geothra (2016) foi caracterizado com um silte argiloso.

##### 8.4.4.1 Seções analisadas

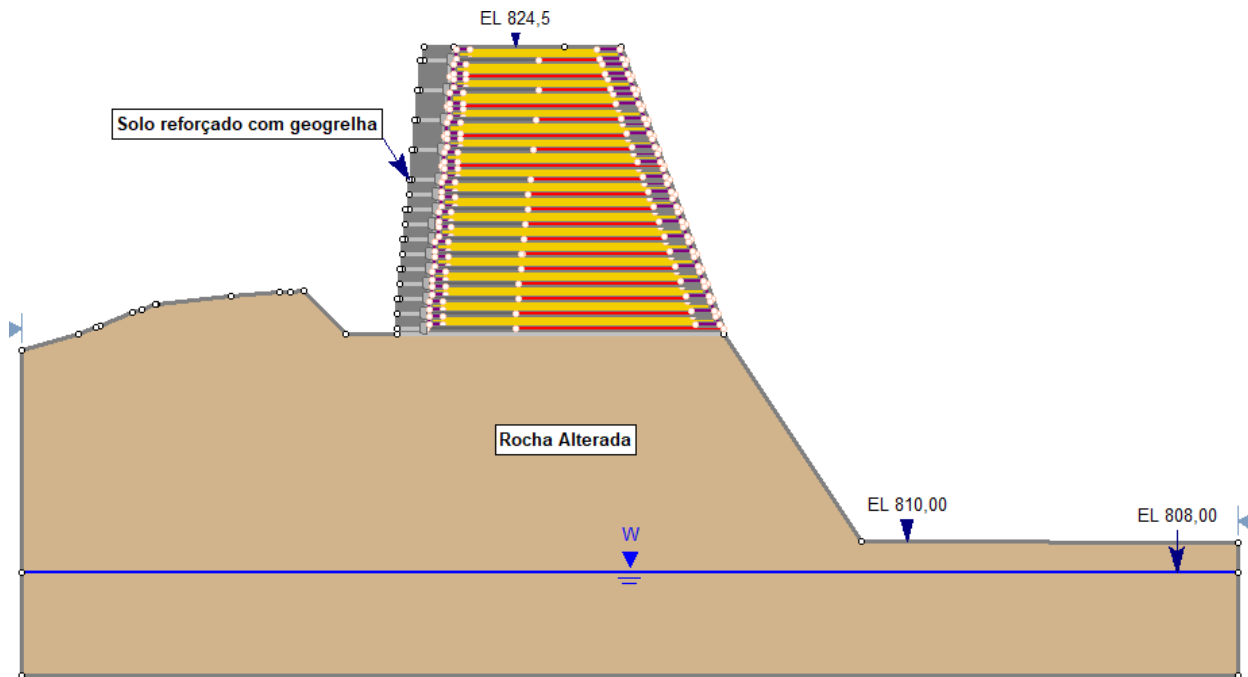
Para a avaliação da estabilidade da estrutura, foram analisadas as seções consideradas críticas, adotando-se que o nível d'água da encosta, está situado a aproximadamente 2,0 m do fundo da escavação.

As seções críticas consideradas foram:

- Seção de maior altura do solo reforçado (Figura 08).
- Seção de maior altura de escavação da bacia com o reservatório vazio (Figura 09).

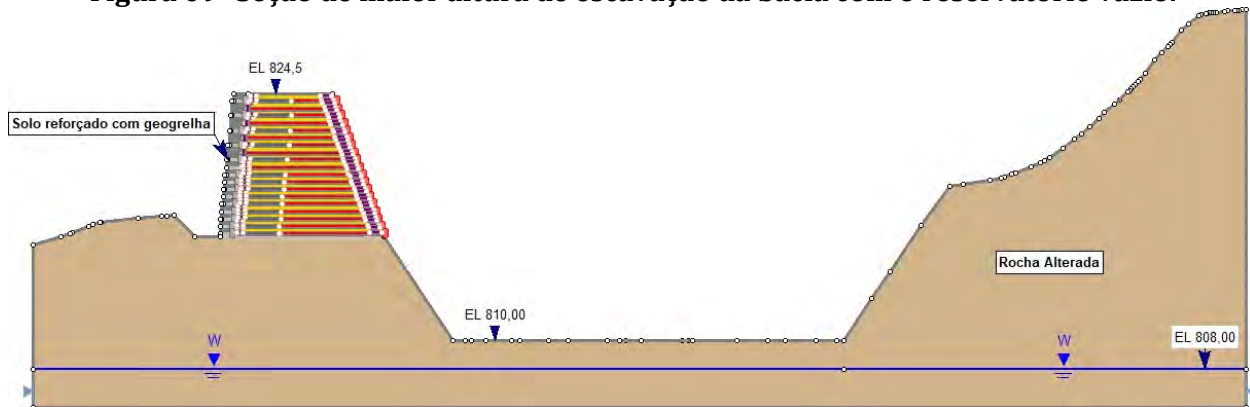


**Figura 08** Seção de maior altura do solo reforçado.



Fonte: Walm, 2019.

**Figura 09** Seção de maior altura de escavação da bacia com o reservatório vazio.



Fonte: Walm, 2019.





#### 8.4.4.2 Resultados obtidos

Os resultados obtidos nas análises de estabilidade realizadas, para as condições de contorno adotadas e as seções estudadas, são apresentados no Quadro 08 e mostram fatores de segurança acima dos valores mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 11.682.

**Quadro 08 Resultados das análises de estabilidade para o Aterro de Resíduos Industriais H1.**

<b>Estrutura</b>	<b>Seção Analisada</b>	<b>Condição</b>	<b>Fator de Segurança Mínimo</b>	<b>Fator de Segurança Obtido</b>
EL.824,5 m	Talude de jusante em solo envelopado	Análise de Estabilidade Global – Reservatório vazio	1,50	1,53
EL.824,5 m	Talude de jusante em solo envelopado	Análise de Estabilidade Local – Reservatório vazio	1,50	2,01
EL.824,5 m	Talude de montante protegido por gabião	Análise de Estabilidade Global – Reservatório vazio	1,50	2,00
EL. 824,5 m	Talude de montante protegido por gabião	Análise de Estabilidade Local – Reservatório vazio	1,50	2,00
EL. 824,5 m	Solo reforçado com geogrelha	Análise de Estabilidade Global – Reservatório cheio	1,50	1,78
EL. 824,5 m	Talude de encosta natural	Análise de Estabilidade Global – Reservatório vazio	1,50	1,72
EL. 824,5 m	Talude de encosta natural	Análise de Estabilidade Global – Reservatório cheio	1,50	2,88

Fonte: Walm, 2019.



## 8.5 Operação do Aterro H1

A operação do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1 será realizada de modo análogo à operação dos aterros em atividade na Planta do Queiroz. A disposição dos resíduos será efetuada através de caminhões basculantes 15 t (aproximadamente 5 viagens por dia), que receberão os resíduos na Estação de Tratamento de Efluentes – ETE e o rejeito calcinado após filtragem, percorrendo por acessos não pavimentados, já existentes (cerca de 1,12 km) até o aterro para o descarregamento e disposição final do resíduo.

Reforça-se que toda a drenagem pluvial que estará em contato com o resíduo será direcionada para o interior do Aterro H1, onde será drenada e encaminhada, através de bombeamento, para a Barragem Calcinados. Já as drenagens pluviais oriundas das canaletas de drenagem de entorno do aterro serão encaminhadas para a Barragem Cocuruto.

Quando instalado, por se tratar de um aterro para disposição de resíduo Classe I, além da impermeabilização do terreno, o Aterro H1 contará com todas as medidas de controle similares às medidas aplicáveis a uma estrutura geotécnica. Também possuirá um acompanhamento de seus aspectos ambientais, conforme apresentado no Plano de Controle Ambiental – PCA, elaborado para a implantação e operação da estrutura.

## 8.6 Fechamento do Aterro H1

Conforme preconizado na Norma ABNT NBR 10.157 – Aterros de resíduos - Critérios para projeto, construção e operação, por ocasião do encerramento da operação do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, devem ser tomadas medidas de forma a minimizar a necessidade de manutenções futuras, além de minimizar, ou evitar, a liberação de emissões/efluentes com potencial de contaminação, assim como efetuado nos aterros já exauridos da Planta do Queiroz.

O plano de desativação do Aterro H1 consiste na implantação de um sistema de impermeabilização da parte superior do aterro industrial. Assim para o fechamento da estrutura deverá ser executada uma camada impermeável constituída por um geotêxtil e uma geomembrana de PEAD lisa com 1,5 mm de espessura soldada à geomembrana existente. Sobre esta camada da geomembrana, deverá ser lançado outro geotêxtil para proteção mecânica e por último executada uma camada de solo vegetal com 0,30 m de espessura com a função de promover o crescimento da vegetação rasteira e prevenir erosões.

A camada de aterro superficial deverá ter um sistema de drenagem de modo a evitar o acúmulo de água no topo do aterro, minimizar as infiltrações e evitar possíveis problemas de erosão, sendo protegida com vegetação rasteira.

Em suma, as ações correspondentes ao fechamento do Aterro H1 são descritas a seguir e representadas na Figura 10.



- Regularização do aterro;
- Cobertura da superfície com camada de areia fina para proteção da manta de geotêxtil;
- Fechamento com geomembrana de PEAD;
- Drenagem superficial da área;
- Cobertura com solo-base do plantio para revegetação;
- Semeadura / revegetação com espécies apropriadas.

**Figura 10** Esquema básico de fechamento do Aterro de Resíduos Industriais H1.



Fonte: Sete, 2018.

## 8.7 Atividades preliminares e estruturas de apoio

### 8.7.1 Vias de acesso

Para acesso à área do Aterro H1 serão utilizadas as vias de acesso existentes e em operação na Planta do Queiroz, não sendo necessária nenhuma alteração ou melhoria, além das manutenções operacionais de rotina. Os acessos dentro da Área Diretamente Afetada – ADA do projeto do Aterro H1 correspondem a uma área de 1,15 ha.

### 8.7.2 Supressão da vegetação

A área de intervenção total do projeto do Aterro H1 corresponde a 9,75 ha, mais a área industrial da Planta do Queiroz que ocupa 19,52 ha. Dentro desses 9,75 ha, 0,51 ha correspondem a áreas com vegetação que serão suprimidos para instalação do aterro e da área de disposição de material excedente - ADME.

### 8.7.3 Preparação do terreno

Para a implantação do Aterro H1 será necessária a supressão da vegetação e a limpeza do terreno, com a remoção do material orgânico e do *top soil*. Após essa etapa será feita a escavação da área, sendo o solo retirado utilizado para a construção do muro e o excedente depositado na área de deposição de material excedente – ADME, localizada a jusante do maciço da Barragem Rapaunha.



#### 8.7.4 Canteiro de obras

Para as obras de implantação do Aterro H1 será implantado um canteiro de obras com área de 0,32 ha localizado próximo à Barragem Calcinados, em um local que já foi utilizado anteriormente como canteiro para outras obras realizadas na Planta do Queiroz.

O canteiro será instalado em container ou construído, preferencialmente, com estruturas pré-moldadas de madeira, facilmente desmontáveis, com alvenaria somente nos pisos. Ele será dotado das seguintes instalações:

- Escritórios: para realização das atividades administrativas, com copas e banheiros;
- Refeitórios: com área de vivência e espaço para alimentação dos empregados;
- Vestiário: com sanitários e chuveiros;
- Almoxarifado: para guarda de materiais de pequeno porte;
- Estacionamento: para veículos leves e equipamentos pesados, devidamente sinalizado;
- Área para armazenamento temporário de resíduos sólidos;
- Sistema de tratamento de efluentes sanitários: formado por fossa séptica + filtro anaeróbio + sumidouro.





## 8.8 Cronograma

Na Figura 11 é apresentado o cronograma para implantação, operação e fechamento do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1. Contudo, é importante destacar que a etapa de implantação pode ser influenciada em função da intensidade do período chuvoso, o que pode causar atrasos na implantação do empreendimento.

**Figura 11 Cronograma de Implantação, Operação e Fechamento do Aterro de Resíduos Industriais H1.**

Atividade	Meses																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
<b>Implantação do Aterro H1 (11 meses)</b>																																							
Mobilização	█																																						
Serviços topográficos	█																																						
Instalação do canteiro de obras	█																																						
Supressão da vegetação e limpeza da fundação		█																																					
Implantação da drenagem superficial			█																																				
Construção do muro de solo reforçado				█																																			
Implantação do acesso					█																																		
Escavação da bacia						█																																	
Implantação do sistema de detecção de vazamentos							█																																
Impermeabilização do aterro								█																															
Implantação da drenagem interna									█																														
Instalação dos piezômetros										█																													
<b>Operação do Aterro H1 (considerando o lançamento conjunto do resíduo arsenical e do rejeito calcinado = 1,5 anos)</b>																																							
Disposição dos resíduos																																							
<b>Fechamento do Aterro H1</b>																																							
Impermeabilização superior																																							
Cobertura com solo vegetal																																							
Implantação da drenagem superficial																																							
Revegetação																																							

Fonte: Sete, 2019.



## 9. REQUISITOS LEGAIS

A legislação ambiental no Brasil é uma das mais completas e avançadas do mundo e é atualizada constantemente com o objetivo de responder aos anseios da sociedade com relação à proteção ao meio ambiente e punição aos responsáveis por crimes ambientais.

Assim, a instalação de um empreendimento deve ser avaliada com relação à legislação aplicável e normas legais pertinentes, de forma a compatibilizar a sua implantação com a proteção e conservação dos recursos ambientais.

Para o Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, as principais legislações relacionadas ao uso e ocupação do solo, à gestão de resíduos, às emissões atmosféricas e à geração de efluentes, já foram apresentadas no Estudo de Impacto Ambiental – EIA elaborado pela SETE em 2018.

Para esse Adendo, serão listadas a seguir apenas as legislações que foram publicadas entre Janeiro/2018 e Dezembro/2019 e que estão relacionadas com a atividade a ser desenvolvida no Aterro H1.

### 9.1 Legislação Federal

Decreto Federal nº 9.406, de 12 de junho de 2018 – Regulamenta o Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227/1967) e as leis relacionadas ao tema (Lei nº 6.567/1978 e Lei nº 7.805/1989). Regulamenta também parte da Lei nº 13.575/2017 que criou a Agência Nacional de Mineração – ANM. Revoga os Decretos nº 62.934/1968, nº 98.812/1990 e nº 3.358/2000.

Portaria MMA nº 32, de 23 de janeiro de 2019 – Proíbe o corte de Pequizeiro (*Caryocar* spp.) em áreas situadas fora dos limites do bioma Amazônia, exceto nos casos de exemplares plantados.

Resolução ANM nº 07, de 11 de abril de 2019 – Define, nos termos do Artigo 70, o valor das multas previstas nos incisos V, IX, X, XI, XII, XIII, XVI, XVIII e XIX do Artigo 34 do Decreto nº 9.406/2018, que regulamenta o Código de Mineração.

Resolução ANM nº 13, de 08 de agosto de 2019 – Estabelece medidas regulatórias objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado “a montante” ou por método declarado como desconhecido e dá outras providências. Revoga a Resolução nº 04/2019.

Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018 – Estabelece os padrões de qualidade do ar. Revoga a Resolução CONAMA nº 03/1990 e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução CONAMA nº 05/1989.

Instrução Normativa IBAMA nº 12, de 13 de abril de 2018 – Institui o regulamento de enquadramento de pessoas físicas e jurídicas no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais.



Instrução Normativa IBAMA nº 14, de 26 de abril de 2018 – Estabelece as regras de transição para as solicitações de atividades florestais protocoladas nos órgãos do SISNAMA antes da data de implantação definitiva do SINAFLORE em 02/05/2018.

Instrução Normativa IBAMA nº 09, de 25 de fevereiro de 2019 – Estabelece critérios e procedimentos para anuência prévia à supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração. Revoga as IN IBAMA nº 22/2014 e nº 04/2015.

Instrução Normativa ICMBio nº 01, de 15 de janeiro de 2018 – Estabelece os procedimentos para a concessão da Anuência para Autorização para Supressão de Vegetação no interior de unidades de conservação federais para atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, ou não, nas hipóteses admitidas pela Lei nº 9.985/2000, Decreto nº 4.340/2002 e por seu respectivo Plano de Manejo. Revoga a IN ICMBio nº 09/2010.

## 9.2 Legislação Estadual

Lei Estadual nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019 – Institui a Política Estadual de Segurança de Barragens. Revoga a Lei nº 15.056/2004.

Decreto Estadual nº 47.383, de 02 de março de 2018 – Estabelece normas para o licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação de penalidades. Revoga os Decretos nº 44.844/2008 e nº 46.967/2016.

Decreto Estadual nº 47.580, de 28 de dezembro de 2018 – Estabelece o regulamento da Taxa Florestal. Revoga o Decreto nº 36.110/1994.

Decreto Estadual nº 47.749, de 11 de novembro de 2019 – Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Revoga o Decreto nº 43.710/2004.

Deliberação Normativa COPAM nº 220, de 21 de março de 2018 – Estabelece diretrizes e procedimentos para a paralisação temporária da atividade minerária e o fechamento de mina, estabelece critérios para elaboração e apresentação do Relatório de Paralisação da Atividade Minerária, do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD e do Plano Ambiental de Fechamento de Mina – PAFEM e dá outras providências. Revoga a DN COPAM nº 127/2008.

Deliberação Normativa COPAM nº 225, de 25 de julho de 2018 – Dispõe sobre a convocação e a realização de audiências públicas no âmbito dos processo de licenciamento ambiental estadual. Revoga a DN COPAM nº 12/1994.

Deliberação Normativa COPAM nº 233, de 24 de julho de 2019 – Dispõe sobre a prorrogação dos prazos de validade das licenças de operação, conforme o disposto no inciso IV do artigo 15 do Decreto nº 47.383/2018.



Deliberação Normativa COPAM n.º 236, de 02 de dezembro de 2019 – Regulamenta o disposto na alínea “m” do inciso III do Artigo 3 da Lei n.º 20.922/2013, para estabelecer demais atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental para fins de intervenção em área de preservação permanente e dá outras providências. Revoga as DN COPAM n.º 73/2004, n.º 114/2008 e n.º 226/2018.

Portaria IGAM n.º 02, de 26 de fevereiro de 2019 – Dispõe sobre a regulamentação dos artigos 8, 9, 10, 11 e 12 da Lei n.º 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB.

Resolução SEMAD n.º 2.890, de 04 de novembro de 2019 – Institui o Sistema de Licenciamento Ambiental no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

## 10. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

A definição das áreas de influência de um empreendimento é uma ferramenta chave para a realização dos estudos ambientais, uma vez que, somente a partir de sua definição, é possível orientar as diferentes análises temáticas, bem como avaliar a intensidade e a abrangência dos impactos a serem provocados pelas atividades necessárias para a sua implantação e operação.

As áreas de estudo do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1 foram definidas de forma a delimitar espacialmente o nível de influência do projeto na sua região de inserção, sendo abordada de maneira diferenciada de acordo com o meio a ser estudado.

Como foi mantida a localização do Aterro H1 dentro da Planta do Queiroz, também foram mantidas as áreas de influência direta – AID e indireta – AII, sendo alterada apenas a área diretamente afetada – ADA, tendo em vista a sua adequação às alterações realizadas no projeto.

### 10.1 Área Diretamente Afetada – ADA

A ADA corresponde ao polígono que abrange as áreas a serem efetivamente ocupadas pelo projeto, onde ocorrerão as intervenções diretas das estruturas que o compõem, incluindo aquelas destinadas à instalação da infraestrutura necessária à sua implantação e operação. A ADA corresponde às áreas de inserção do Aterro H1, seus acessos, tubulações, área de disposição de material excedentes – ADME e área de recuperação (antiga área de empréstimo da adequação hidráulica da Barragem Calcinados), apresentando uma área total de 9,75 ha, distribuídos conforme detalhado abaixo, além da Planta do Queiroz com 19,52 ha.

- Aterro H1 = 4,84 ha
- Acessos = 1,15 ha
- Canteiro de obras = 0,32 ha
- ADME = 2,03 ha
- Área de recuperação = 1,41 ha





## 10.2 Área de Influência Direta – AID

Corresponde à área geográfica no entorno imediato do projeto, onde poderão incidir, principalmente os impactos significativos, não excluindo a possibilidade também da ocorrência de impactos não significativos, em função da implantação, operação e fechamento do empreendimento. Para o Aterro H1 a AID inicialmente definida foi mantida e está delimitada para os meios físico, biótico e socioeconômico, conforme detalhado abaixo.

### *Meio físico e biótico*

De acordo com a localização do empreendimento e a sua correlação com as operações da unidade industrial, a AID tanto para o meio físico e biótico foi delimitada coincidente com os limites topográficos localizados no entorno imediato da Planta do Queiroz o que delimita a drenagem da sub-bacia do córrego Mina d'Água.

### *Meio socioeconômico*

Apesar da propriedade da Planta do Queiroz está restrita ao município de Nova Lima, a sua localização é próxima à divisa deste com o município de Raposos. Assim a AID para o meio socioeconômico engloba os bairros do Mingu, Mina d'Água e Galo Novo pertencentes ao município de Nova Lima e o bairro Galo Velho que pertence ao município de Raposos.

## 10.3 Área de Influência Indireta – AII

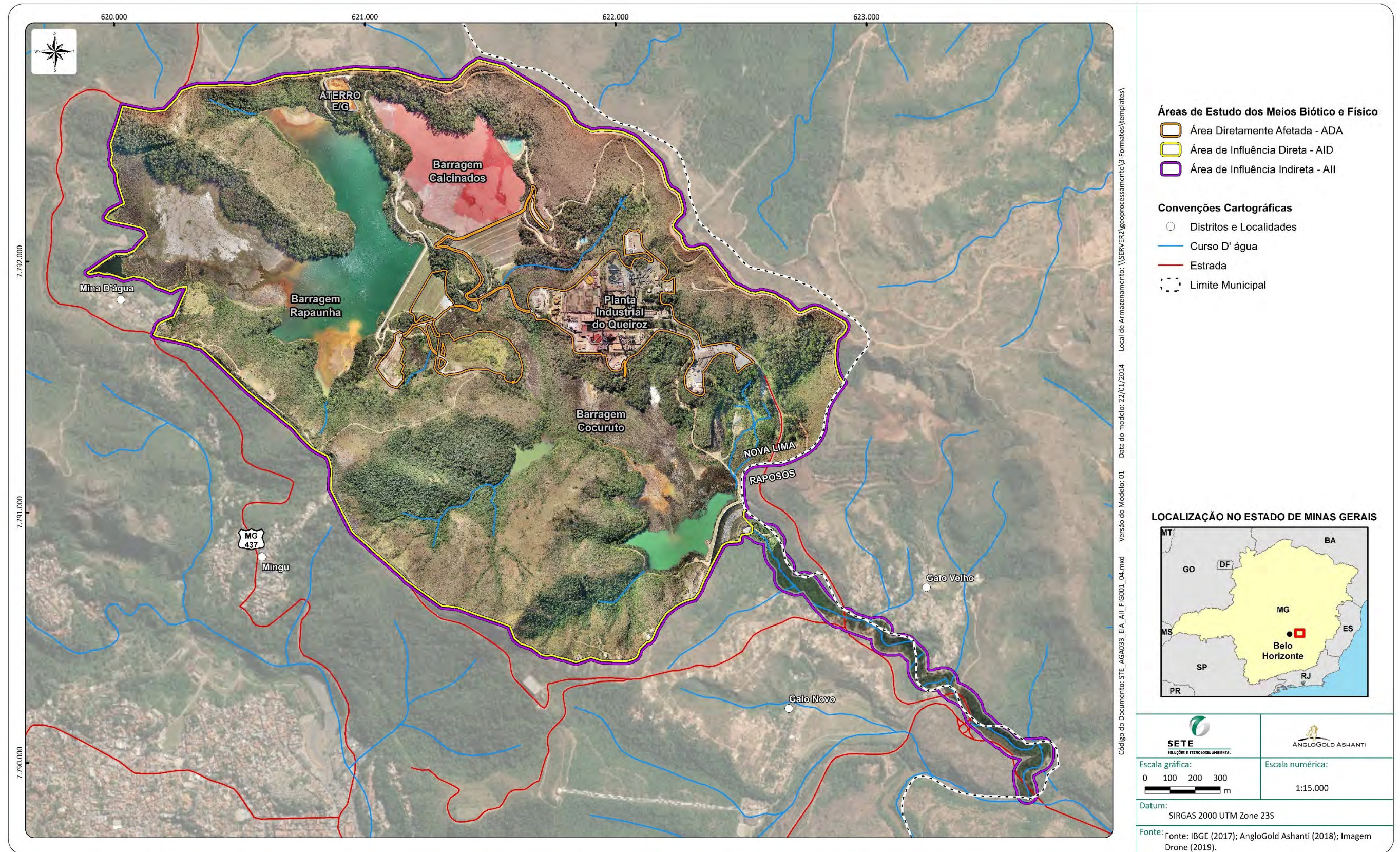
A AII corresponde à área geográfica situado em torno da AID, passível de receber os impactos não significativos decorrentes da implantação, operação e fechamento do empreendimento, não excluindo também a possibilidade de ocorrência de impactos significativos.

Para os meios físico e biótico manteve-se a como AII do Aterro H1 a área que circunscreve a AID, acrescida da calha do córrego Mina d'Água que recebe o efluente final da Barragem Cocuruto, até a sua confluência com o rio das Velhas (Figura 12). Para o meio socioeconômico a AII abrange os municípios de Nova Lima e Raposos, uma vez que o empreendimento se localiza na divisa desses dois municípios (Figura 13).





Figura 12 Áreas de influência dos meios biótico e físico para o projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.



Fonte: Sete, 2019.

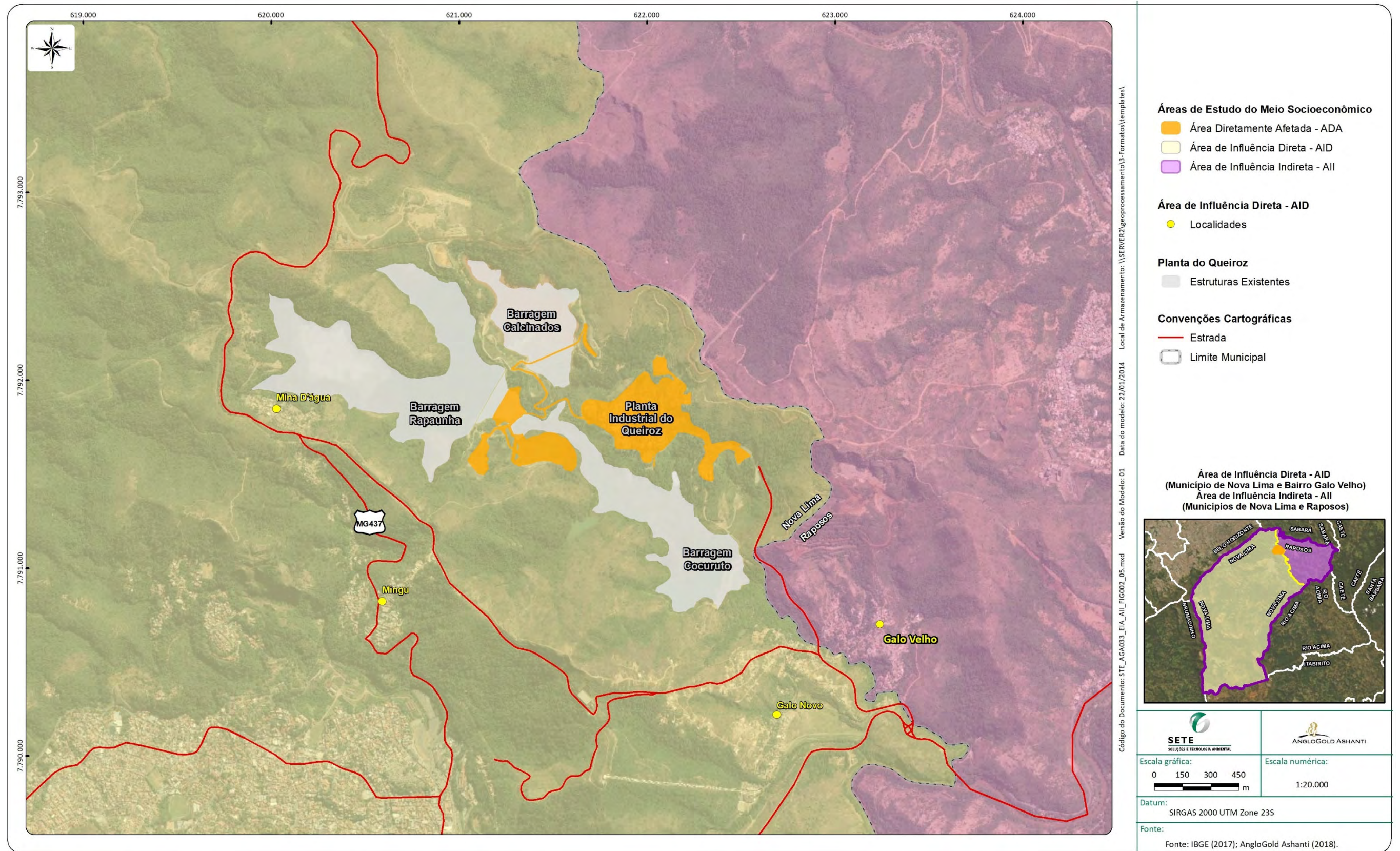








Figura 13 Áreas de influência do meio socioeconômico para o projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.



Fonte: Sete, 2019.







## **11. INSERÇÃO DO PROJETO NO ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS E NO MACROZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE NOVA LIMA**

O Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais – ZEE-MG foi instituído pela Deliberação Normativa COPAM nº 129/2008 e serve como um instrumento de apoio ao planejamento e à gestão das ações governamentais, de forma a subsidiar a análise integrada do território, possibilitando a definição de áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável.

O Índice Ecológico-Econômico – IEE apresentado pelo ZEE-MG é o resultado da combinação de vários níveis de Potencialidade Social com os de Vulnerabilidade Natural, que permite agrupar áreas semelhantes. As Potencialidades Sociais são divididas em 05 classes (muito favorável, favorável, pouco favorável, precária e muito precária), que ao serem cruzadas com as 05 classes em que são divididas as Vulnerabilidades Naturais (muito baixa, baixa, média, alta e muito alta), formam 25 combinações possíveis que foram classificadas em 06 Zonas de Desenvolvimento.

- Zona de Desenvolvimento 1: terras de baixa vulnerabilidade em locais de alto potencial social;
- Zona de Desenvolvimento 2: terras de alta vulnerabilidade em locais de alto potencial social;
- Zona de Desenvolvimento 3: terras de baixa vulnerabilidade em locais de médio potencial social;
- Zona de Desenvolvimento 4: terras de alta vulnerabilidade em locais com médio potencial social;
- Zona de Desenvolvimento 5: terras de baixa vulnerabilidade em locais de baixo potencial social;
- Zona de Desenvolvimento 6: terras de alta vulnerabilidade em locais de baixo potencial social.

Como não houve alterações no ZEE-MG, podemos considerar, como apresentado no Estudo de Impacto Ambiental – EIA (Sete, 2018) que o município de Nova Lima foi definido, em sua maior parte (83,5% do seu território) como Zona de Desenvolvimento 2 e, nas porções mais ao centro e norte, como Zona de Desenvolvimento 1 (16,1% do seu território). Por sua vez, a área do projeto Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1 está totalmente inserida na Zona de Desenvolvimento 1.

A Zona de Desenvolvimento 1 compreende áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte e causadores de maiores impactos socioambientais. Esses locais são menos vulneráveis ambientalmente e os empreendedores têm melhores condições para implantar ações preventivas e mitigadoras de impactos.

Assim, o Aterro H1 está em áreas de elevado potencial social, com condições favoráveis de desenvolvimento sustentável e menos vulneráveis do ponto de vista ambiental para a implantação do empreendimento.

Do ponto de vista do macrozoneamento do município de Nova Lima, de acordo com o Anexo 7 da Lei Municipal nº 1.068, de 19 de dezembro de 1983, que dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo no município, a área onde está localizado o projeto do Aterro H1 é classificada como Zona Residencial 3 – ZR3, estando dentro do bairro Mina d'Água, sendo assim, considerada como área urbana.



Com relação ao Plano Diretor de Nova Lima, estabelecido pela Lei Municipal nº 2007, de 28 de agosto de 2007, o território municipal fica dividido em zoneamentos de uso e ocupação do solo, com subdivisões de zonas de uso predominante e especiais, de acordo com as suas características. Os bairros Mina d'Água, Mingu e Galo Novo que fazem parte da área de influência direta – AID do projeto do Aterro H1, estão inseridos em Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, que são definidas, conforme Artigo 197 da referida Lei, como áreas onde há irregularidade fundiária, urbanística e de edificação, são ocupadas por população de baixa e média renda, onde existe, por parte do poder público, interesse em promover investimentos para atenuar problemas habitacionais e urbanísticos assegurando a melhoria dos indicadores de qualidade de vida local.



## 12. USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

### 12.1 Introdução

O mapa de uso do solo e cobertura vegetal da área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, tem como intenção a representação e simplificação da realidade local, indicando um cenário resultante de uma dinâmica integrada dos processos que se instalaram na paisagem ao longo do tempo, integrando fatores bióticos e abióticos, que propiciam a relação dos ecossistemas naturais com atividades antrópicas que se instalaram na região ao longo da história, como a ocupação humana e as atividades econômicas.

Este mapeamento serviu como base de informações quali-quantitativas para o desenvolvimento e considerações dos diversos temas tratados neste estudo, apresentados nos diagnósticos dos meios físico, biótico e socioeconômico.

### 12.2 Metodologia

#### 12.2.1 Pesquisa de dados secundários

Conduziram-se consultas a alguns dos trabalhos de mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal já executados na região do projeto, principalmente sobre os últimos estudos ambientais detalhados para a Planta Industrial do Queiroz, a saber:

- Estudo de Impacto Ambiental do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados, elaborado em 2016 pela empresa Golder Associates;
- Estudo de Impacto Ambiental do Aterro de Resíduos Industriais H1, elaborado em 2018 pela Sete Soluções e Tecnologia Ambiental.

A classificação do uso do solo e das fitofisionomias foi conduzida por meio dos métodos adotados pelos Manuais Técnicos da Vegetação Brasileira e de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012; IBGE, 2013).

#### 12.2.2 Preparação da base cartográfica

O sistema de coordenadas planas utilizado nos trabalhos cartográficos foi o Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum Sirgas 2000, fuso 23S. A base cartográfica utilizada foi elaborada a partir da compatibilização das bases cartográfica do IBGE – Folha Belo Horizonte (SE-23-Z-C-VI-3), escala 1:50.000.

O mapeamento da área da Planta do Queiroz foi elaborado através de Aerolevantamento com DRONE multirrotor, modelo Phantom 4Pro. Após tratamento das imagens obtidas, foi gerado um Ortomosaico no formato *tif* com resolução espacial de até 10cm. O método de segmentação automática da imagem foi utilizado por meio das ferramentas do software Cognition. O mapeamento foi realizado em escala de 1:5000 para apresentação como mapa temático na escala de 1:20.000. Antes do trabalho em campo foi realizada, com vetorização manual, o refinamento da delimitação das classes definidas preliminarmente, utilizando-se o software ArcGis 10.5.



O processo de interpretação visual baseou-se na fotoleitura e na fotoanálise dos elementos de interpretação registrados nas imagens (cor, forma, textura, sombra, tamanho e relação de contexto) para uma posterior conferência em campo.

### **12.2.3 Verificação do mapeamento em campo**

Os trabalhos de campo para subsidiar os estudos ambientais e verificar as categorias do mapeamento de uso e cobertura foram realizados nos dias 05, 06, 07 e 30 de agosto de 2019, pela equipe de biólogos botânicos da empresa Sete Soluções e Tecnologia Ambiental - SETE. A verificação em campo possibilitou o registro fotográfico da área diretamente afetada – ADA e agregou informações para a compreensão da distribuição espacial das distintas categorias de uso e cobertura na região e para entendimento da variabilidade ambiental, definida de acordo com a diversidade de ambientes naturais e antrópicos ocorrentes na paisagem.

O levantamento de dados primários teve como objetivo reconhecer a área diretamente afetada pela implantação do projeto do Aterro H1. Foram observadas fitofisionomias nativas e seu estado de conservação, a partir de critérios de densidade, estratificação e presença de espécies indicadoras; além dos tipos de usos antrópicos do solo.

### **12.2.4 Produção do mapa, análise e relatório final**

Os produtos cartográficos e os dados qualiquantitativos das categorias mapeadas foram analisados e integrados às informações coletadas em campo. De posse das anotações das observações de campo, efetivou-se a revisão final da interpretação realizada. Produziu-se então um mapa temático de Uso do Solo e Cobertura Vegetal para a área da Planta do Queiroz.

Posteriormente, as classes temáticas foram quantificadas, destacando-se a ocorrência das Áreas de Preservação Permanente – APPs. A opção pela geração desse produto deu-se em função do caráter didático do material e pela necessidade de uma base cartográfica que facilitasse a compreensão e a distribuição espacial dos ambientes mapeados.

## **12.3 Resultados**

A composição, associação e distribuição de manchas fitofisionômicas em determinado local, associadas ou não ao uso antrópico, constituem a estrutura de uma paisagem. A distribuição natural de diversas fitofisionomias em uma paisagem está diretamente associada aos processos ecossistêmicos inerentes, resultando muitas vezes em uma configuração do tipo “mosaico vegetacional”. No entanto os processos antrópicos influenciam direta ou indiretamente nos processos ecológicos, produzindo novas configurações a partir da atuação sobre a dinâmica natural do ecossistema. Desta forma ações antrópicas recriam não somente a paisagem, como também a dinâmica ecossistêmica de determinada região.





Neste contexto, os limites da área diretamente afetada – ADA e da área de influência direta – AID do Aterro H1 se encontram imersos em um mosaico de fitofisionomias com evidente impacto antrópico atual, considerando que o empreendimento se encontra no interior de uma Planta Industrial. Assim, o padrão de distribuição espacial das fitofisionomias observadas está relacionado a fatores geomorfológicos e pedológicos, que influenciam na altitude, declividade, profundidade dos solos, umidade e disponibilidade de nutrientes, e também a fatores antrópicos, já que a paisagem atualmente reflete o uso para a mineração.

Nas porções topográficas superiores e nos topos de morro da AID ocorrem formações típicas de Cerrado, com destaque para a Savana Arborizada (Cerrado Ralo); nos fundos de vale, onde o solo é mais profundo, ocorrem remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual nos estágios inicial e médio de regeneração. Estão presentes ainda, na AID, algumas áreas urbanizadas e pastagens.

O Aterro H1 está projetado nas áreas de uso consolidado da Planta do Queiroz, de forma que a cobertura vegetal nas áreas passíveis de intervenção encontra-se profundamente alterada, ocorrendo predominantemente ambientes relacionados às atividades antrópicas, a exemplo de plantios de eucalipto, acessos, solos expostos, taludes e áreas revegetadas. O mosaico de vegetações presente no interior das áreas em estudo pode ser visto na Foto 08, onde é possível observar o aspecto geral da paisagem, fortemente marcada pelas atividades de mineração.

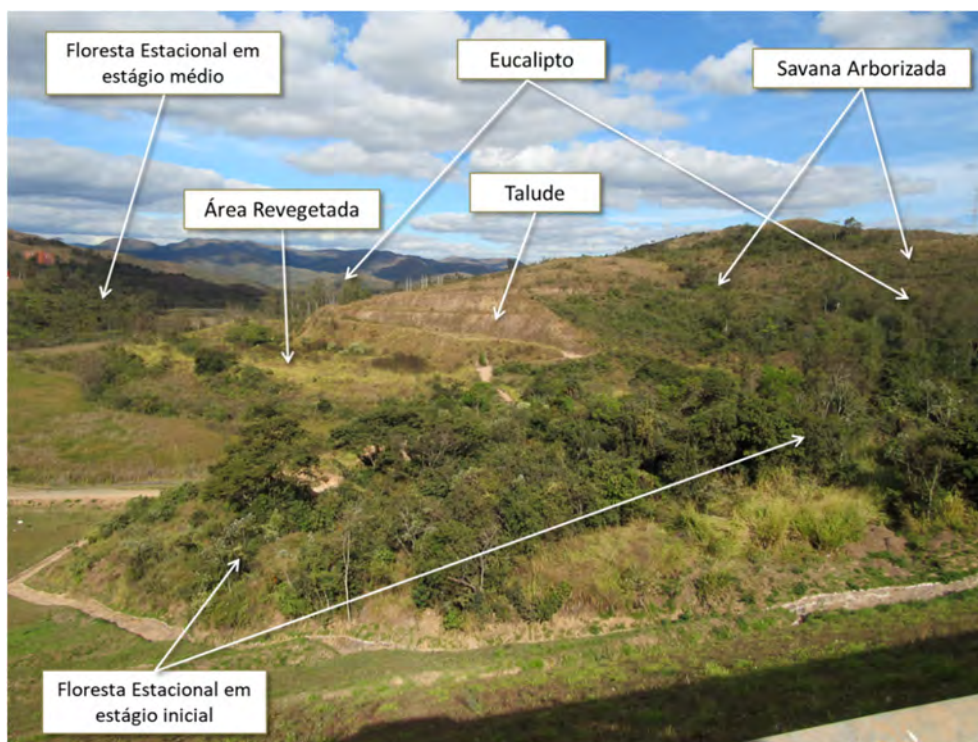


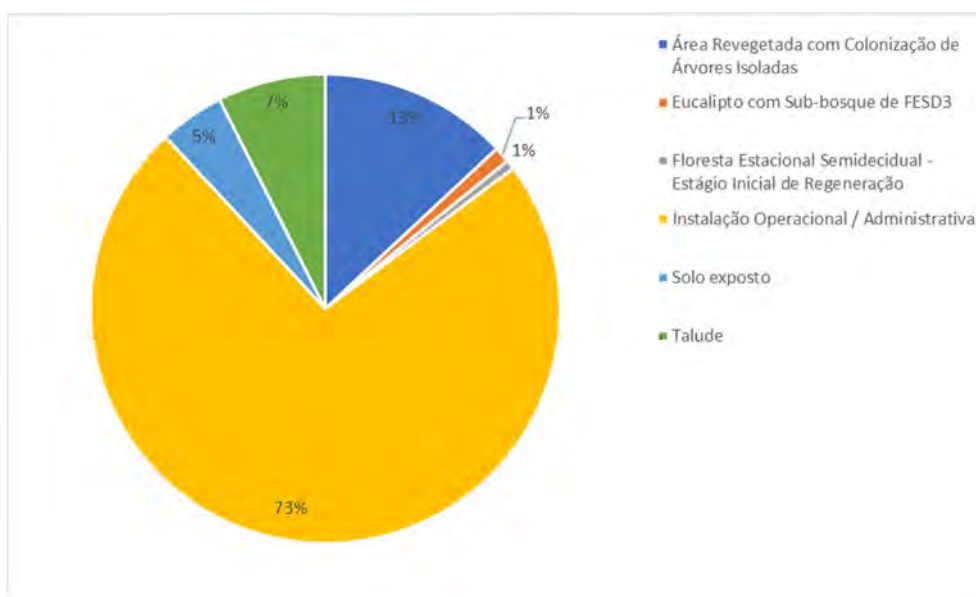
Foto: Andréa Oliveira, 22/07/2019.

**Foto 08 Paisagem vista a partir do maciço da Barragem Rapaunha. Observa-se o aspecto de mosaico formado pelas vegetações naturais e antropizadas na área de implantação do projeto do Aterro H1 e na AID.**



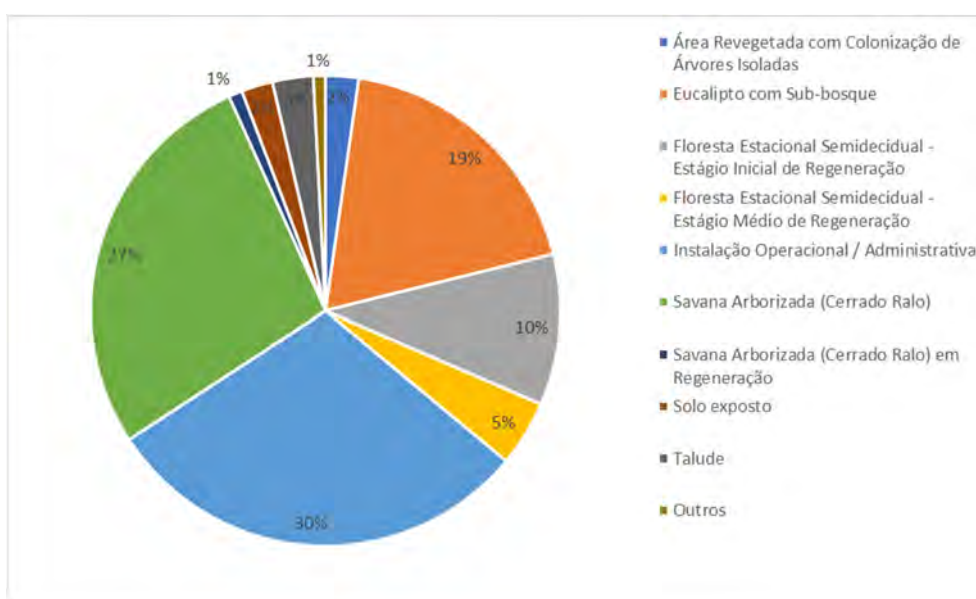
As classes de uso do solo e cobertura vegetal identificadas nas áreas de implantação do projeto do Aterro H1 podem ser verificadas no mapa apresentado na Figura 16 e serão brevemente descritas adiante. Informações relativas à estrutura e espécies vegetais encontradas em cada ambiente serão fornecidas no Item “Flora”. Da análise do mapa supracitado foram obtidos os quantitativos de uso do solo e cobertura vegetal apresentados no Quadro 09 e nas Figuras 14 e 15.

**Figura 14 Distribuição dos quantitativos de uso do solo e cobertura vegetal na ADA do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.**



Fonte: Sete, 2019.

**Figura 15 Distribuição dos quantitativos de uso do solo e cobertura vegetal na AID do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.**



Fonte: Sete, 2019.



**Quadro 09 Distribuição dos Quantitativos de Uso do Solo e Cobertura Vegetal na AID e na ADA do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 em Termos Quantitativos (hectares) e Percentuais (%)**

Uso do Solo e Cobertura Vegetal	ADA		AID		ADA + AID	
	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%
Área Alagada	-	-	0,3259	0,08	0,3259	0,08
Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas	3,8131	13,03	9,1937	2,28	13,0068	3,01
Área Urbanizada	-	-	1,7476	0,43	1,7476	0,40
Eucalipto com Sub-bosque	-	-	76,0342	18,85	76,0342	17,58
Eucalipto com Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	0,3199	1,09	-	-	0,3199	0,07
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	0,1855	0,63	41,7911	10,36	41,9766	9,70
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	-	-	18,2877	4,53	18,2877	4,23
Instalação Operacional / Administrativa	21,4587	73,33	120,0683	29,77	141,5270	32,72
Pasto	-	-	1,2713	0,32	1,2713	0,29
Savana Arborizada (Cerrado Ralo)	-	-	110,7794	27,47	110,7794	25,61
Savana Arborizada (Cerrado Ralo) em Regeneração	-	-	3,7837	0,94	3,7837	0,87
Solo exposto / Acesso	1,3086	4,47	8,7449	2,17	10,0535	2,32
Talude	2,1790	7,45	11,3082	2,80	13,4872	3,12
<b>Total Geral</b>	<b>29,2648</b>	<b>100</b>	<b>403,3360</b>	<b>100</b>	<b>432,6008</b>	<b>100</b>

Fonte: Sete, 2019.

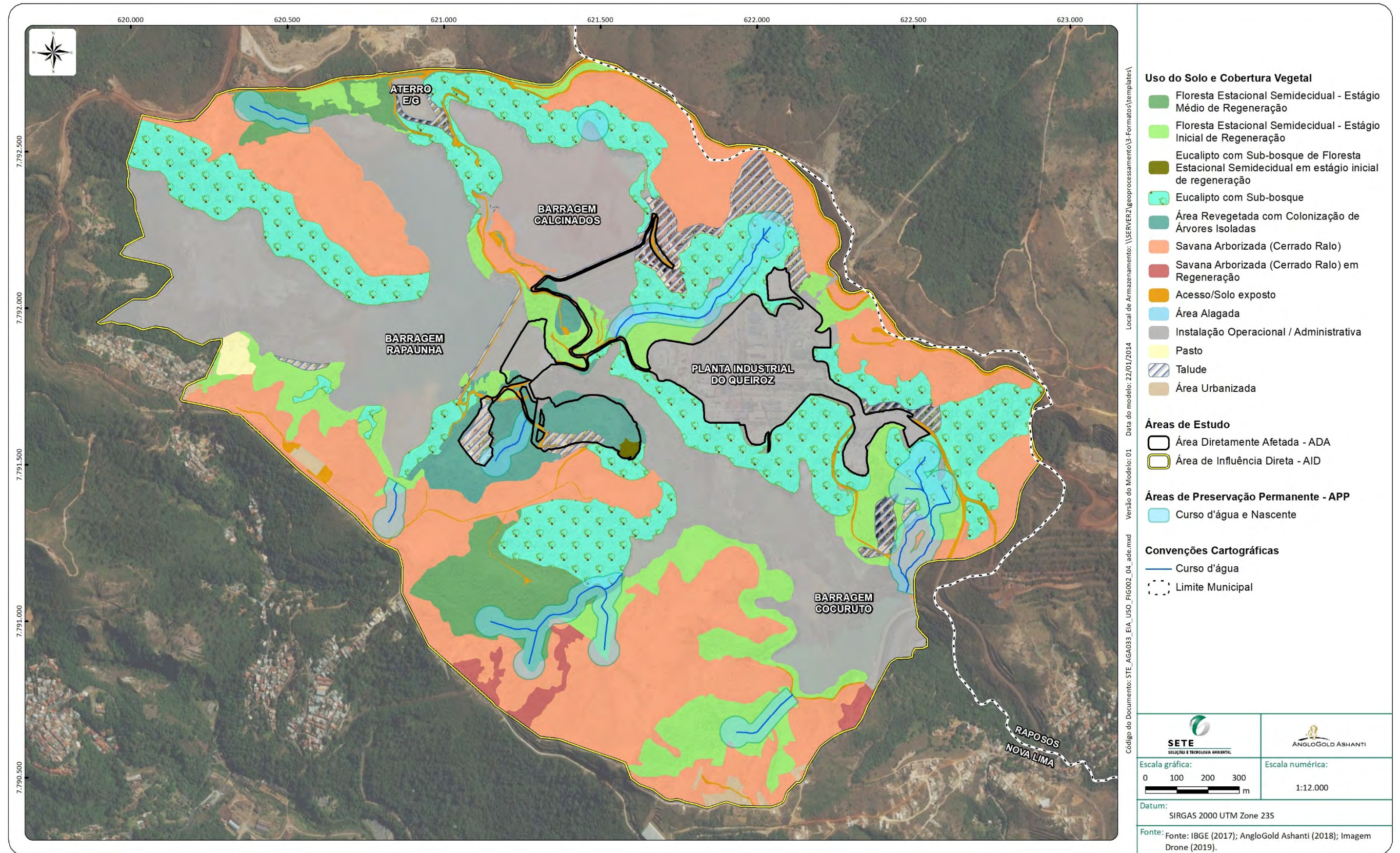
**Nota:** As tabelas são apresentadas com quatro casas decimais e ao longo do texto os valores são apresentados com duas casas decimais. As diferenças ocorrem devido às regras de arredondamento.







Figura 16 Mapa de uso e ocupação do solo na ADA e na AID do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.



Fonte: Sete, 2019.







Nas áreas estudadas o Bioma Cerrado encontra-se representado pelo Cerrado Ralo (*sensu* Ribeiro & Walter, 1998), designado como **Savana Arborizada** (Foto 09) pelo Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012). Corresponde a uma fisionomia formada por dois estratos, um arbustivo/herbáceo denso, e um arbóreo com árvores em baixa densidade. Esta fitofisionomia encontra-se restrita a AID, onde ocupa 110,78 ha. Nota-se trechos onde a atuação antrópica acarretou alterações mais intensas na comunidade, tendo sido designados neste estudo com **Savana Arborizada em regeneração** (3,78 ha), uma vez que estão sendo alvo de ações conservacionistas por parte da AngloGold Ashanti.



Foto: Marília Mendes

**Foto 09** Aspecto geral da vegetação de Savana Arborizada na porção nordeste da AID.

A **Floresta Estacional Semidecidual** é caracterizada pelas alterações que esta fitofisionomia apresenta em resposta à dupla estacionalidade - época das chuvas de verão, seguida por estiagem acentuada e quedas de temperatura, quando as árvores perdem parte de suas folhas (IBGE, 2012). Como consequência de diferentes pressões antrópicas apresentam heterogeneidade em relação ao seu grau de conservação e estágio de sucessão, se manifestando nos estágios inicial e médio de regeneração (Foto 10 e 11).

Da análise dos gráficos apresentados na Figura 14 e na Figura 15, verifica-se que as florestas semidecíduas estão entre os elementos naturais mais expressivos na AID, onde compreendem 60,08 ha, sendo 18,29 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração e 41,79 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração. Na ADA estas formações pouco se destacam, sendo representadas por 0,19 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração.



Foto: Marflia Mendes

**Foto 10** Aspecto geral dos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração presentes na AID. Destaque para a presença de ocupação humana no entorno.



Foto: Marflia Mendes

**Foto 11** Trecho de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração às margens do acesso à Planta do Queiroz (AID).





Outro elemento florestal que se destaca na paisagem são os reflorestamentos com **eucalipto**, que totalizam 76,03 ha ou 17,58 % da AID; na área do projeto ocorre um pequeno trecho de 0,32 ha, o que corresponde a 1,09% da ADA. Observa-se em campo, e pelos padrões da imagem de satélite, que ocorrem diferentes graus de colonização do sub-bosque por espécies nativas, possivelmente em função das diferentes formas de manejo adotadas, ou mesmo, pela ausência de manejo (Foto 12). Na área do projeto a colonização do sub-bosque por espécies vegetais nativas, se expressa na forma de **Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração**.



Foto: Marília Mendes

**Foto 12** Plantios de eucalipto presentes na porção sudeste da AID. Ao longo das áreas de estudo são observados diferentes graus de colonização do sub-bosque por espécies nativas.

A AID, assim como um pequeno trecho da área de implantação do projeto, perpassa os canais de alguns cursos d'água sem denominação, que não são mapeáveis na escala adotada, sendo estes apenas representados graficamente. No entanto, foi identificado e mapeado um local onde ocorre acúmulo de água em alguns períodos do ano, sendo designada neste estudo como **Área Alagada**. A vegetação associada a este local é composta por espécies vegetais típicas de solos encharcados (Foto 13).



Foto: Pedro Leandro

**Foto 13** As setas indicam o trecho delimitado como “Área Alagada”, inserido no sopé da Barragem Calcinados. Observa-se a presença de espécies tipicamente associadas a ambientes úmidos.

A ocupação humana na AID se dá na forma de um campo de futebol e de uma pequena parcela dos bairros Mina D’água, na porção oeste, e Galo Velho, na porção sul, designadas neste estudo como **Área Urbanizada**. Nas proximidades do Bairro Mina D’água observa-se ainda uma área de 1,27 ha de **Pastagem**.

Completam a área total da AID e ADA **Acessos** operacionais (Foto 14), **Solos Expostos**, a Planta Industrial do Queiroz, as Barragens Rapaunha, Calcinados (Foto 15) e Cocuruto e o Aterro de Resíduos Industriais existente, sendo estas últimas designadas **Instalação Operacional / Administrativa**. Associados a estas áreas estão taludes e áreas revegetadas (Foto 16).





Foto: Andréa Oliveira

**Foto 14** Acessos internos da Planta do Queiroz. Os acessos foram individualizados no mapeamento em função do uso específico, diferente das áreas de solo exposto que atualmente encontra-se sem uso específico.



Foto: Andréa Oliveira

**Foto 15** Vista parcial do maciço e do corpo da Barragem Calcinados, porção central da AID. Trata-se de uma das estruturas incluídas na categoria “Instalação Operacional/Administrativa”.



Foto: Pedro Leandro

**Foto 16** Aspecto geral das áreas mapeadas como “Áreas revegetadas com colonização de espécies arbóreas”. Nota-se a ausência de estrato herbáceo-arbustivo, ocorrendo predominantemente *Brachiaria* spp.





## 13. ÁREAS PROTEGIDAS

### 13.1 Inserção do projeto no contexto das Reservas da Biosfera do Espinhaço e da Mata Atlântica

A região onde está inserido o Aterro H1 integra a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e a Reserva da Biosfera do Espinhaço. De acordo com o SNUC (Lei nº 9.985/2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação) a Reserva da Biosfera – REBIO é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais. Essas áreas, que totalizam 669 em todo o mundo e, devem ser locais para trabalhos de pesquisa científica, experimentação e demonstração de enfoques para conservação e desenvolvimento sustentável na escala regional.

De acordo com o Artigo 41 do Decreto Federal nº 4.340/2002, que regulamenta artigos da Lei nº 9.985/2000, uma reserva dessa natureza tem, dentre outros, o objetivo de preservação da biodiversidade, desenvolvimento de pesquisa científica, o monitoramento e a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.

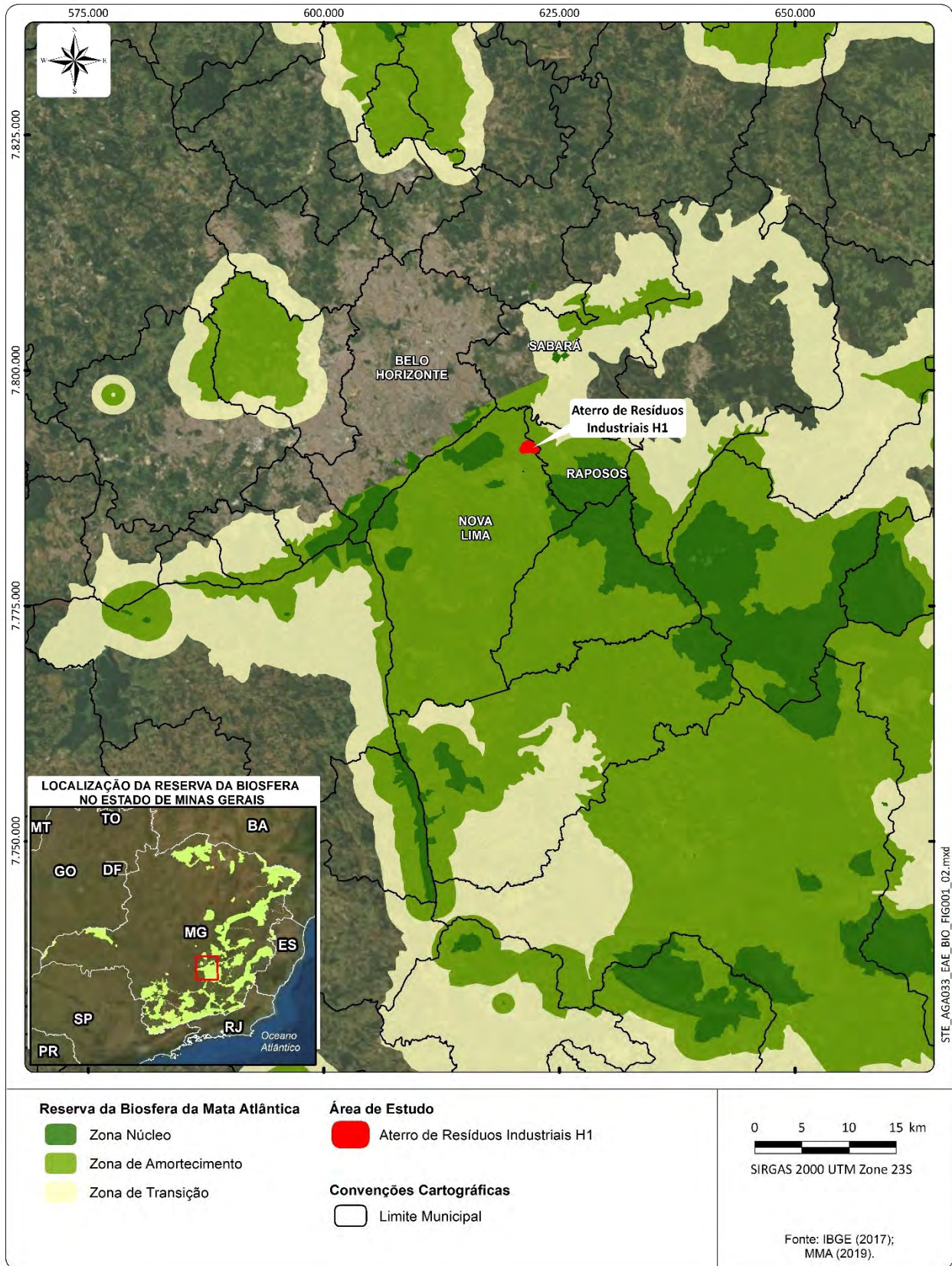
Cada Reserva da Biosfera é constituída por três zonas:

- Uma ou mais áreas-núcleo, destinadas à proteção integral da natureza, podendo ser integradas por Unidades de Conservação já criadas;
- Uma ou mais zonas de amortecimento, onde só são admitidas atividades que não resultem em danos para as áreas-núcleo;
- Uma ou mais zonas de transição, sem limites rígidos, onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis.

Como pode ser observado na Figura 17 e na Figura 18 a área do projeto do Aterro H1, está inserida na Zonas de Amortecimento – ZA da REBIO da Mata Atlântica e da REBIO do Espinhaço. É importante destacar que as Reservas da Biosfera, não devem ser confundidas com áreas legalmente protegidas ou com Unidades de Conservação, uma vez que visam divulgar sobre as áreas geográficas importantes para a conservação e uso sustentável da biodiversidade e não impõem restrições em relação às atividades econômicas. Elas buscam orientar propostas de criação de novas UCs pelo Governo Federal e Estadual, elaboração de novos projetos para a conservação, uso sustentável e recuperação da biodiversidade.



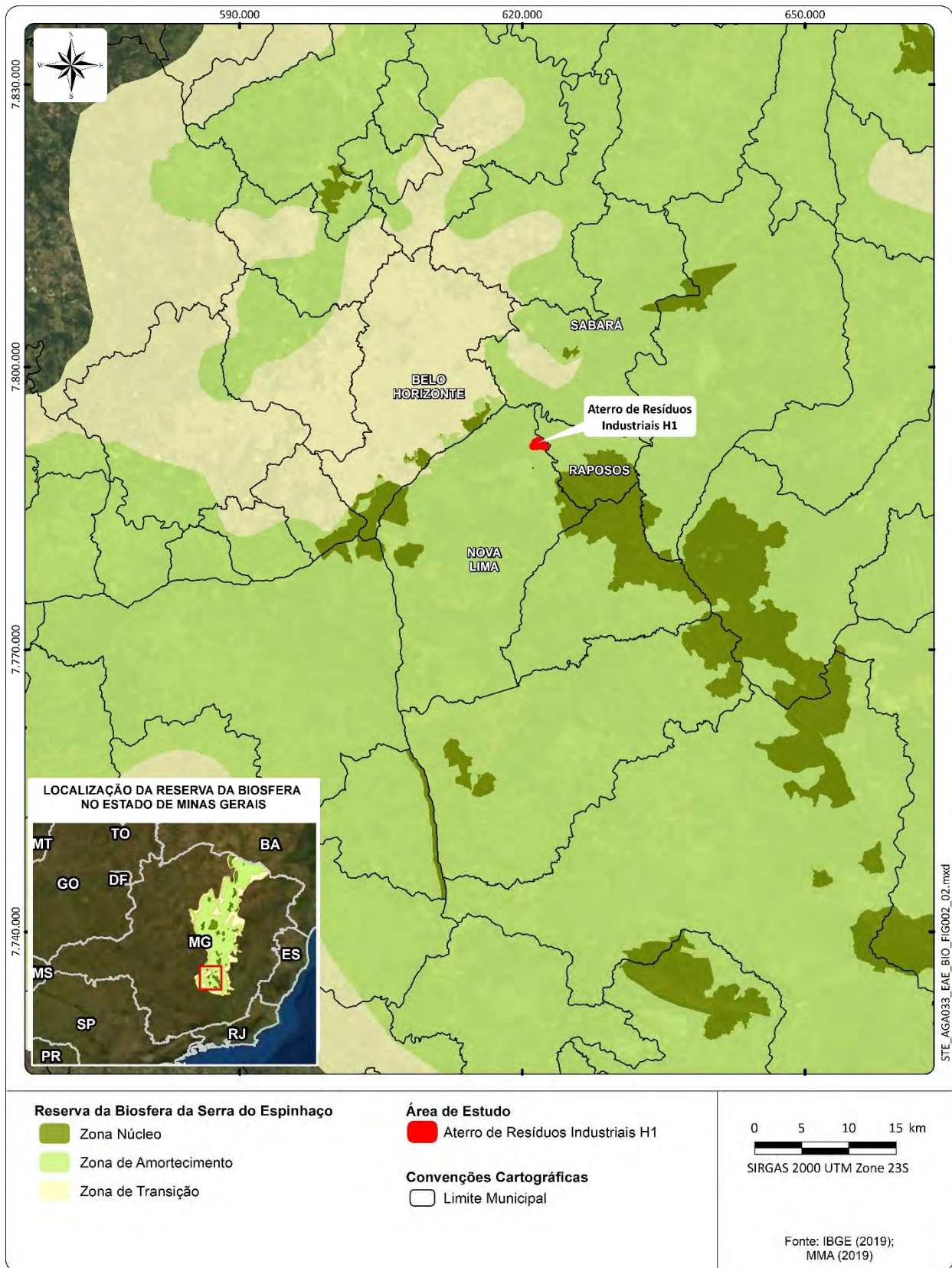
**Figura 17 Inserção das Áreas de Estudo em Relação aos Limites da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**







**Figura 18 Inserção das Áreas de Estudo em Relação à Reserva da Biosfera do Espinhaço**





## 13.2 Inserção do projeto no contexto das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Estado de Minas Gerais

As Áreas Prioritárias para a Conservação são um instrumento de política pública para apoiar a tomada de decisão no planejamento e implementação de ações como criação de unidades de conservação, licenciamento, fiscalização e fomento ao uso sustentável.

O município de Nova Lima está integralmente inserido em Área Prioritária para a Conservação indicada pelo Atlas da Biodiversidade de Minas Gerais (DRUMMOND, *et al.*, 2005), conforme Figura 19. A área denominada “85 – Quadrilátero Ferrífero” é classificada como de “Importância Especial” e foi assim enquadrada devido ao endemismo de anfíbios e plantas, alta riqueza de vertebrados, e pela presença de ambientes únicos no Estado, os Campos Rupestres Ferruginosos.

Como é possível observar na Figura 20 as avaliações de prioridade para a conservação variam por grupo temático (DRUMMOND, *et al.*, 2005), não estando a AID ou a área de implantação do Projeto inseridas em área prioritária para a conservação da Ictiofauna ou de Invertebrados. Com relação aos demais grupos da fauna, o projeto assim como a AID, encontram-se parcialmente ou inteiramente inseridos em áreas classificados como:

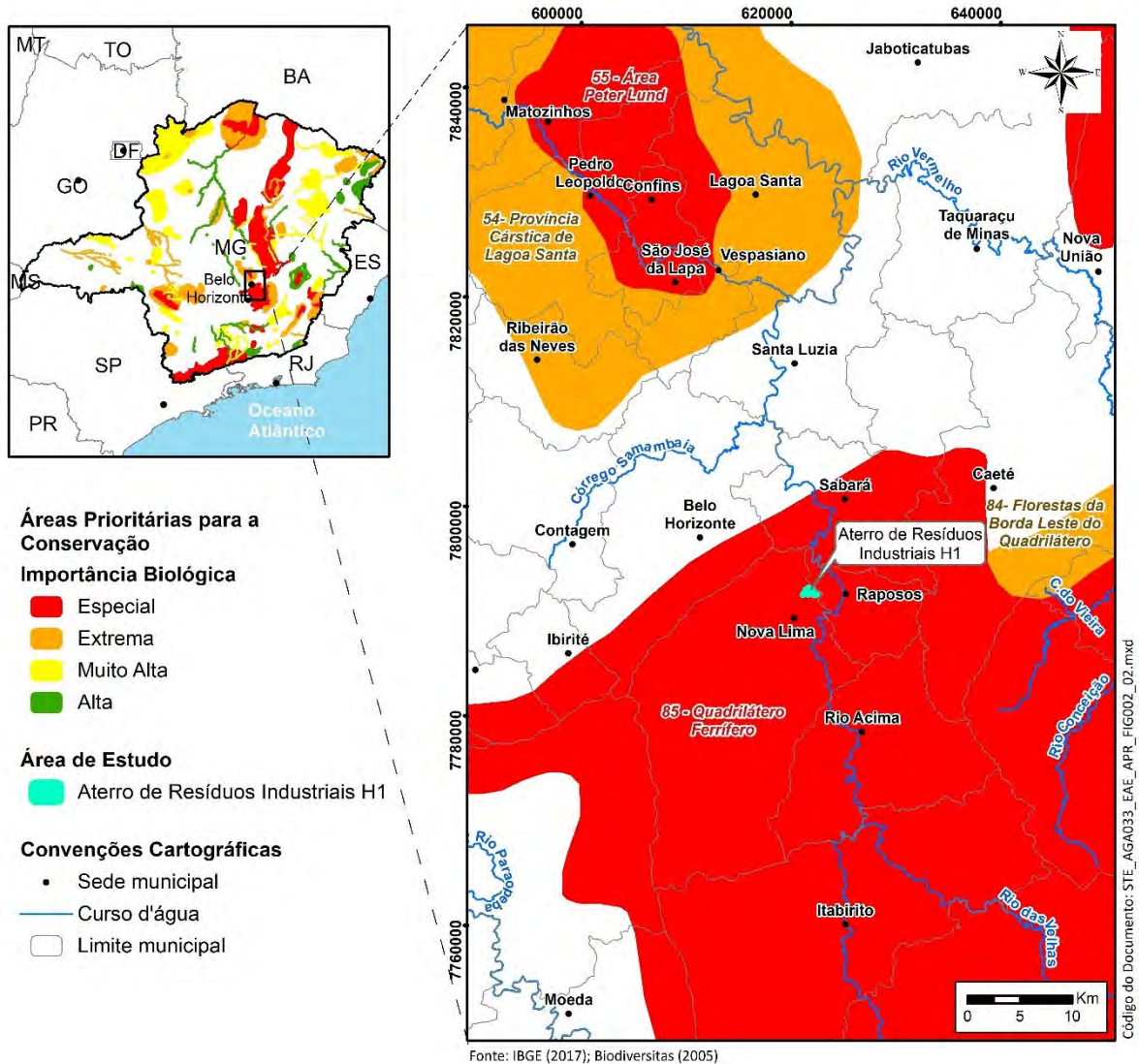
- Para a mastofauna 100% da área do Projeto e parte da AID estão inseridos na área de importância “Potencial”, denominada “29 – Vertente Leste da Serra do Espinhaço”, que integra áreas insuficientemente conhecidas, mas com provável importância biológica, sendo, portanto, prioritárias para a investigação científica;
- Para a avifauna 100% da área do Projeto e da AID estão inseridas na área “64 – Espinhaço Sul”, definida como de importância “Extrema”, ou seja, está entre áreas com alta riqueza de espécies endêmicas, ameaçadas ou raras no Estado;
- Para a flora e para a herpetofauna 100% da área do Projeto e da AID estão inseridas em área de importância “Especial”, sendo a primeira correspondente a área denominada “3 – Quadrilátero Ferrífero” e a segunda “15 – Espinhaço Sul”. Ambas integram áreas com ocorrência de espécies restritas e/ou ambientes únicos no Estado, neste caso, os Campos Rupestres Ferruginosos.

Destaca-se que, assim como as Reservas da Biosfera, as Áreas Prioritárias para a Conservação não devem ser confundidas com áreas legalmente protegidas, uma vez que, não impõem restrições em relação às atividades econômicas.





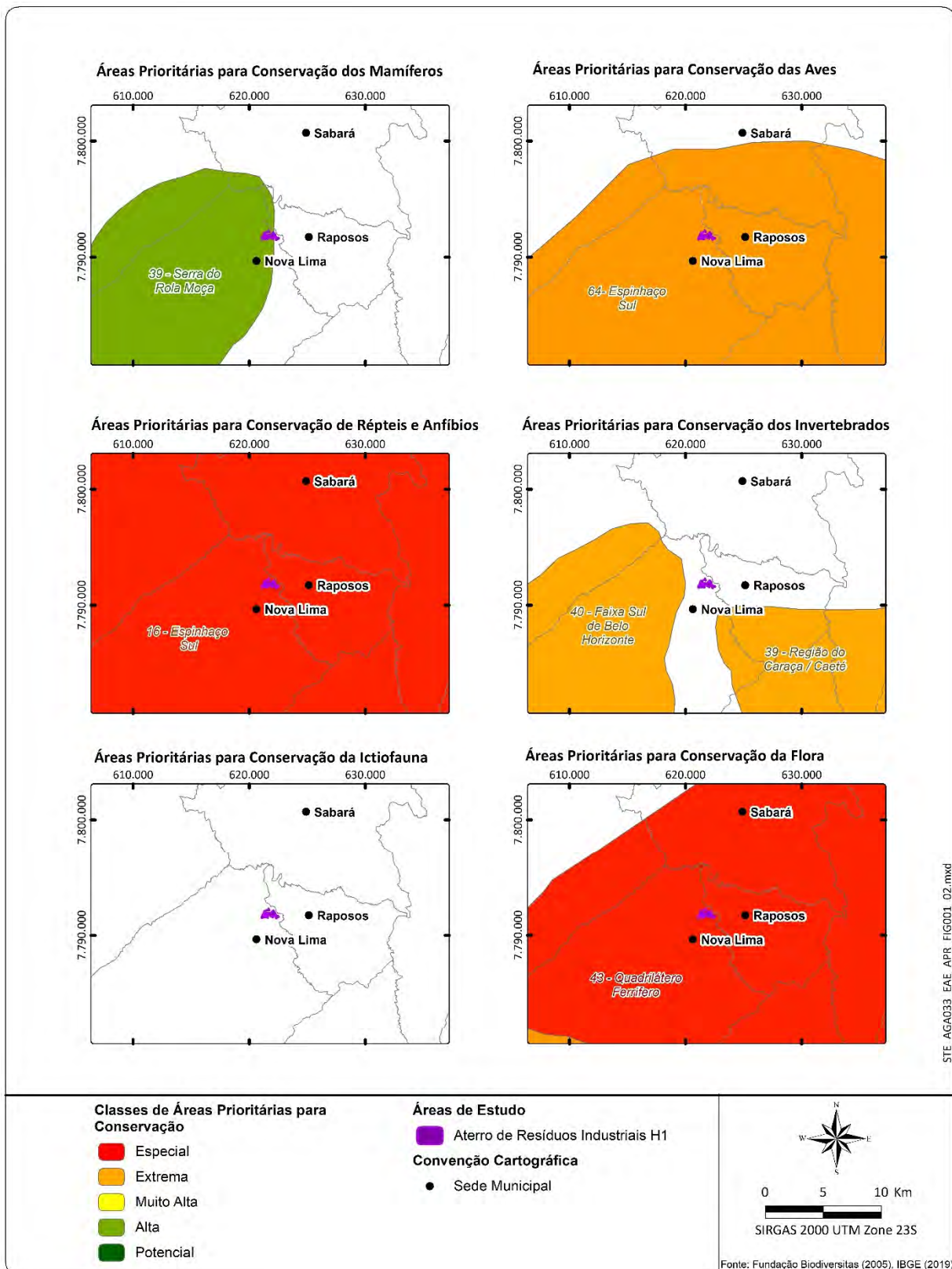
**Figura 19 Inserção do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 em relação às Áreas Prioritárias para Conservação definidas para o Estado de Minas Gerais.**



Fonte: Sete, 2019.



**Figura 20 Inserção do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 em relação às Áreas Prioritárias para Conservação por grupo temático.**



Fonte: Sete, 2019.



### 13.3 Inserção do projeto no contexto das áreas legalmente protegidas

As Unidades de Conservação – UCs constituem áreas de especial relevância para a preservação e conservação ambiental, desempenhando papel significativo para a manutenção da diversidade biológica. No Brasil elas estão organizadas de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, que foi instituído pela Lei Federal nº 9.985 de 2000 e pelo Decreto nº 4.340 de 2002.

De acordo com o grau de proteção, as UCs podem ser divididas em dois grupos:

- **Proteção Integral:** nesses ambientes ocorre a manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas pela interferência humana, admitindo-se apenas o uso indireto dos seus atributos naturais, como: recreação em contato com a natureza, turismo ecológico, pesquisa científica, educação e interpretação ambiental, entre outras. As categorias de proteção integral são: estação ecológica, reserva biológica, parque, monumento natural e refúgio de vida silvestre.
- **Uso Sustentável:** é permitida a exploração do ambiente, de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável. As categorias de uso sustentável são: área de relevante interesse ecológico, floresta nacional, reserva de fauna, reserva de desenvolvimento sustentável, reserva extrativista, área de proteção ambiental – APA e reserva particular do patrimônio natural – RPPN.

O entorno de uma UC, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade é denominado Zona de Amortecimento – ZA.

Com o objetivo de avaliar a localização do projeto do Aterro H1 em relação às áreas legalmente protegidas, em escala local e regional, foram realizadas consultas à base de dados do Sistema Integrado de Informação Ambiental – SIAM da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, para sobreposição dos limites do projeto e das suas área de influência.

Observando a Figura 21, onde são apresentados os resultados obtidos, é possível constatar a ausência de sobreposição da área do projeto do Aterro H1 com quaisquer UCs de Proteção Integral ou Uso Sustentável. Entretanto, quando observamos as UCs localizadas no entorno do empreendimento, verificamos que, conforme apresentado no Quadro 10, a área do projeto do Aterro H1 está localizada dentro da faixa de 3 km no entorno do Parque Municipal Rego dos Carrapatos, da APA Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH e da RPPN Mata do Jambreiro.



O Parque Municipal Rego dos Carrapatos é uma UC de Proteção Integral localizado no município de Nova Lima, para o qual não se tem uma Zona de Amortecimento definida pelo Plano de Manejo. A APA Sul RMBH é uma UC de Uso Sustentável que foi criada no ano 1994, com uma área de 165.250 ha, abrangendo parte dos municípios de Belo Horizonte, Brumadinho, Caeté, Ibirité, Itabirito, Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Santa Bárbara, Mário Campos, Sarzedo, Barão de Cocais e Catas Altas. A sua criação nesta região está associada ao bom estado de conservação dos remanescentes de vegetação nativa e à presença de mananciais importantes para o abastecimento de água da sede municipal e da região metropolitana. A RPPN Mata do Jambreiro é outra UC que se encontra no entorno da área do projeto do Aterro H1, de propriedade da Vale S.A. e uma área de 912,0 ha.

Ainda em Nova Lima, a cerca de 4 km da área do projeto do Aterro H1, temos a RPPN Mata Samuel de Paula, com 148,0 ha, de propriedade da AngloGold Ashanti e o Monumento Natural Morro do Elefante, criado por iniciativa do município e administrado pelo mesmo. Em Belo Horizonte há o Parque Estadual da Baleia que está localizado no interior dos limites da APA Sul RMBH e forma um corredor ecológico com o Parque Estadual da Serra do Rola Moça. O empreendimento também se encontra próximo à extremidade nordeste da Serra do Gandarela, onde foi criado o Parque Nacional da Serra do Gandarela, com uma área de 31.248,0 ha, que abrange parte dos municípios de Nova Lima, Raposos, Caeté, Santa Bárbara, Mariana, Ouro Preto, Itabirito e Rio Acima.

**Quadro 10 Distância da área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 até as UCs no entorno.**

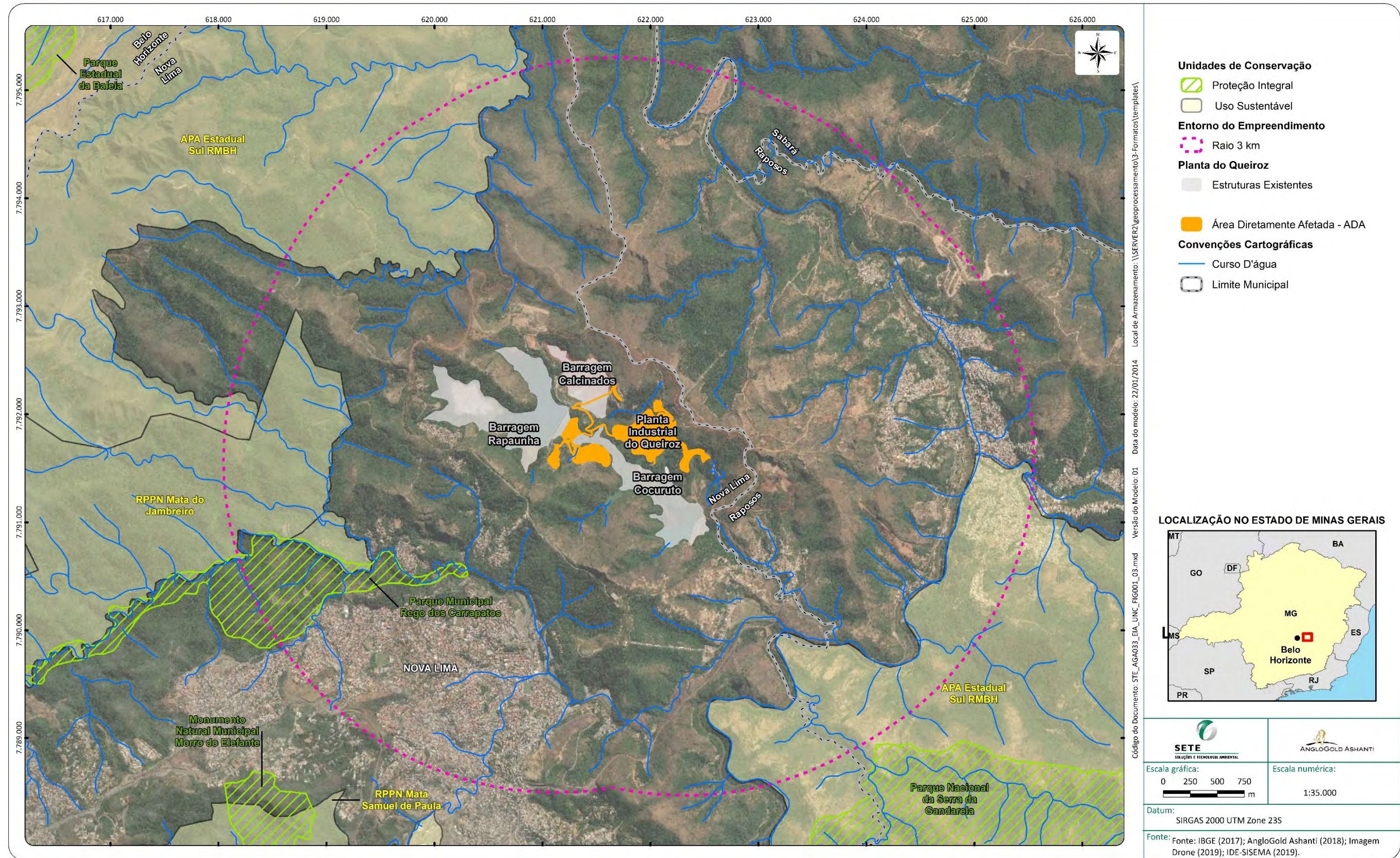
<b>Unidade de Conservação</b>	<b>Grau de Proteção</b>	<b>Município</b>	<b>Distância do Aterro H1 em linha reta (km)</b>
Parque Municipal Rego dos Carrapatos	Proteção Integral	Nova Lima	1,21
Parque Nacional da Serra do Gandarela	Proteção Integral	Nova Lima, Raposos, Caeté, Santa Bárbara, Mariana, Ouro Preto, Itabirito e Rio Acima	3,10
Monumento Natural Municipal Morro do Elefante	Proteção Integral	Nova Lima	3,82
Parque Estadual da Baleia	Proteção Integral	Belo Horizonte	5,65
APA Estadual Sul RMBH	Uso Sustentável	Belo Horizonte, Brumadinho, Caeté, Ibirité, Itabirito, Nova Lima, Raposo, Rio Acima, Santa Bárbara, Mário Campos, Sarzedo, Barão de Cocais e Catas Altas	1,65
RPPN Mata do Jambreiro	Uso Sustentável	Nova Lima	1,80
RPPN Mata Samuel de Paula	Uso Sustentável	Nova Lima	3,57

Fonte: Sete, 2019.





Figura 21 Localização das Unidades de Conservação na AID e na Área de Implantação do Aterro H1.



Fonte: Sete, 2019.







## 13.4 Áreas de Preservação Permanente

### 13.4.1 Introdução

De acordo com o a Lei Federal nº 12.651 de 2012, norma que institui o Código Florestal Brasileiro e que foi alterada pela Lei nº 12.727/2012, as Áreas de Preservação Permanente – APP correspondem a áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. De acordo com o seu Artigo 4º são consideradas Áreas de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;



IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.”.

Considerando que a Resolução CONAMA nº 369 de 2006 dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP e determina que devem ser estabelecidas medidas mitigadoras e compensatórias pelo órgão ambiental licenciador, para as avaliações ambientais relativas ao Aterro H1 foram identificadas e quantificadas as APPs presentes na Área de Influência Direta, definida para os meios Físico e Biótico, e na área de implantação do projeto, conforme procedimentos metodológicos descritos a seguir.

### **13.4.2 Metodologia**

#### **13.4.2.1 APP de nascentes e cursos d'água**

Segundo o Artigo 4º da Lei nº 12.651/2012, alterado pela Lei 12.727/2012 consideram-se áreas de preservação permanentes (APPs), as faixas marginais de qualquer curso d'água, perene ou intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha de seu leito regular, com largura mínima estabelecida de acordo com o inciso I do referido Artigo. Sendo assim, na abrangência da AID e da área do Projeto, foram consideradas as faixas marginais aos cursos d'água mapeados, excluídos aqueles considerados efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, com largura de:

- 30 (trinta) metros, tendo em vista se tratar de cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura.

Ainda segundo este mesmo Artigo 4º, inciso IV, são consideradas APPs aquelas situadas no entorno de nascentes ou olhos d'água perenes. Cabe ressaltar que a Lei Federal nº 12.651/2012, em seu Artigo 3º, estabelece o seguinte entendimento acerca dos termos citados na referida lei, relacionados a recursos hídricos:

“XVII – nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a curso d'água;

XVIII – olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;

XIX – leito regular: a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano.”





As APPs de nascentes perenes mapeadas na AID e na área do projeto em estudo foram delimitadas traçando-se um raio de 50 metros no entorno das mesmas, conforme disposto na Lei Federal nº 12.651/2012:

“Áreas no entorno das nascentes e/ou olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, com raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.”.

Cabe destacar que nascente é definida como um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água; e, olho d’água é definido como um afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente. No entanto, somente serão consideradas como APPs as áreas no entorno de nascentes ou olhos d’água perenes.

De acordo com a definição estabelecida pela Lei Federal nº 12.651/2012, não há APP em cursos d’água ou nascentes/olhos d’água efêmeros, ou seja, aqueles formados somente durante ou imediatamente após o período de chuvas e que são alimentados, exclusivamente, por água proveniente de escoamento superficial ou por exsudação do lençol freático (elevação temporária do nível d’água do freático durante as chuvas), caracterizando escoamentos ou afloramentos sazonais em período chuvoso.

Para a definição de APPs de cursos d’água e nascentes utilizou-se o levantamento de campo realizado em 2019 pela empresa Topomil, a ortomagem gerada a partir do sobrevoo de DRONE sobre a Planta do Queiroz e o *software* de geoprocessamento ESRI *ArcGIS 10*. As APPs de nascentes perenes e de cursos d’água foram estabelecidas utilizando a função de “*buffer*” para delimitar as faixas de 30 a 50 m marginais aos cursos d’água e 50 m no entorno das nascentes.

#### **13.4.2.2 APP de declividade**

Ainda de acordo com a Lei Federal nº 12.651/2012, conforme disposto no inciso V de seu Art. 4º, considera-se também como APPs:

“... as encostas ou partes das encostas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.”

Neste caso, para delimitação de APPs de declividade, foi gerada uma matriz de declividade a partir da interpolação dos dados hipsométricos por meio da ferramenta *slope*.



### 13.4.2.3 APP de topo de morro

Ainda em acordo com o Artigo 4º da Lei nº 12.651/2012, em seu inciso IX, considera-se APP:

“... topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d’água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.”

No que se refere à APP de topo de morro o diagnóstico pautou-se na utilização da metodologia de bacias invertidas, a qual possibilitou a delimitação dos morros. Por meio do uso da ferramenta *zonal statistics* foi possível obter a declividade média dos morros a partir do cruzamento do polígono de limite dos morros e a matriz de declividade. O resultado dessa estatística foi a ausência de declividade média superior ou igual a 25°. Dessa forma verifica-se a inexistência de APP de topo de morro na área do Aterro H1.

### 13.4.3 Resultados

As Áreas de Preservação Permanente – APPs identificadas na ADA e na AID do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 podem ser observadas na Figura 22. Seguindo-se os procedimentos metodológicos e o embasamento legal descritos, não foi encontrada qualquer APP de topo de morro ou declividade na AID ou na área onde será implantado o empreendimento, tendo sido mapeadas apenas APPs de nascentes e cursos d’água.

Durante os trabalhos de levantamento das nascentes realizados pela empresa Topomil, na área da Planta do Queiroz, no ano de 2019, foi identificada uma surgência da Barragem Rapaunha, no talude da área de recuperação (antiga área de empréstimo das obras para adequação hidráulica da Barragem Calcinados). Tal situação foi confirmada pelo estudo de caracterização da água da surgência realizado pela Lume (2019), onde também foi constatada a existência, no pé do talude da área de recuperação, de uma nascente denominada Grota Sul, que foi classificada como um afloramento natural e perene e de exfiltração pontual (Anexo 04).

O Quadro 11 apresenta as APPs em relação à composição do uso do solo e da cobertura vegetal para a AID e ADA do projeto do Aterro H1. Destaca-se que, após essas avaliações verificou-se que dentro da ADA do Projeto do Aterro H1, apenas 0,16 ha corresponde a APP e estes estão localizados na área que será objeto de recuperação ambiental.



### Quadro 11 Distribuição dos quantitativos das Áreas de Preservação Permanente na ADA e AID do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.

Uso do Solo e Cobertura Vegetal	ADA (ha)			AID (ha)			ADA + AID (ha)
	Fora de APP	Em APP	Total	Fora de APP	Em APP	Total	Total
Área Alagada	-	-	-	0,0073	0,3186	0,3259	0,3259
Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas	3,7830	0,0301	3,8131	7,8007	1,3930	9,1937	13,0068
Área Urbanizada	-	-	-	1,7476	-	1,7476	1,7476
Eucalipto com Sub-bosque	-	-	-	69,5743	6,4599	76,0342	76,0342
Eucalipto com Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	0,3199	-	0,3199	-	-	-	0,3199
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	0,1855	-	0,1855	36,2929	5,4982	41,7911	41,9766
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	-	-	-	13,2288	5,0589	18,2877	18,2877
Instalação Operacional / Administrativa	21,4587	-	21,4587	118,9579	1,1104	120,0783	141,5270
Pasto	-	-	-	1,2713	-	1,2713	1,2713
Savana Arborizada (Cerrado Ralo)	-	-	-	106,8178	3,9616	110,7794	110,7794
Savana Arborizada (Cerrado Ralo) em Regeneração	-	-	-	3,7820	0,0017	3,7837	3,7837
Solo exposto / Acesso	1,3086	-	1,3086	8,5509	0,1940	8,7449	10,0535
Talude	2,0486	0,1304	2,1790	10,8194	0,4848	11,3082	13,4872
<b>Total Geral</b>	<b>29,1043</b>	<b>0,1605</b>	<b>29,2648</b>	<b>378,8509</b>	<b>24,4851</b>	<b>403,3360</b>	<b>432,6008</b>

Fonte: Sete, 2019.

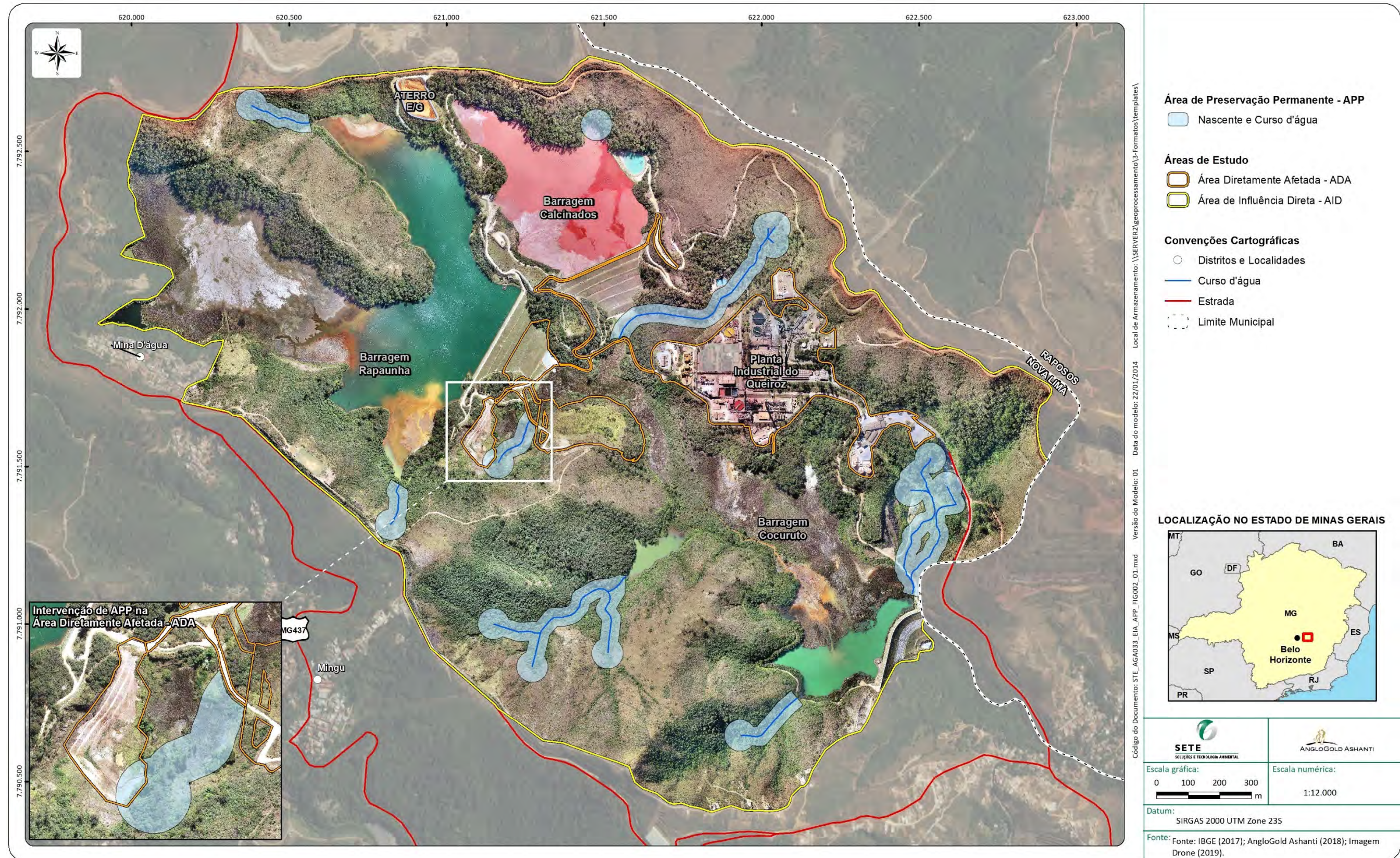
**Nota:** As tabelas são apresentadas com quatro casas decimais e ao longo do texto os valores são apresentados com duas casas decimais. As diferenças ocorrem devido às regras de arredondamento.







Figura 22 Localização das Áreas de Preservação Permanente na ADA e na AID do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.



Fonte: Sete, 2019.







## 14. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

A Planta do Queiroz, local de implantação do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, se insere em uma região periurbana entre os municípios de Nova Lima e Raposos, um local que historicamente já passou por processos de descaracterização ambiental, como por exemplo, a ocupação irregular de bairros no entorno da Unidade Industrial.

Com a alteração da Área Diretamente Afetada – ADA, em virtude das modificações no projeto do Aterro H1, foram realizadas campanhas de campo para a adequação do diagnóstico do meio biótico, com a realização de um novo inventário florestal e o levantamento de dados complementares sobre alguns grupos da fauna, conforme será apresentado a seguir.

Para a verificação de possíveis alterações no diagnóstico do meio físico foi realizada uma visita técnica à Planta do Queiroz para avaliação dos controles ambientais existentes e a análise dos resultados do monitoramento ambiental realizado no período de Janeiro/2018 a Junho/2019.

Para o meio socioeconômico considerou-se o diagnóstico apresentado no Estudo de Impacto Ambiental – EIA para o Aterro de Resíduos Industriais H1 (Sete, 2018) pois não houve alterações que justificassem a realização de uma nova caracterização da área.

### 14.1 Meio Físico

#### 14.1.1 Clima e Meteorologia

##### 14.1.1.1 Metodologia

A elaboração do diagnóstico dos aspectos climáticos relativos às áreas de estudo foi feita com base na análise dos dados secundários referentes aos estudos ambientais desenvolvidos na região de inserção do empreendimento, sendo a principal referência o Estudo de Impacto Ambiental do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados, elaborado para a AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. – AGA, pela Golder Associates, e protocolado na SUPRAM CM em dezembro de 2016.

##### 14.1.1.2 Resultados

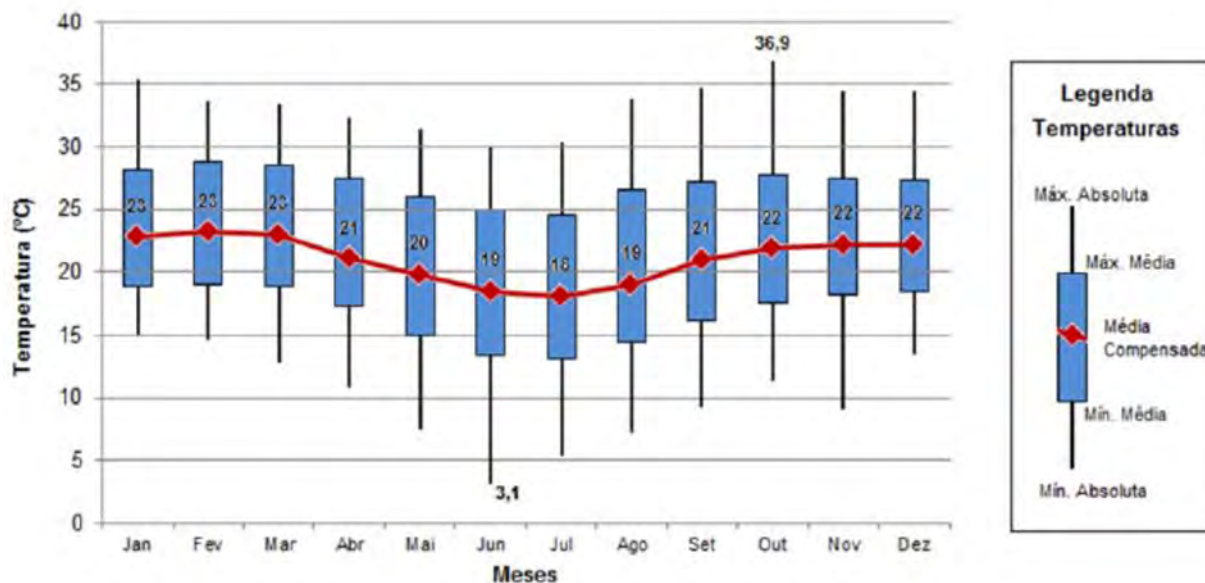
A estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET mais próxima da área da Planta do Queiroz, que possui dados disponíveis para as “Normais Climatológicas”, é a estação Belo Horizonte (código INMET 83587), localizada a cerca de 10 quilômetros de distância da área estudada.



**Temperatura, precipitação e evaporação**

A temperatura média anual da região equivale a 21°C, com temperaturas mais baixas entre os meses de junho e julho (média mínima em torno de 13°C) e mais altas entre os meses de janeiro e março (média máxima da ordem de 28°C). Em função das altitudes elevadas, as temperaturas médias mensais mantêm-se em níveis moderados até mesmo no verão. A precipitação média anual verificada na estação climatológica de Belo Horizonte é da ordem de 1.491 mm para o período avaliado (1961-1990). O período chuvoso ocorre entre os meses de outubro e março, com média mensal de cerca de 320 mm em dezembro e 300 mm em janeiro. Para os índices de evaporação, verifica-se um pico a partir do final da estação de estiagem, alcançando médias acima de 130 mm nos meses de agosto e setembro, devido ao aumento da temperatura associada ao ar ainda seco. A evaporação volta a diminuir a partir de outubro, com a permanência do ar mais úmido, atingindo valores mais uniformes e abaixo de 90 ou 100 mm durante o verão. O total médio anual de evaporação é de 1.217 mm. Essas informações são apresentadas nos gráficos das Figuras 23, 24 e 25.

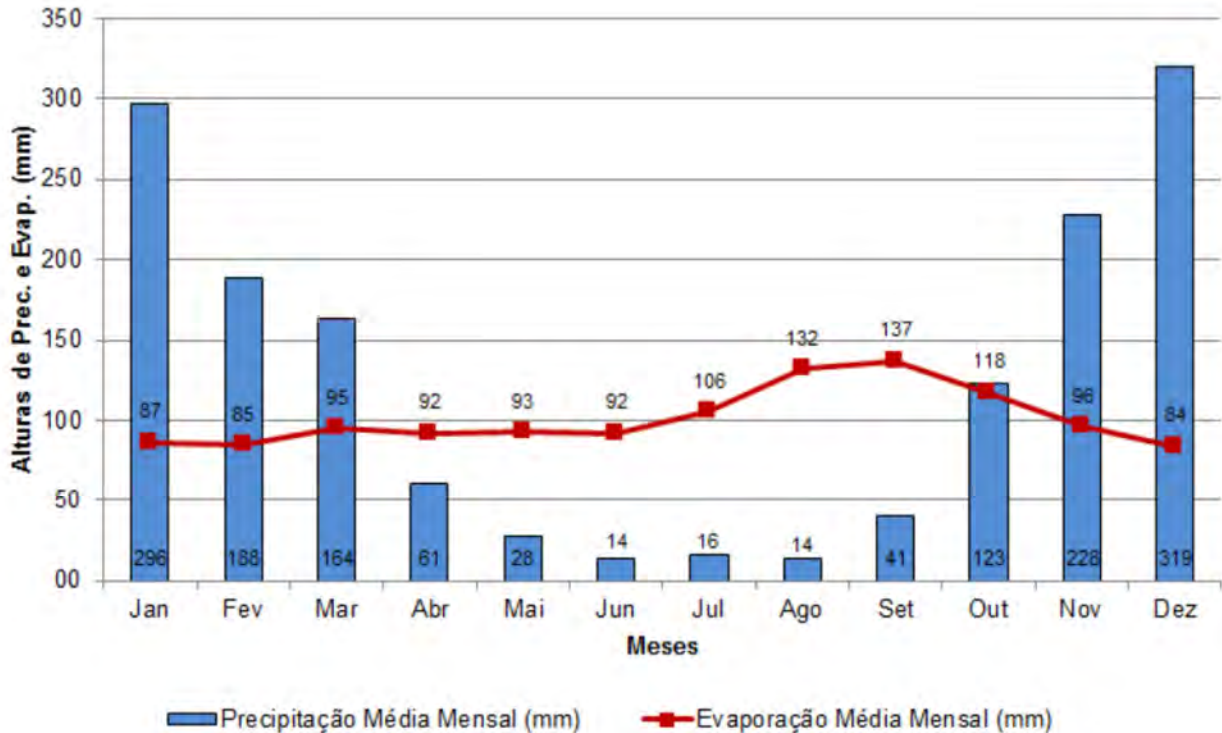
**Figura 23 Variação mensal da temperatura – Estação Belo Horizonte. Normais Climatológicas 1961-1990.**



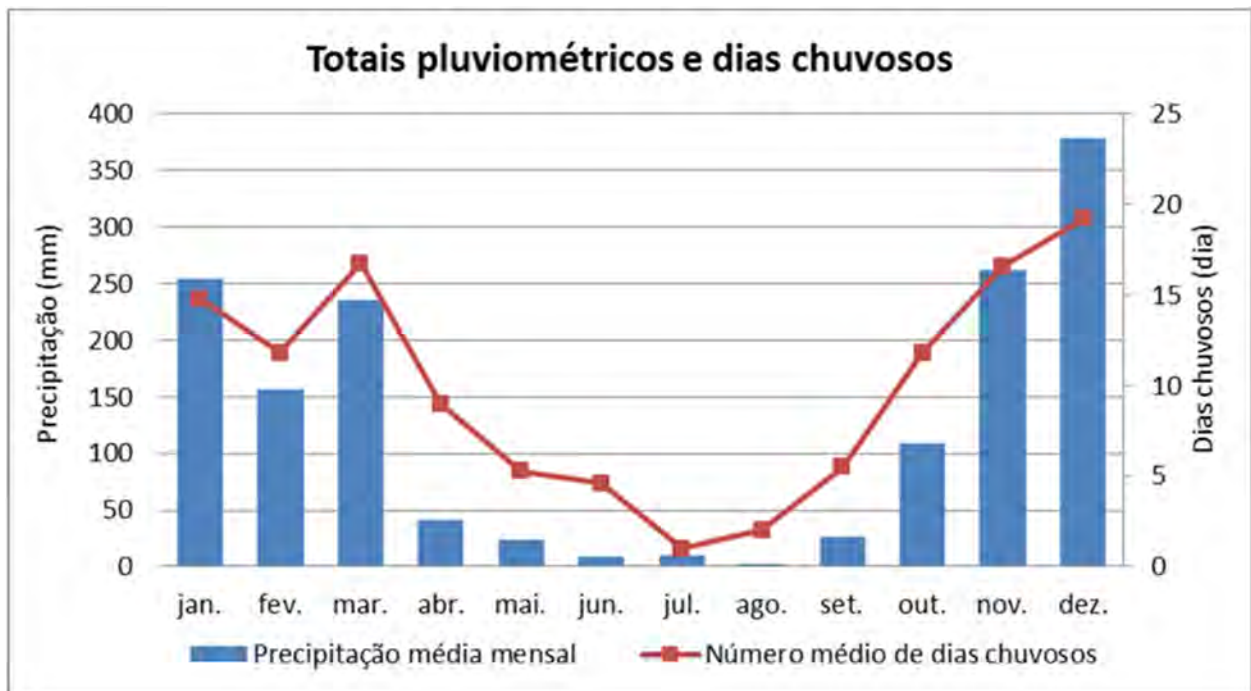




**Figura 24 Variação mensal da precipitação e da evaporação - Estação Belo Horizonte. Normais Climatológicas 1961-1990.**



**Figura 25 Totais pluviométricos e número de dias chuvosos (médias mensais) - Estação da Planta do Queiroz. Período 2010-2016.**





### ***Umidade relativa***

Em relação aos níveis de umidade relativa do ar, o período com índices mais baixos é a estação seca. Durante essa época são comuns algumas semanas em que a umidade atinge valores mínimos abaixo de 20% durante os horários mais secos da tarde, caracterizando estado de atenção ou mesmo de perigo à saúde da população. Os valores médios de umidade relativa do ar representam os dados medidos em vários períodos do dia, não sendo identificados esses índices mínimos. Mesmo assim, é possível verificar uma queda nas médias mensais de umidade relativa do ar, quando da estação seca em Belo Horizonte, chegando a uma queda de 65 % nos meses de agosto e setembro.

### ***Direção dos ventos***

Nessa região, situada na encosta oriental da Serra do Espinhaço, os ventos predominantes durante o verão, de acordo com a circulação geral da atmosfera, têm o sentido de Nordeste para Sudoeste e, durante o inverno, de Sudoeste para Nordeste (CETEC, 1983 *in* Sete, 2012).

## **14.1.2 Geologia**

### **14.1.2.1 Metodologia**

O diagnóstico geológico do Aterro de Resíduos Industriais H1, na Planta do Queiroz, foi pautado no levantamento e na análise de dados secundários de fontes bibliográficas, cartográficas e imagens de satélite da região de inserção do empreendimento; bem como na análise de estudos ambientais e relatórios técnicos realizados para as estruturas inseridas na área industrial.

Os principais estudos utilizados na elaboração do diagnóstico de geologia e dos aspectos geotécnicos são indicados a seguir:

- Mapa Geológico – Folha Belo Horizonte, na escala 1:50.000 e Nota Explicativa. In: Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa. Belo Horizonte, MG. CODEMIG. (LOBATO *et al.*, 2005).
- Projeto APA SUL Região Metropolitana de Belo Horizonte. Estudos do Meio Físico: Geologia- Volume 1. CPRM/SEMAD/CEMIG. Belo Horizonte, MG. (SILVA *et al.*, 2005);
- Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados elaborado pela empresa Golder Associates em novembro de 2016. (Relatório disponibilizado pela AngloGold) (GOLDER, 2016).



### 14.1.2.2 Resultados

#### *Supergrupo rio das Velhas*

O Supergrupo rio das Velhas representa uma clássica sequência *greenstone belt* e é constituído por uma unidade basal de rochas vulcanoclásticas e lavas riolíticas (komatiitos e basaltos), recoberta por pacotes de rochas metassedimentares (químicas e clásticas). São rochas de idade neoarqueana a mesoarqueana. A área de implantação do projeto do Aterro H1, assim como a Planta do Queiroz, está integralmente inserida nesta unidade geológica.

#### *Grupo Nova Lima*

O Grupo Nova Lima é a unidade basal do Supergrupo rio das Velhas, constituído predominantemente por xistos e filitos de composições variadas e subordinadamente por formação ferrífera e metachert. Consiste, principalmente, de xisto de origem metassedimentar e engloba sedimentos pelíticos e psamíticos, metavulcanitos e filitos básicos e ácidos com intercalações de quartzito, grauvaca, dolomito, talco xisto e formação ferrífera. Ocorre em contato discordante com as rochas do Supergrupo Minas (GOLDER, 2016).

### 14.1.3 Geomorfologia

#### 14.1.3.1 Metodologia

Para a elaboração do diagnóstico geomorfológico das áreas de estudo do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, utilizou-se como fonte de dados o Projeto APA SUL da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MEDINA *et al.*, 2005) e os dados obtidos no EIA do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados (GOLDER, 2016).

Cabe ressaltar que a área de mapeamento geomorfológico do Projeto APA Sul RMBH (MEDINA *et al.*, 2005) não alcança a área do projeto, sendo, então, feita neste estudo uma extrapolação a partir do mapa desta fonte de dados utilizada.

#### 14.1.3.2 Resultados

A área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 faz parte da sub-bacia do córrego da Mina d'Água. Nestas áreas a geomorfologia é caracterizada por um conjunto de relevo predominantemente montanhoso e fortemente condicionado pelo substrato litoestrutural do Quadrilátero Ferrífero. A complexa geologia estrutural desta unidade geomorfológica exhibe as marcas de diversos eventos tectônicos desde o arqueano e o processo de soerguimento tectônico cenozoico que afetou toda a região. Essa série de eventos produziu uma diversidade de formas de relevo com marcante controle litoestrutural, associada à erosão diferencial do conjunto de litologias (MEDINA *et al.*, 2005).



Os efeitos do controle tectônico e litológico e da diferenciação de intemperismo nas litologias do Quadrilátero Ferrífero serviram de base para classificação e individualização geomorfológica em Unidades Morfoestruturais. Tal classificação, inicialmente proposta por Barbosa (1967, *apud* MEDINA *et al.*, 2005), foi empregada no mapeamento do Projeto APA Sul RMBH (MEDINA *et al.*, 2005), utilizada como base para este diagnóstico, sendo identificadas dez unidades morfoestruturais, a saber:

- Crista Monoclinal da Serra do Curral - CSC;
- Depressão Marginal do rio Paraopeba - DPA;
- Platô da Sinclinal Moeda - PSM;
- Depressão Interplanáltica do Alto rio das Velhas - DRV;
- Vale Anticlinal do rio das Velhas - VRV;
- Patamares Escalonados da Serra do Jaguará - PEJ;
- Depressão Suspensa da Sinclinal Gandarela - DSG;
- Vale Anticlinal do rio Conceição - VRC;
- Maciço do Caraça - MCA;
- Depressão Marginal do rio Piracicaba - DPI.

Na região deste projeto verifica-se a unidade morfoestrutural do Vale Anticlinal do rio das Velhas – VRV.

### ***Vale Anticlinal do rio das Velhas (VRV)***

Essa unidade de relevo se desenvolveu sobre as rochas Grupo Nova Lima, Supergrupo rio das Velhas, especialmente sobre xistos e filitos, e está limitada na região de estudo a norte-noroeste pela Crista Monoclinal da Serra do Curral e a sul-sudeste pela Depressão Interplanáltica do Alto rio das Velhas.

Compreende uma evolução do relevo que ocupou uma estrutura anticlinal, a qual se tornou topograficamente rebaixada em relação aos seus sinclinais – fato comum no Quadrilátero Ferrífero, sendo denominado de inversão de relevo. Não se trata exatamente de um vale que escavou um eixo anticlinal, mas um sistema de vales que ocupou e modelou um anticlinal.

Esse anticlinal foi escavado e modelado mantendo-se, no entanto, mais preservado da erosão que as unidades deprimidas próximas, ocupadas por rochas granito-gnássicas do embasamento, como a unidade Depressão Belo Horizonte. Apresenta-se mais arrasada do que a unidade de relevo Crista Monoclinal da Serra do Curral. Segundo Medina *et al.* (2005) corresponde a uma região de vales profundos balizados por longas cristas de itabirito e quartzito.





Mostra-se compartimentada em unidades de dissecação do relevo (planaltos e depressões) e de acumulação (planícies fluviais e terraços). Apresenta, em geral, um relevo com colinas suavizadas comparativamente às Serranias que limitam a unidade, e uma ampla rede de drenagem. Sua conformação resulta da ação da drenagem sobre as rochas xistosas do Grupo Nova Lima, com intensa dissecação acarretando uma depressão com altitudes que variam entre 700 e 950 m. O relevo da sub-bacia do córrego Mina d'Água varia de ondulado a fortemente ondulado, com altitudes variando entre 728 m na foz do rio das Velhas e 981 m nas cotas mais elevadas dos interfúvios desta sub-bacia (GOLDER, 2016).

O leito do rio das Velhas, a sudeste, apresenta trechos alternados de baixo e alto grau de sinuosidade com vales estreitos e encaixados. Apresenta um forte controle estrutural, marcado por mudanças bruscas em sua direção. Na AII e AID do projeto, verificam-se falhas e lineamentos estruturais com direções S-N e SE-NW, demarcando trechos tanto no curso principal do rio das Velhas quanto de seus afluentes, como o córrego da Mina d'Água.

Segundo Golder (2016) na área da Planta Industrial do Queiroz, onde se inserirá o projeto em pauta, as atividades minerárias acarretaram mudanças significativas na geomorfologia do vale do córrego da Mina d'Água, sendo as mais importantes aquelas relacionadas à implantação das barragens do Cocuruto, Rapaunha e Calcinados. Tais estruturas alteraram as formas dos fundos de vale, que se tornaram chatos pela disposição do rejeito, além do encurtamento no comprimento de rampa das vertentes, pelo aumento da cota de inundação e alterações na dinâmica fluvial e no escoamento das vertentes, pelo barramento e controle de vazão e alteração do nível de base local.

Também segundo Golder (2016) são verificados na AII e AID deste projeto processos de escoamento difuso e concentrado originando sulcos e ravinas e, eventualmente, movimentos de massa em áreas que sofreram intervenção antrópica, pelo fato de filitos e xistos constituírem rochas susceptíveis ao intemperismo, ao desenvolvimento de processos erosivos e movimentos de massa. Na área diretamente afetada pelo projeto a dinâmica erosiva apresenta-se relativamente controlada, não tendo sido registrados processos erosivos relevantes. Ravinas (em taludes de corte) e feições de erosão laminar em vertentes com comprimento de rampa maiores podem ser observados (GOLDER 2016).

#### **14.1.4 Pedologia e Aptidão Agrícola**

##### **14.1.4.1 Metodologia**

A caracterização regional dos solos foi realizada a partir da compilação e síntese dos dados pedológicos da região, extraídos do EIA do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados (GOLDER, 2016). As fontes de dados utilizadas neste estudo ambiental corresponderam a relatórios e mapeamentos de solos regionais largamente utilizados em diagnósticos ambientais.



#### **14.1.4.2 Resultados**

##### ***Pedologia***

Na área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, ocorrem basicamente duas classes de solos: Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos. Ressalta-se que os Neossolos Litólicos são verificados pontualmente e sem expressividade.

##### ***Aptidão agrícola dos solos***

Segundo Golder (2016), os solos presentes na área de estudo do projeto apresentam fortes limitações ao uso agrícola. De modo geral compreendem solos rasos, com afloramentos rochosos, capeamentos de canga, de baixa fertilidade e elevada acidez, ocorrendo em terrenos declivosos e com elevada susceptibilidade a processos erosivos ou movimentos de massa.

Nos Cambissolos Háplicos, dominantes, as limitações ao uso agrícola relacionam-se à baixa fertilidade e à deficiência hídrica, devido à espessura do horizonte B que se apresenta pouco expressiva. Esses solos são inaptos à agricultura, mas possuem aptidão para pastagem natural, desde que devidamente manejados de forma a evitar o desenvolvimento de processos erosivos (GOLDER, 2016). Assim como regionalmente, os Neossolos Litólicos também não são aptos às atividades agrossilvipastoris, devido a limitações como elevada acidez e baixa espessura de seus horizontes.

#### **14.1.5 Hidrogeologia**

##### **14.1.5.1 Metodologia**

A caracterização dos aspectos hidrogeológicos na região onde se insere o projeto do Aterro H1 foi elaborada a partir da compilação e síntese dos dados hidrogeológicos disponíveis sobre a região, extraídos do EIA do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcínados (GOLDER, 2016).

##### **14.1.5.2 Resultados**

De acordo com os estudos hidrogeológicos realizados pela Golder (2016), o principal aquífero presente na região de inserção do projeto, situado na Planta do Queiroz, é caracterizado como um sistema aquífero com baixa condutividade hidráulica em sua maior extensão, podendo apresentar aumento na condutividade em área de fraturamento onde a água subterrânea se concentra nas fraturas. Derivado dos xistos do Grupo Nova Lima, unidade litológica presente predominantemente na área do projeto.

Os aquíferos presentes no Grupo Nova Lima foram formados em metassedimentos, constituídos de xistos, xistos metavulcânicos, mica xistos carbonosos e formação ferrífera subordinada, podem se apresentar fraturados e descontínuos concentrando maiores volumes de água nas discontinuidades. Referente à condição de pressão, os aquíferos podem se apresentar livres ou confinados.



Segundo Golder (2016), os sistemas aquíferos na área onde se insere o Aterro H1, na Planta do Queiroz, podem ser diferenciados de acordo com o nível intempérico local, e se relacionam, também, com o tipo de porosidade apresentada, podendo a mesma ser primária, secundária ou mista.

Os sistemas aquíferos de porosidade primária, ou, simplesmente, porosos, são aqueles nos quais o escoamento de água ocorre principalmente através dos interstícios das rochas. Na área do projeto este tipo de aquífero pode ser representado pelos solos residuais e solos de aterros.

Os sistemas aquíferos de porosidade secundária, ou fraturados, ocorrem em rochas com baixa presença, ou inexistência, de espaço intergranular, de forma que a água é transmitida predominantemente através de descontinuidades, como juntas, fraturas ou falhas. Este sistema é representado pelas rochas constituídas, principalmente, por xistos e filitos, sendo, usualmente, meios de baixa permeabilidade.

Sistemas aquíferos mistos possuem características tanto de aquíferos porosos quanto fraturados, sendo, portanto, de dupla porosidade. Este tipo de aquífero é representado na área do projeto principalmente por solos saprolíticos, sendo que sua condutividade hidráulica está associada à rocha de origem, e nível de intemperismo. O manto de intemperismo, além de possuir maior espaço intergranular, possui descontinuidades mais abertas em função das condições de pressão, decorrentes da profundidade, e dissolução mineral. Desta forma, os saprolitos apresentam uma maior capacidade de armazenamento e condutividade hidráulica média, quando comparado à rocha sã. Esta, por sua vez, possui condutividade hidráulica elevada apenas nas zonas de descontinuidades.

## **14.1.6 Recursos hídricos**

### **14.1.6.1 Metodologia**

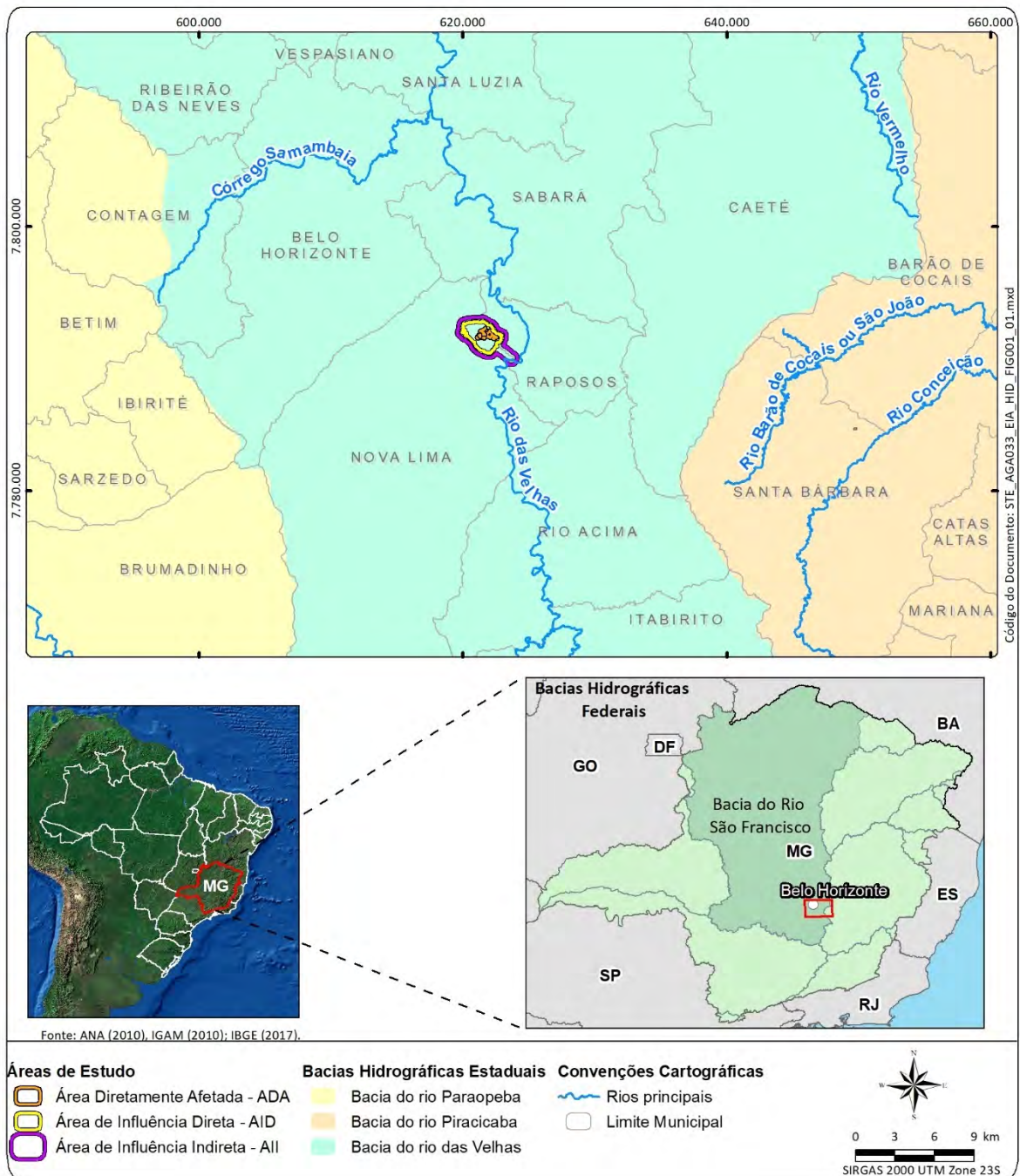
A caracterização dos aspectos hidrográficos foi executada a partir da base cartográfica do IBGE – Folha Belo Horizonte (SE-23-Z-CVI-3), escala 1:50.000; em dados obtidos nos sites do IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas e do Comitê das Bacia Hidrográfica rio das Velhas (CBH - SF5), além do EIA do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados (GOLDER, 2016).

### **14.1.6.2 Resultados**

A Planta Industrial do Queiroz, local de inserção do Projeto do Aterro de Resíduos H1, consiste em uma região de nascentes de diversos córregos, entre eles o córrego André Gomes (ou córrego Cubango), o córrego da Fazenda e o córrego Mina d'Água, sendo esse último correspondente à sub-bacia onde o projeto está previsto para ser implantado. Conforme a divisão hidrográfica nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), por meio da Resolução CNRH nº 32/2003, a sub-bacia do córrego Mina D'água, faz parte da bacia hidrográfica estadual do rio das Velhas, que por sua vez pertence à bacia hidrográfica federal do rio São Francisco (Figuras 26 e 27).



**Figura 26 Inserção da área do projeto do Aterro de Resíduos H1 na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.**

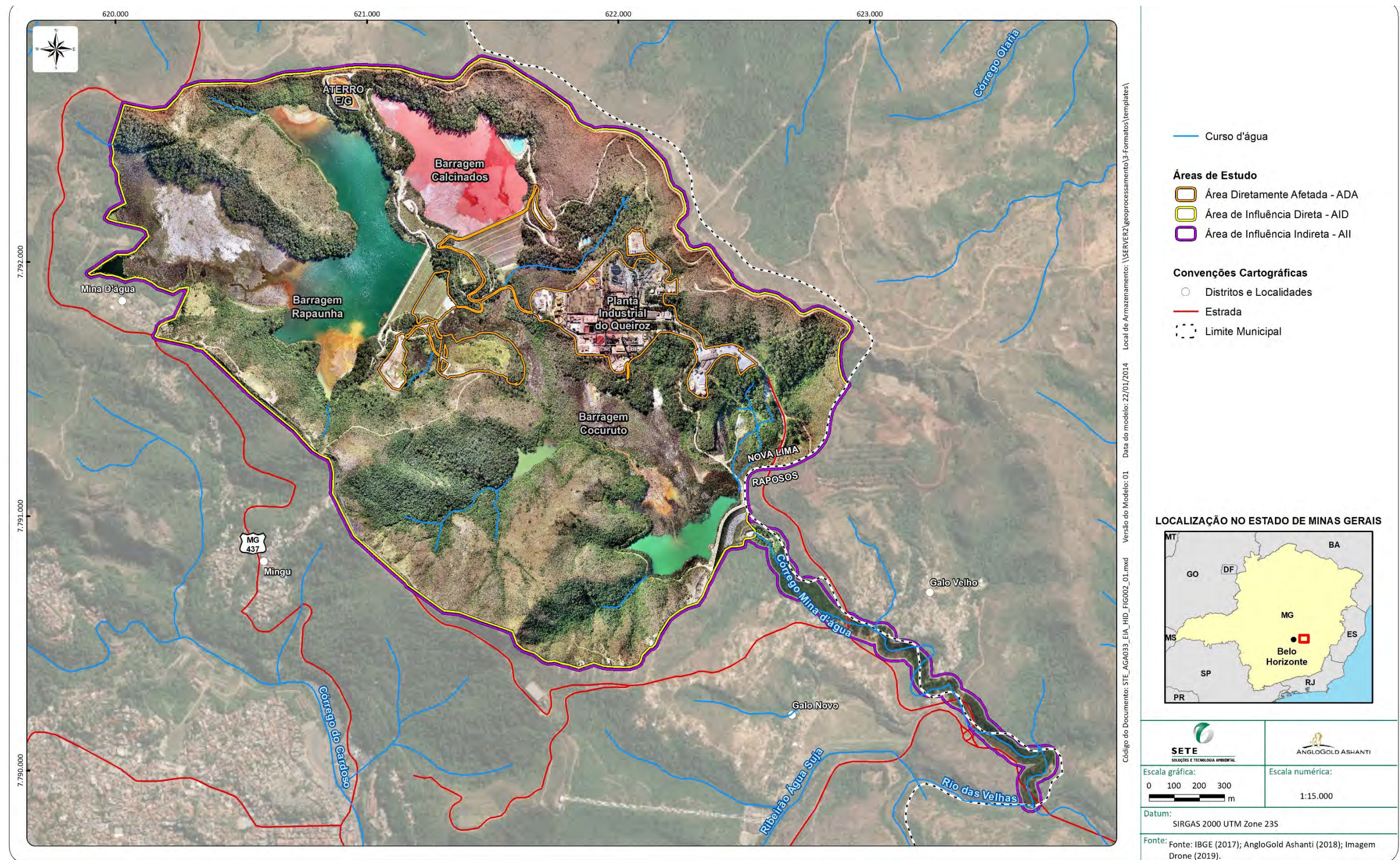


Fonte: Sete, 2019.





Figura 27 Localização dos cursos d'água na AID e AII do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.



Fonte: Sete: 2019.







## 14.1.7 Qualidade das Águas Superficiais e Efluentes

### 14.1.7.1 Metodologia

A avaliação da qualidade física e química dos sistemas hídricos inseridos nas áreas de influência do Aterro H1, resultou na caracterização ambiental do principal curso d'água envolvido e de relevância ambiental da área, o Rio das Velhas. A partir da integração dos resultados das amostragens é possível delinear o cenário atual das condições físicas e químicas da água, reflexo dos usos e ocupação dos solos na bacia. De forma a complementar a referida análise, optou-se por integrar a essa avaliação, os resultados do monitoramento do efluente proveniente da barragem de rejeitos (Barragem Cocuruto) da Planta do Queiroz, uma vez que este efluente é descartado no córrego Mina D'Água.

A AGA possui um Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, que acompanha uma gama de variáveis físicas e químicas nos pontos de amostragem distribuídos a montante e a jusante do ponto de confluência entre o córrego Mina D'Água (onde é lançado o efluente da barragem) e o Rio Das Velhas.

Assim, a elaboração do diagnóstico da qualidade das águas superficiais do empreendimento em estudo foi embasada nos dados formados pelo histórico dos resultados do monitoramento já realizado pela AGA, compreendidos entre Janeiro/2018 a Junho/2019, conforme disponibilizado pela empresa.

Os procedimentos metodológicos adotados para a execução dessa avaliação foram direcionados para levantar informações sobre o grau de integridade e qualidade do curso d'água. Para análise dos resultados e verificação da qualidade das águas superficiais e do efluente, os resultados dos monitoramentos foram comparados aos limites estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008, de acordo com o enquadramento dos recursos hídricos envolvidos e com o padrão de lançamento de efluentes.

A coleta, o processamento das amostras e os ensaios físico-químicos foram de responsabilidade do laboratório interno da AGA, localizado na Planta do Queiroz (Certificado de acordo com as normas da ABNT – NBR 17.025/2005 e NBR 9.001/2015) e seguiram as normas do SMEWW (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* – APHA, 2012), conforme detalhamento estabelecido para cada parâmetro.

As coletas foram realizadas conforme procedimentos do laboratório interno da AGA, além das referências normativas ABNT – NBR 9.898/1987 e Guia de Coleta e Preservação da Amostra da ANA/2011 e ABNT – NBR 10.007/2004.

Mesmo existindo diversos dados de acompanhamento sistemático e analítico da qualidade das águas nas áreas internas da Planta do Queiroz, optou-se por restringir a avaliação do presente diagnóstico pela análise do recurso hídrico considerado como de relevância ambiental da região, representado pelo Rio das Velhas, o qual será analisado, de modo comparativo, a montante e a jusante da Barragem Cocuruto. A avaliação também contemplará o efluente desta estrutura, conforme anteriormente mencionado.



### Rede de Amostragem

A malha amostral foi determinada considerando a área de inserção da planta metalúrgica, de forma a caracterizar a parcela da margem esquerda do rio das Velhas (alto rio das Velhas) onde a sub-bacia do córrego Mina d'Água se encontra. Este já demonstra estar bastante modificado em relação à sua condição original, devido aos três reservatórios de rejeitos nela implantados.

As descrições dos pontos de amostragem, parâmetros e frequências estão apresentadas no Quadro 12 .

**Quadro 12 Rede de amostragem da qualidade das águas superficiais.**

Ponto	Descrição	Coordenadas SIRGAS 2000		Periodicidade	Parâmetros avaliados
		X	Y		
PQZ-1007	Rio das Velhas a montante da Planta do Queiroz	623672	7789874	Mensal	Arsênio Total, Arsênio Solúvel, Condutividade Elétrica, Cianeto, DBO, DQO, Ferro Solúvel, Cobre Solúvel, Manganês Total, Nitrato, Chumbo Total, pH, Sulfato, Sulfeto, Sólidos Sedimentáveis, Turbidez, Zinco Total, Fenóis, Surfactantes, Óleos e Graxas, Coliformes Fecais.
PQZ-1009	Rio das Velhas, a jusante da Planta do Queiroz	624442	7789899	Mensal	Arsênio Total, Arsênio Solúvel, Condutividade Elétrica, Cianeto, DBO, DQO, Ferro Solúvel, Cobre Solúvel, Manganês Total, Nitrato, Chumbo Total, pH, Sulfato, Sulfeto, Sólidos Sedimentáveis, Turbidez, Zinco Total, Fenóis, Surfactantes, Óleos e Graxas, Coliformes Fecais.
PQZ-7001	Efluente final da Planta do Queiroz (Barragem Cocuruto)	622531	7790951	Mensal, Semanal e Diário	Além dos parâmetros supracitados, também são avaliados: Cádmio Total, Cor Real, Temperatura do Efluente.





### Legislação aplicável

A bacia do Rio das Velhas foi enquadrada de acordo seus usos pela Deliberação Normativa COPAM nº 20/1997. Dessa forma, os resultados do monitoramento foram comparados com os limites estabelecidos para cursos d'água Classe 2 pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008, os quais são apresentados no Quadro 13.

O presente diagnóstico também contempla o efluente tratado da barragem, o qual será analisado frente aos padrões de lançamento de efluentes também estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

### Quadro 13 Limites definidos pela Deliberação Normativa COPAM-CERH nº 01/2008

Fonte: Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/2008.

Parâmetros	Unidades	Classe 2	Lançamento de efluentes
Arsênio total	mg/L	0,01	0,2
Cádmio total	mg/L	0,001	0,1
Chumbo total	mg/L	0,01	0,1
Cianeto livre	mg/L	0,005	0,2
Condutividade elétrica	µS/cm	-	-
Cor	mg Pt/L	<75	-
DBO	mg/L	5,0	60
DQO	mg/L	-	180
Fenóis	mg/L	0,003	0,5
Ferro dissolvido	mg/L	0,3	15
Manganês total	mg/L	0,1	-
Nitrato	mg/L	10	-
Óleos e Graxas	mg/L	Virtualmente ausentes	20
pH	-	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
Sólidos sedimentáveis	mL/L	-	1
Sulfato total	mg/L	250	-
Sulfeto	mg/L	0,002	1,0
Surfactantes	mg/L	0,5	2,0
Temperatura da água/efluente	°C	-	<40 °C
Turbidez	UNT	100	-



### 14.1.7.2 Resultados

A caracterização físico-química Rio das Velhas, é descrita a partir das variações espaciais e temporais dos parâmetros avaliados no monitoramento ambiental realizado pela AGA. Os resultados do monitoramento são apresentados a seguir.

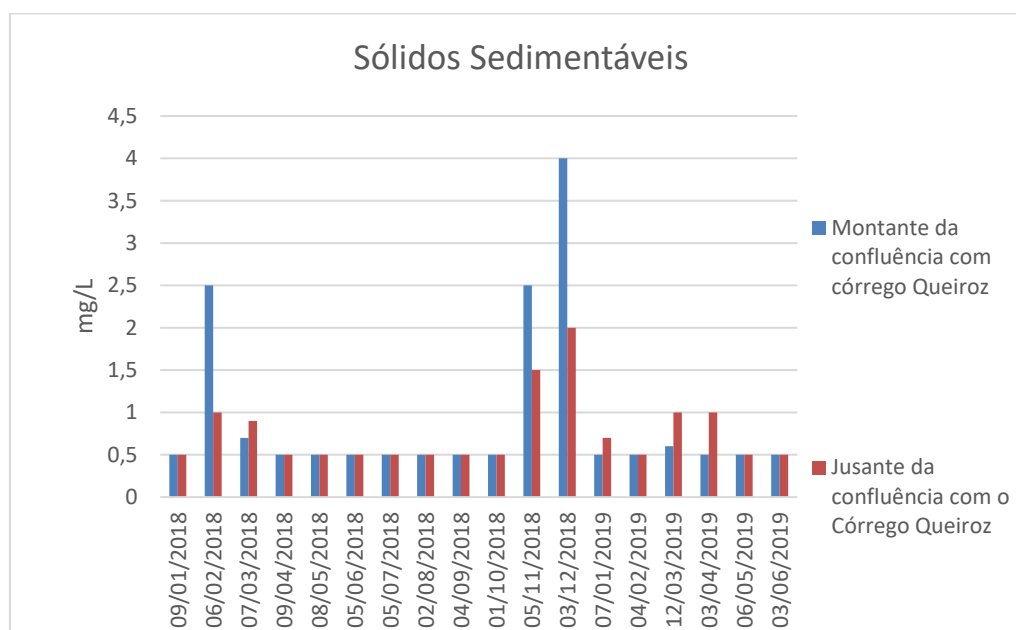
Conforme já informado, o Rio das Velhas foi avaliado em dois pontos distintos: PQZ 1007 e PQZ 1009, localizados respectivamente a montante e a jusante da confluência do Córrego Mina D'água, o qual recebe os efluentes da Barragem Cocuruto.

#### *Sólidos sedimentáveis*

Embora a Resolução COPAM CERH 01/2008 não estabeleça limites legais para este parâmetro em cursos d'água, a AGA realiza o seu monitoramento e os resultados são apresentados na Figura 28.

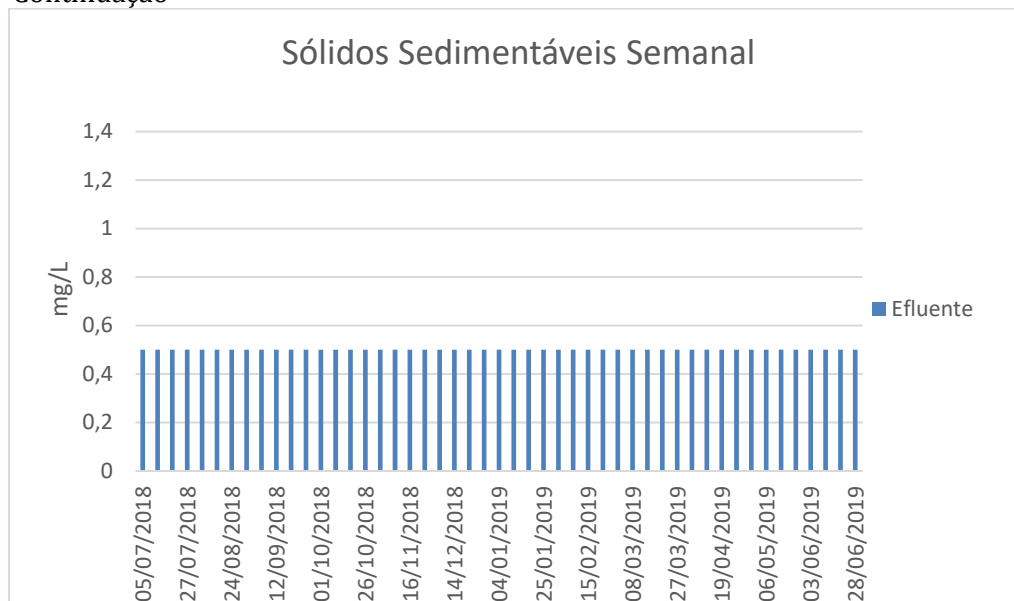
Conforme pode ser observado, as concentrações de sólidos sedimentáveis foram inferiores ao limite de detecção, equivalente a 0,5 mL/L, para a maioria das campanhas do Rio das Velhas. Os resultados de sólidos sedimentáveis para o efluente da barragem de rejeitos indicam o atendimento integral dos limites legais estabelecidos pela Resolução COPAM CERH 01/2008 para este parâmetro. Todas as campanhas apresentaram concentrações inferiores ao limite de detecção do método analítico, equivalente a 0,5 mL/L. Dessa maneira, constata-se que não há considerável contribuição do efluente da Barragem Cocuruto para o curso d'água, em termos de sólidos sedimentáveis.

**Figura 28** Variação espacial e temporal dos resultados de Sólidos Sedimentáveis





Continuação



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

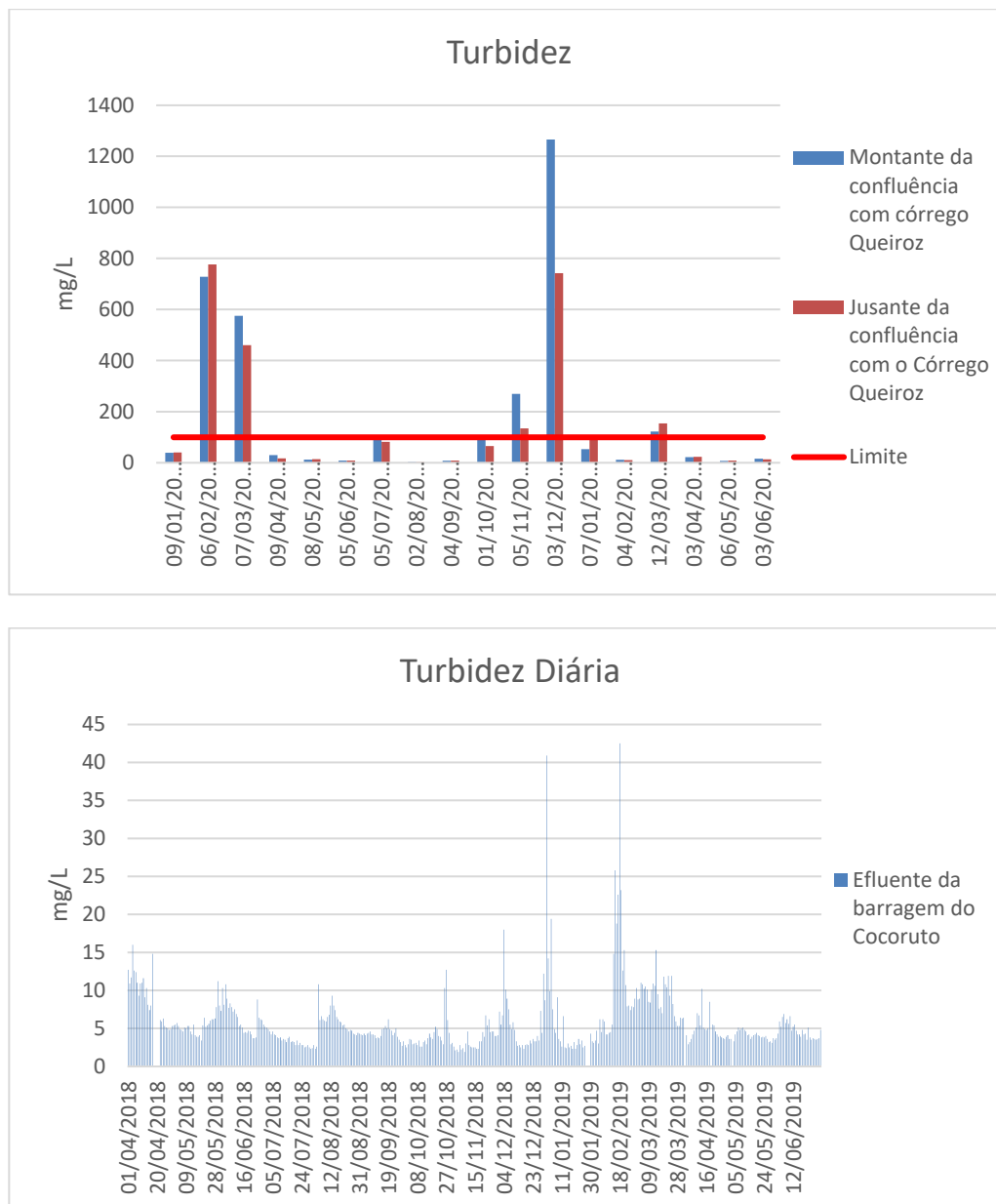
### ***Turbidez***

A turbidez, parâmetro diretamente afetado pelas concentrações de sólidos suspensos, não é contemplada pela Resolução COPAM CERH 01/2008 para efluentes, porém os resultados de monitoramento deste parâmetro são apresentados na Figura 29. Nota-se que, de maneira geral, as concentrações de turbidez foram baixas no efluente da barragem, havendo picos de concentração em alguns dias dos meses de dezembro/2018 e fevereiro/2019. Já nas análises de qualidade da água, esse parâmetro ultrapassa o limite estabelecido diversas vezes no período de observação. Tanto no ponto de jusante quanto no de montante do empreendimento. Isto pode ser devido ao carregamento de material que ocorre durante a esta época de chuvas na região e pela alta interferência antrópica na bacia do rio das velhas.





**Figura 29 Variação espacial e temporal dos resultados de Turbidez**



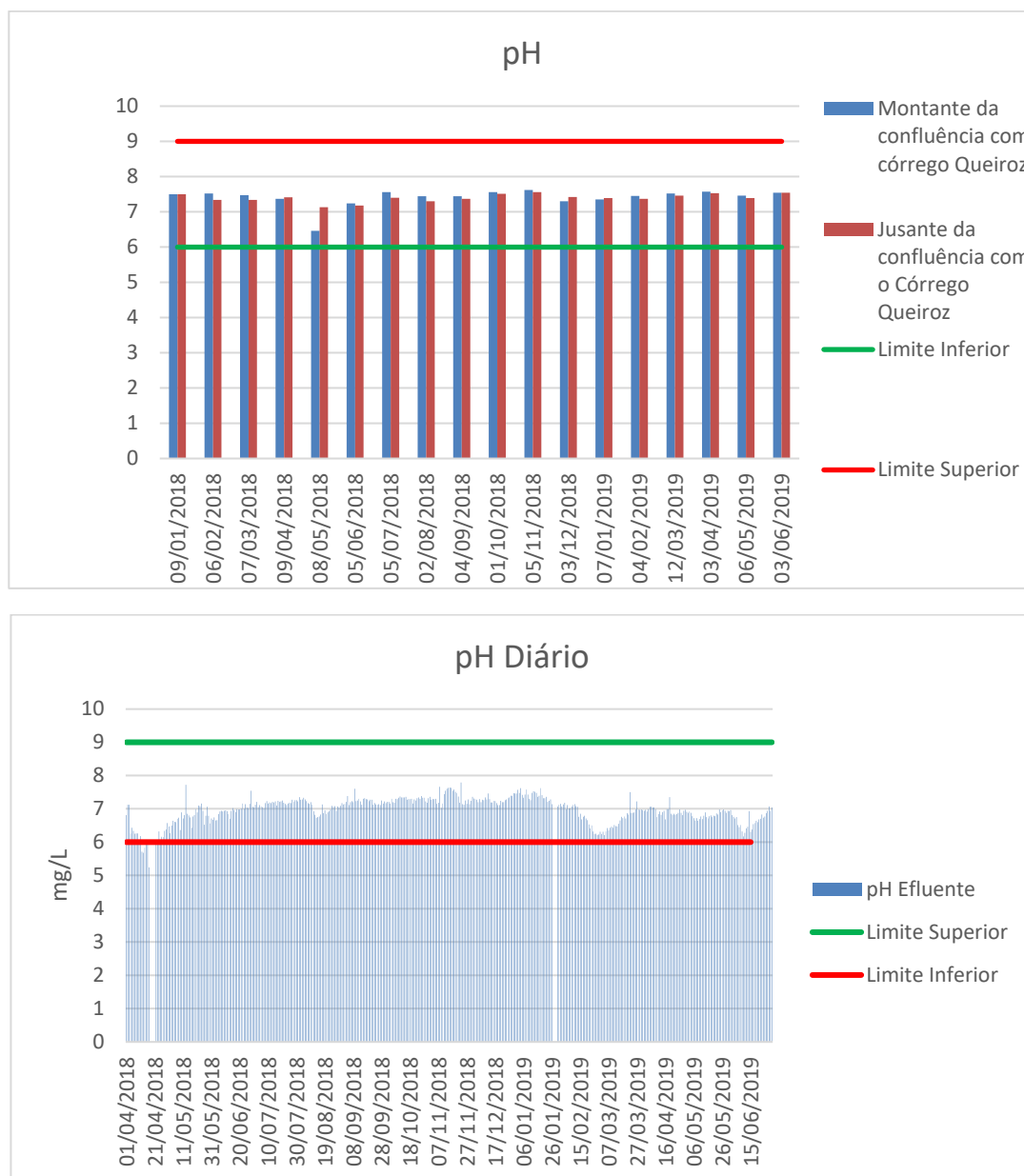
Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

### **pH**

Avaliando o equilíbrio ácido-básico (pH), observa-se que tanto as águas do Rio das Velhas, quanto o efluente da Barragem Cocoruto, permanecem na faixa classificada como neutra, apresentando média em torno de 6,9 para o efluente e de 7,4 para as águas naturais superficiais. Salvo apenas o efluente, que durante alguns dias do mês de abril de 2018 obteve análises com pH abaixo de 6. Dessa forma, constata-se que os limites inferior e superior, definidos pela legislação estadual COPAM CERH 01/2008, são respeitados tanto para qualidade das águas superficiais quanto para efluentes (Figura 30).



**Figura 30** Variação espacial e temporal dos resultados de pH



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

### **Cor real**

A cor é resultado da existência, na água, de substâncias em solução; pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. Este parâmetro, apesar de não ter limite estabelecido, é analisado apenas no lançamento do efluente da Barragem Cocuruto. E como pode ser observado, não alcança altos valores (Figura 31).



**Figura 31** Variação espacial e temporal dos resultados de Cor Real no Efluente

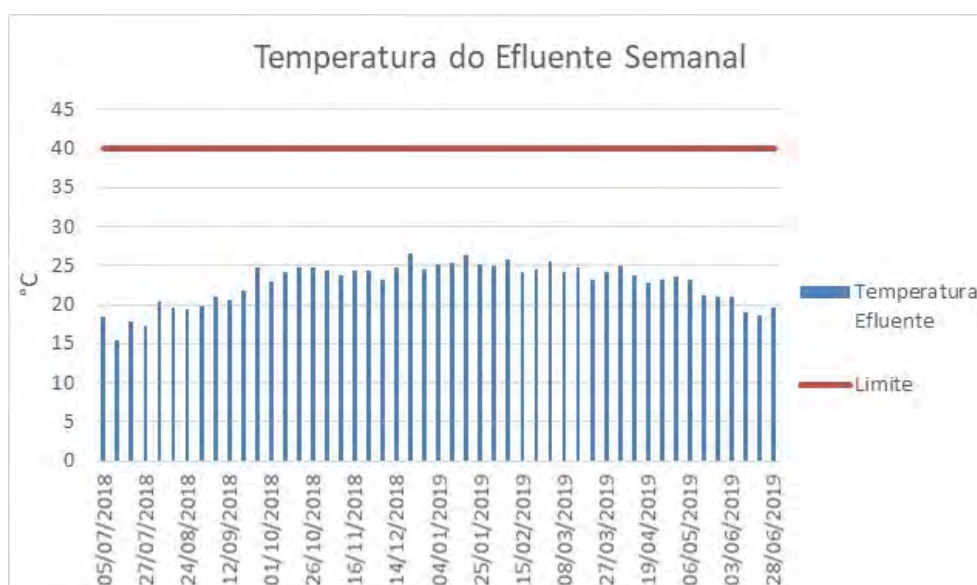


Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

### Temperatura

É a medida da intensidade de calor; que influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). Este parâmetro é monitorado semanalmente somente no ponto de lançamento do efluente da Barragem Cocuruto, e como pode ser observado no gráfico abaixo (Figura 32), nenhuma medição ultrapassou o limite estabelecido pela legislação vigente.

**Figura 32** Variação espacial e temporal da temperatura amostrada do efluente



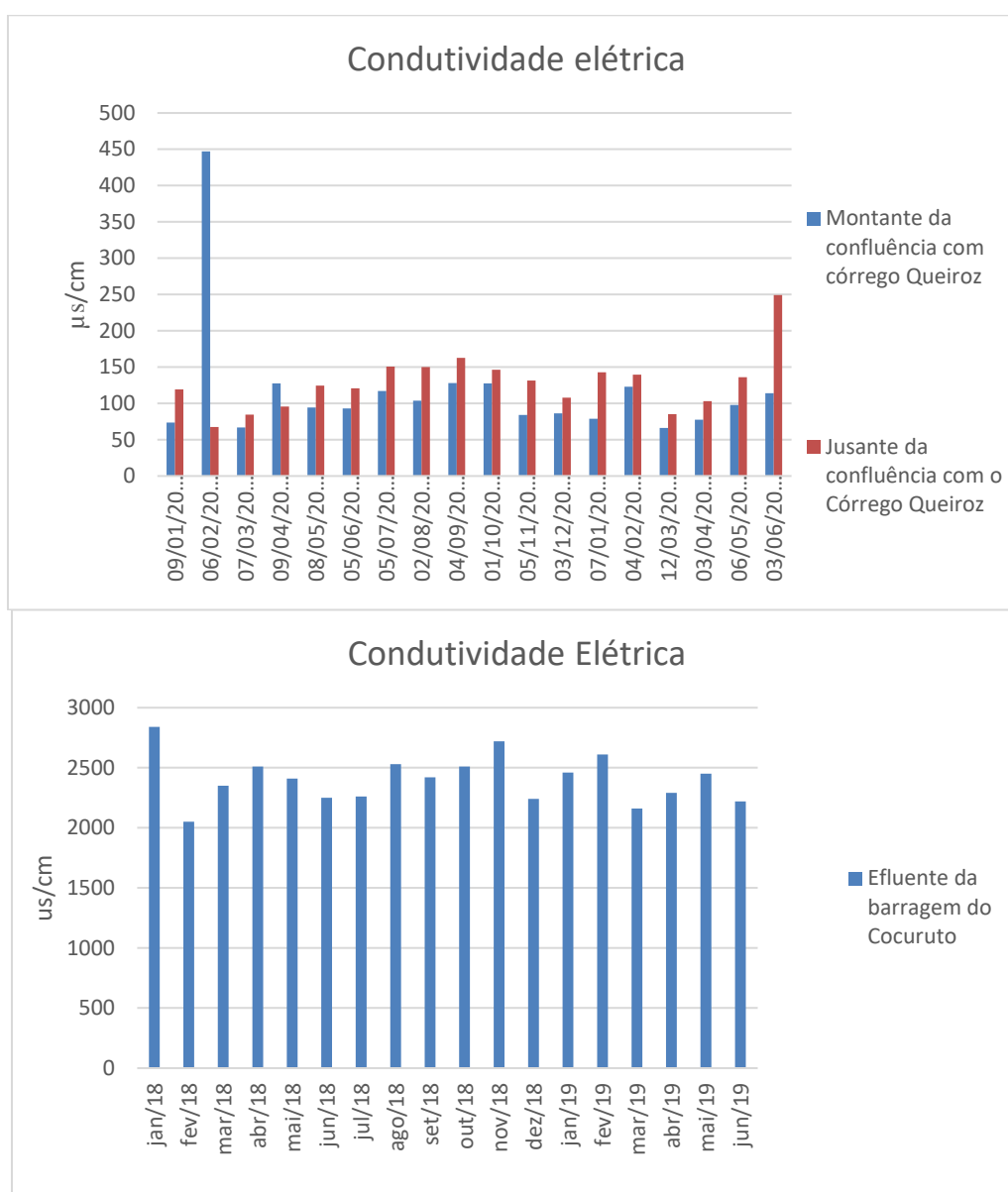
Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).



### Condutividade elétrica

Os resultados de condutividade elétrica indicam a contribuição de sais neste trecho do Rio das Velhas. Observa-se que entre o ponto montante e jusante deste curso d'água, em geral, não existe variação significativa ao longo do período avaliado, com exceção do mês de Fevereiro/2018 quando o valor de montante foi bem maior do que o valor de jusante. Já a condutividade elétrica do efluente tratado apresenta maiores variações e valores para o referido período. No entanto, tal oscilação não afeta o Rio das Velhas, como demonstram os resultados apresentados de forma gráfica, a seguir (Figura 33).

**Figura 33 Variação espacial e temporal dos resultados de Condutividade elétrica**







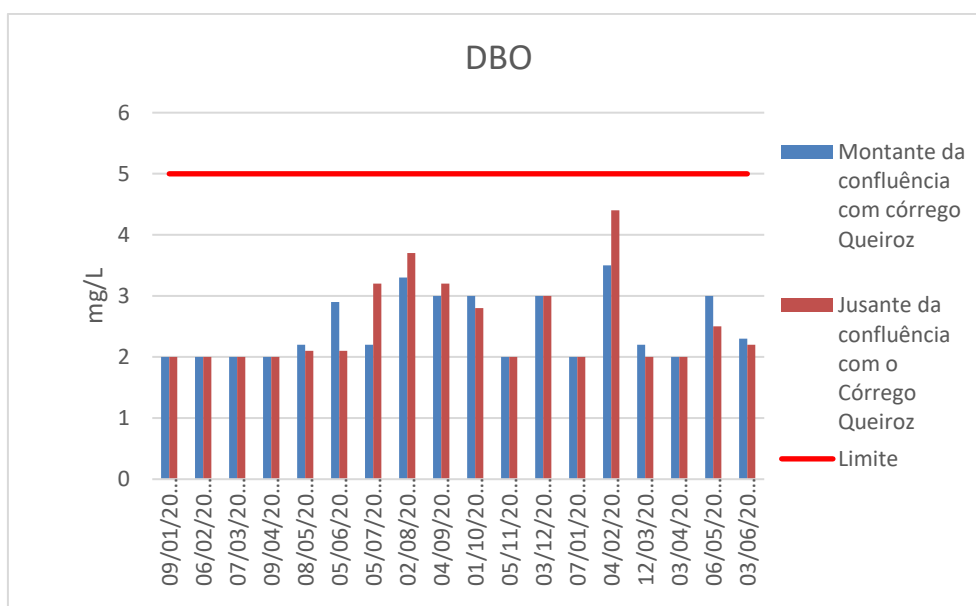
### DBO e DQO

A avaliação da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO é uma determinação do potencial consumo de oxigênio dissolvido, retratando de maneira indireta o teor de matéria orgânica presente na água. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio.

Conforme apresentado na Figura 34, os resultados da DBO no Rio das Velhas foram inferiores ao determinado pela Resolução COPAM CERH 01/2008 em todas as campanhas analisadas.

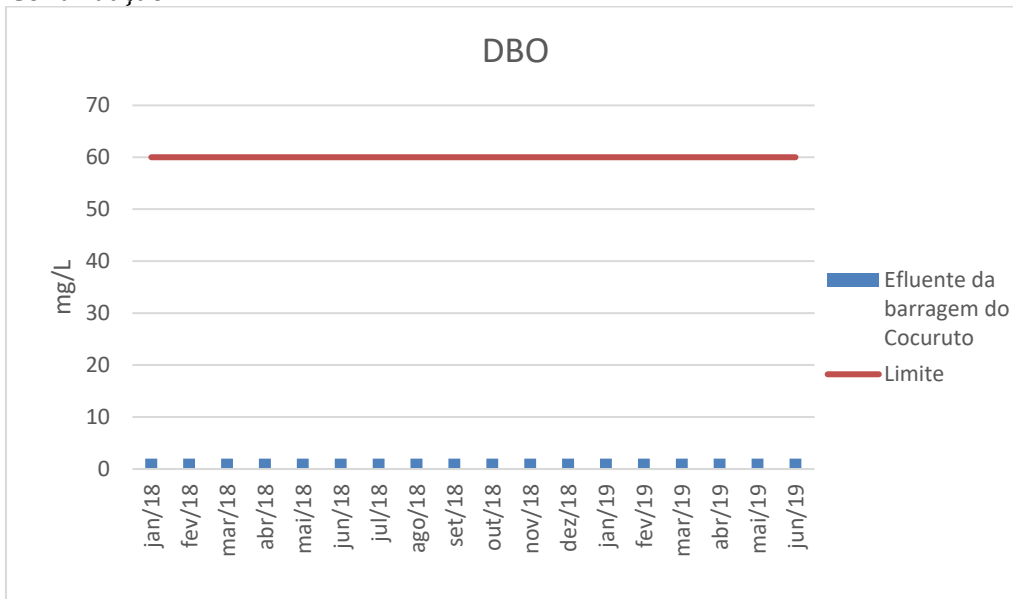
De forma a corroborar esta análise, observa-se que no efluente tratado da barragem, os resultados indicam baixa demanda bioquímica de oxigênio (DBO), visto que, em praticamente todas as campanhas sua concentração foi inferior a 5 mg/L, valor doze vezes inferior ao padrão (60mg/L) definidos para o lançamento de efluentes pela Resolução COPAM CERH 01/2008.

**Figura 34 Variação espacial e temporal dos resultados de DBO**





Continuação

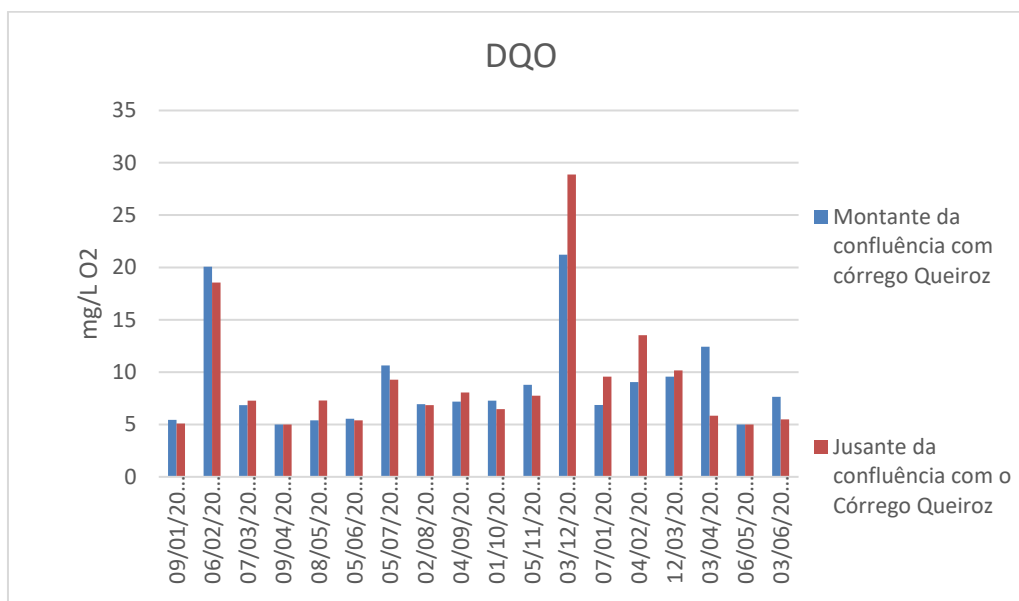


Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

A Deliberação Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 1/08 não estabelece limite legal para DQO em corpos d’água. Contudo, a DBO representa apenas a matéria orgânica biodegradável, ao passo que a DQO representa a matéria orgânica quimicamente oxidável presente. Desta forma, os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO. Quanto mais os valores deste último parâmetro se aproximarem da DQO, mais facilmente biodegradável será a matéria orgânica existente.

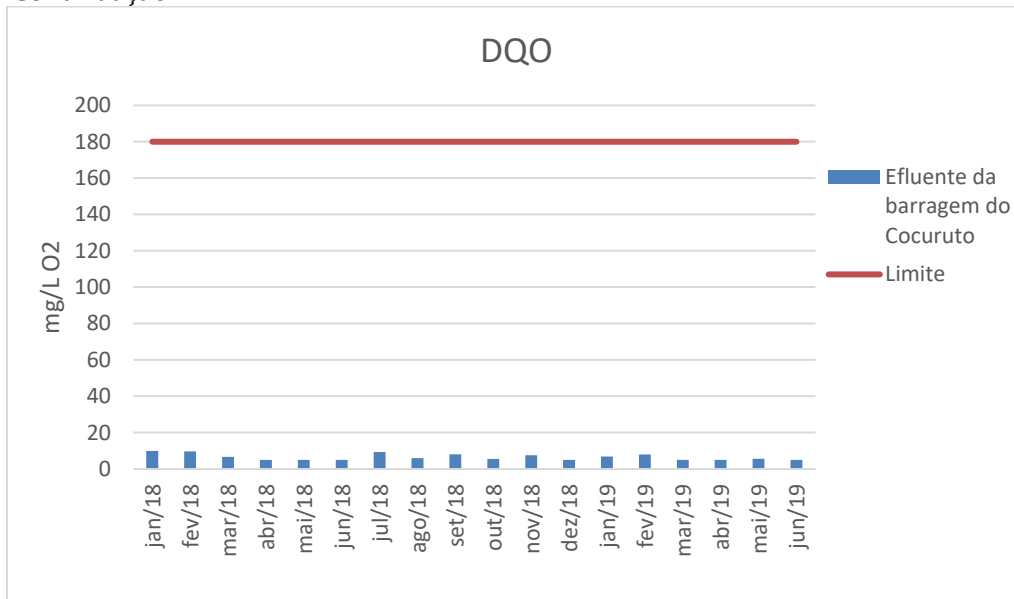
Para efluentes, a Deliberação Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1/08 estabelece limite legal de 180 mg/L O<sub>2</sub> para o lançamento de efluente, e os valores obtidos nas amostras são exibidos abaixo (Figura 35).

**Figura 35 Variação espacial e temporal dos resultados de DQO**





### Continuação

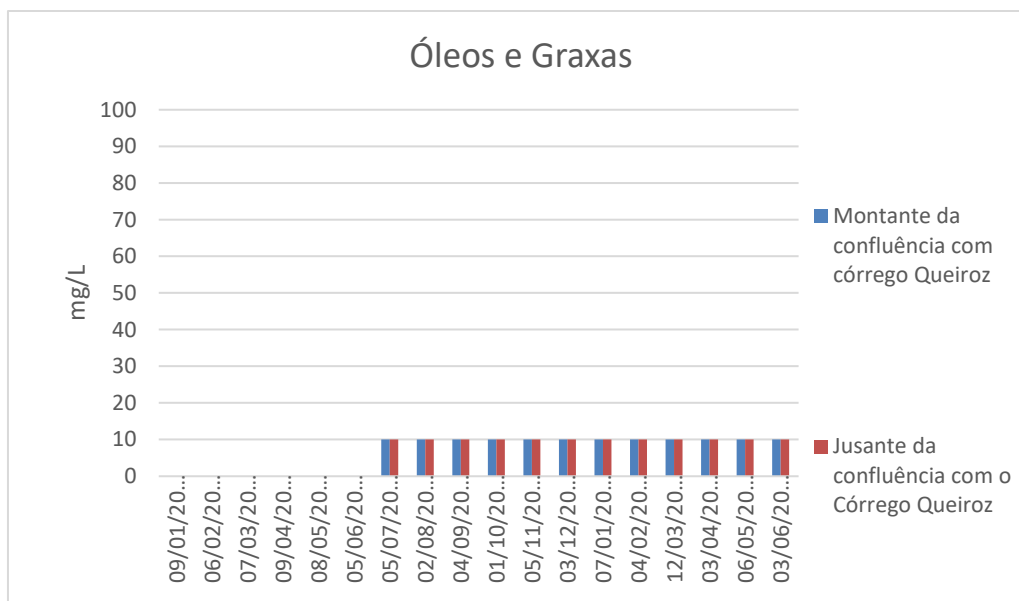


Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

### Óleos e Graxas

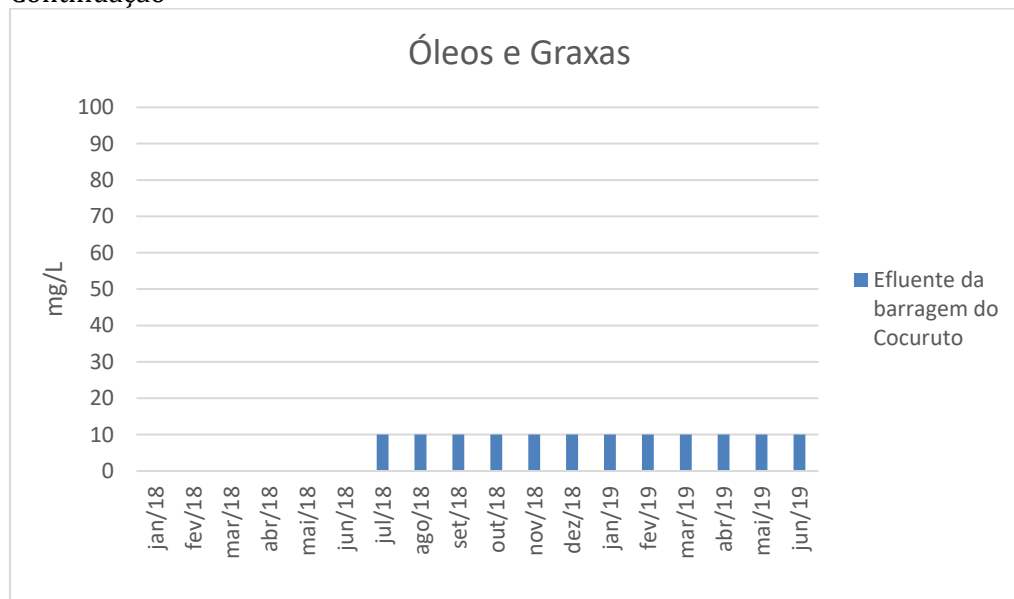
Já no que se refere à avaliação de óleos e graxas, que objetiva a verificação da presença de componentes oleosos oriundos de minerais ou vegetais, observa-se que todos os resultados permaneceram abaixo do limite de detecção do método analítico, tanto no Rio das Velhas, quanto no efluente tratado que o limite é de 20 mg/L (Figura 36).

**Figura 36** Variação espacial e temporal dos resultados de Óleos e Graxas





### Continuação



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

### **Nitrato**

A importância do nitrogênio para o funcionamento dos ecossistemas pode ser atribuída à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. Dentre as diferentes formas, os teores de nitrato e do íon amônio assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários.

A avaliação do nitrogênio foi realizada contemplando a concentração deste elemento como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste à nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar as espécies aquáticas.

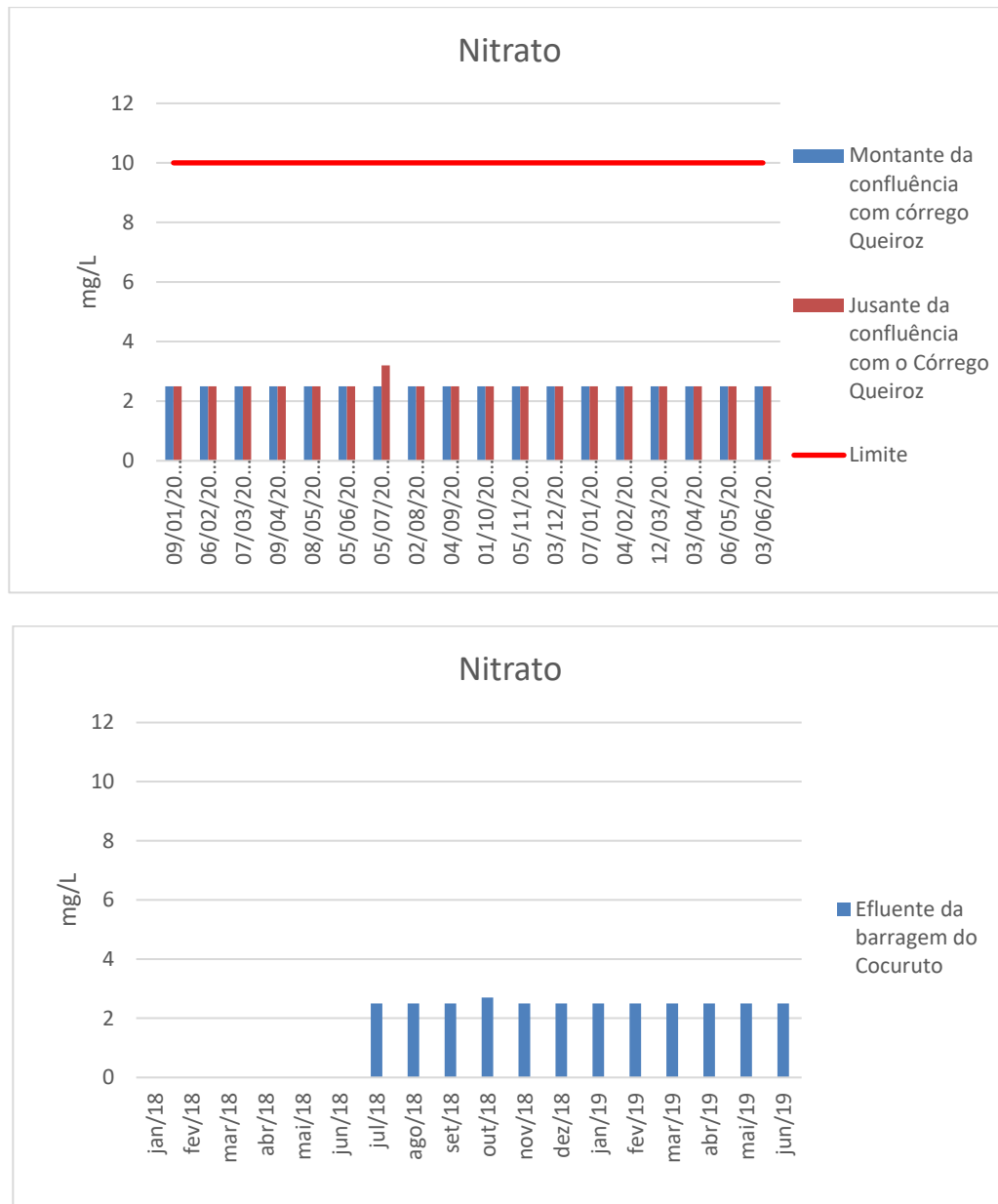
No Rio das Velhas, os compostos nitrogenados foram detectados em baixas concentrações, com nenhuma amostragem fora do padrão legal de qualidade das águas para cursos Classe 2.

Considerando o efluente da barragem de rejeitos, em todas as campanhas ao longo do período avaliado a maior concentração identificada da substância foi de 2,7 mg/L no mês de Junho/2018 (Figura 37). Ressalta-se que a legislação não estabelece limites de nitrato para o lançamento de efluentes.





**Figura 37 Variação espacial e temporal dos resultados de Nitrogênio (por nitrato)**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

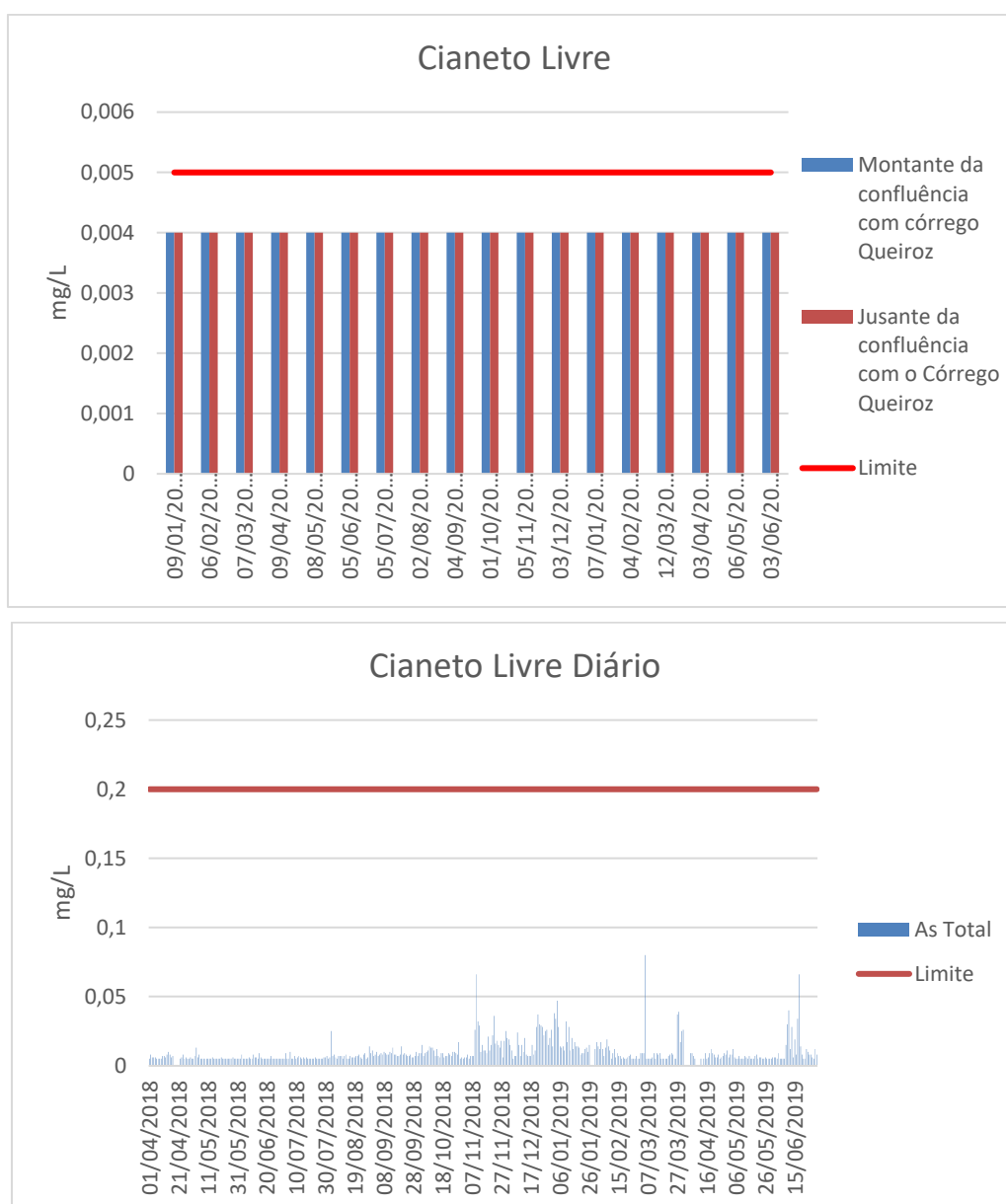


### Cianeto

O cianeto é derivado de compostos usados no processo de beneficiamento do ouro. A DN Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 1/08, estabelece, para o parâmetro cianeto livre, o limite de 0,005 mg/L para águas doces classe 2 e de 0,2 mg/L para lançamento de efluentes.

No corpo hídrico, este parâmetro é analisado mensalmente e não apresentou valores acima dos mensuráveis tanto em montante quanto em jusante do ponto de confluência. Já no ponto de lançamento de efluente, este parâmetro é medido diariamente e não apresentou nenhum valor acima do limite (Figura 38).

**Figura 38 Variação espacial e temporal dos resultados de Cianeto Livre**



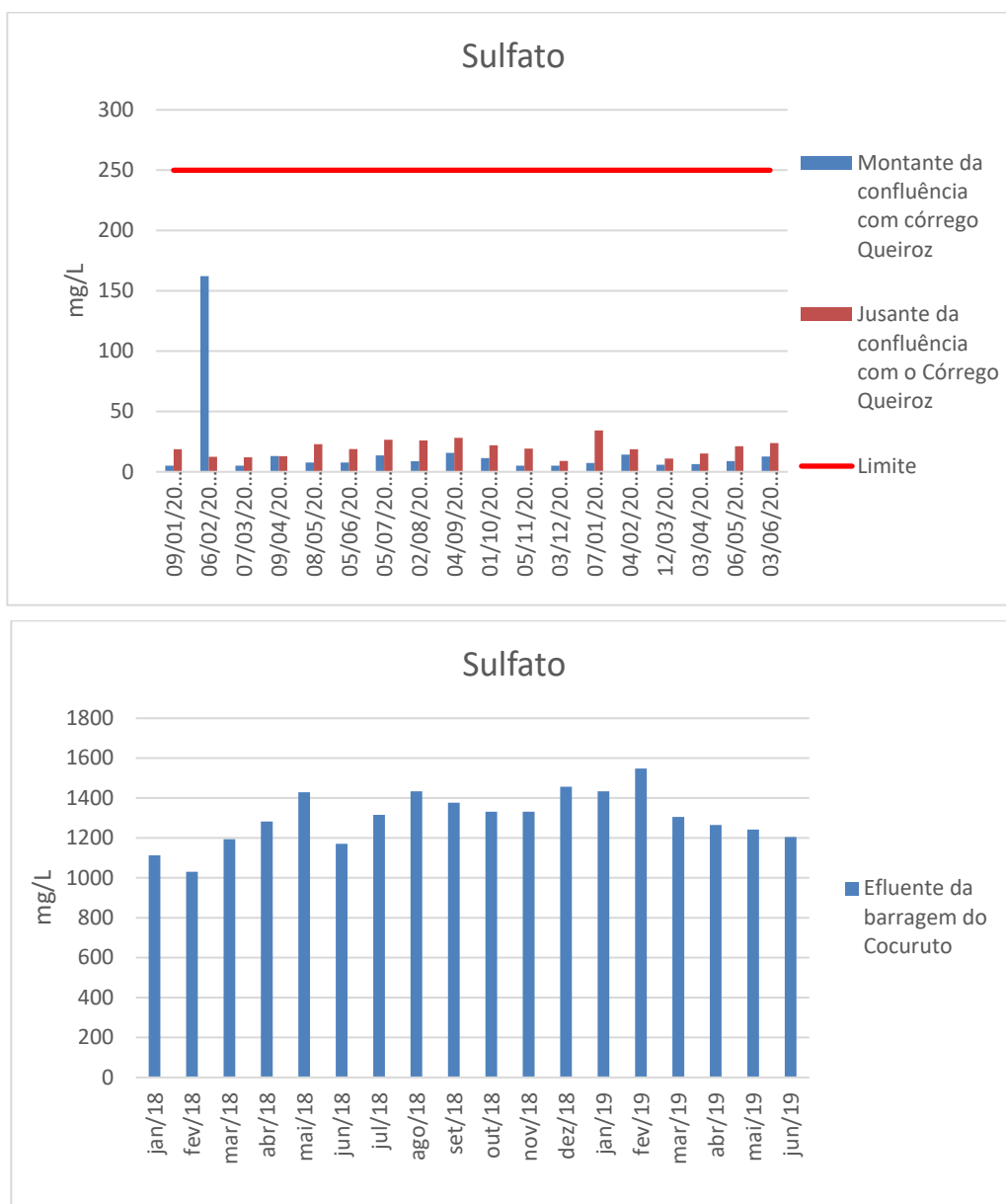
Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).



**Sulfato**

Os compostos sulfatados são avaliados geralmente com vistas a identificar potenciais contribuições de fontes com enxofre em sua composição. Conforme pode ser visto nos gráficos apresentados na Figura 39, nas amostras coletadas no Rio das Velhas todos os resultados de sulfato estiveram cerca de cinco vezes abaixo do padrão estabelecido para este parâmetro, exceto em Fevereiro/2018 que o ponto a montante registrou uma concentração de 162,1 mg/L. Tal resultado indica que, mesmo presente no efluente tratado da barragem de rejeitos, para o qual não há limite de lançamento, este parâmetro não altera a qualidade das águas do Rio das Velhas de forma significativa .

**Figura 39 Variação espacial e temporal dos resultados de Sulfato**



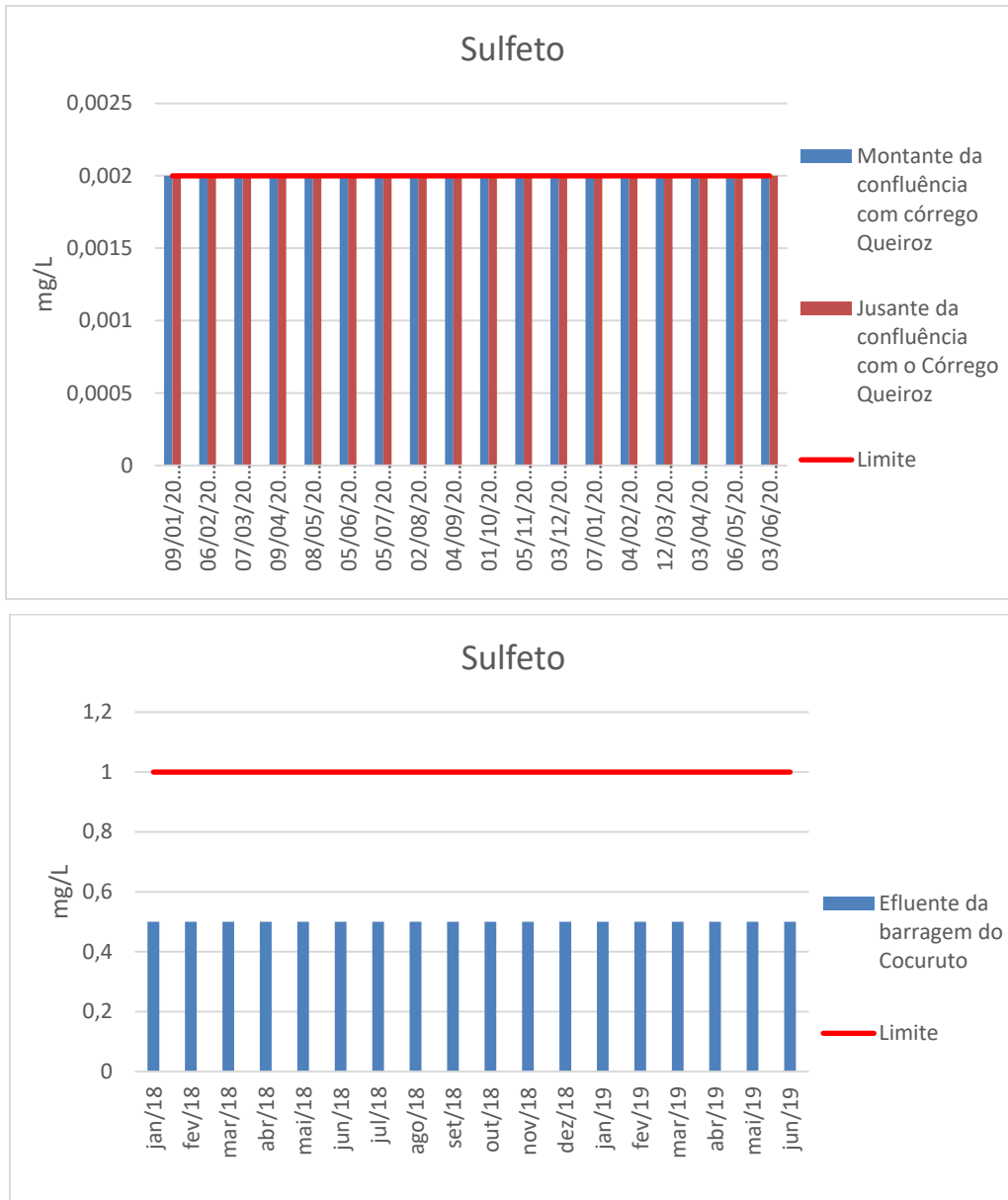
Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).



**Sulfeto**

A principal fonte de sulfeto em águas naturais é o lançamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais que contenham sulfato em condições anaeróbias. Nenhuma amostragem, tanto no corpo hídrico, quanto no efluente ultrapassaram os limites estabelecidos para este parâmetro (Figura 40).

**Figura 40 Variação espacial e temporal dos resultados de Sulfeto**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

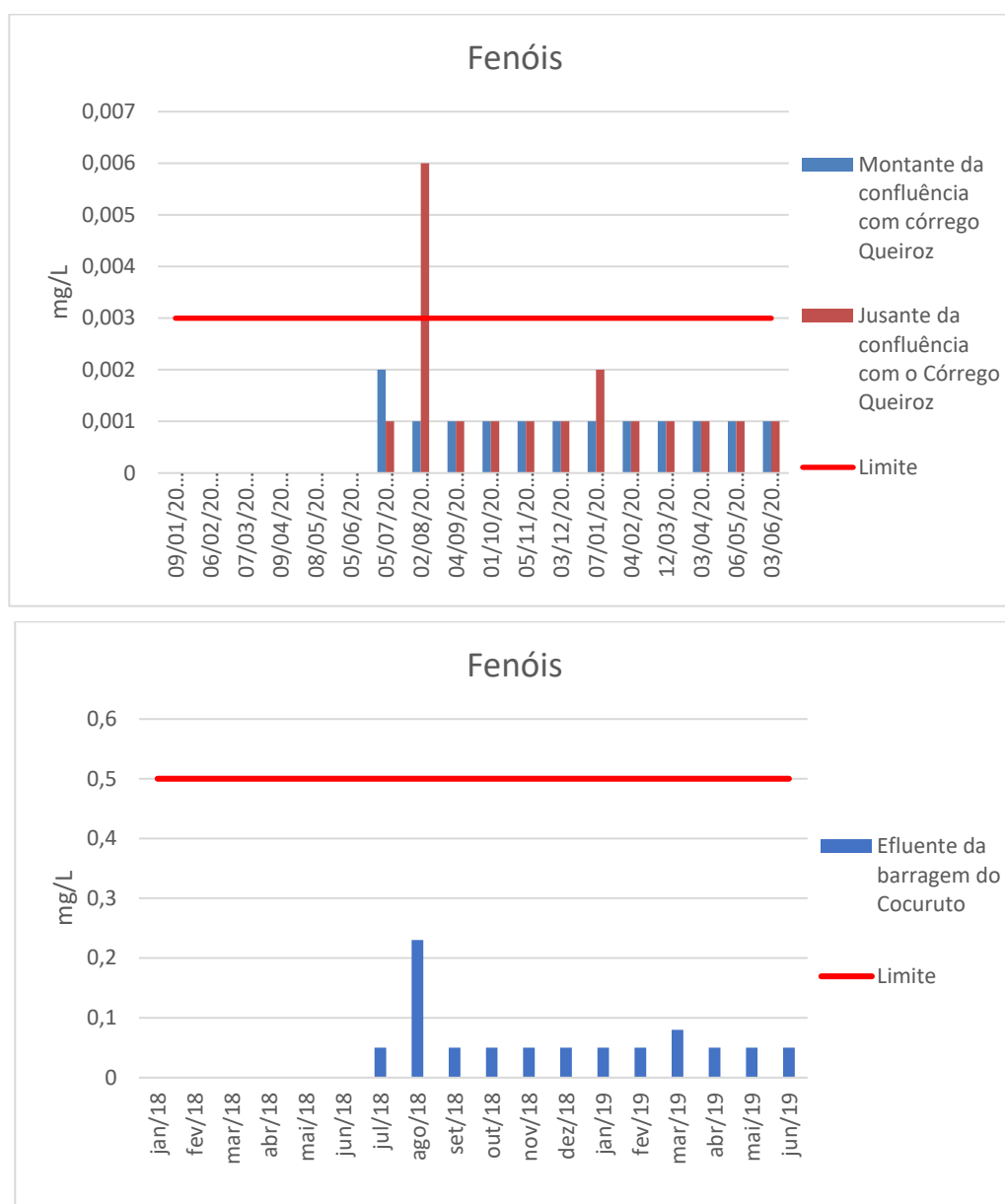




### Fenóis

A volatilidade e solubilidade em água dos fenóis conferem problemas de contaminação em águas, alterando suas propriedades de gosto e odor, ainda que em baixos níveis. A DN Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 1/08 define a concentração máxima deste parâmetro de 0,003 mg/l para águas de classe 2. Neste quesito houve apenas uma coleta, a jusante da confluência, durante o período de observação em que o valor excedeu o limite permitido. E em relação a lançamento de efluentes, não há limite definido, mas suas concentrações se mantiveram abaixo do limite de quantificação em quase todas as análises, exceto em agosto de 2018 e março de 2019, como pode ser visto abaixo (Figura 41).

**Figura 41 Variação espacial e temporal dos resultados de Fenóis**



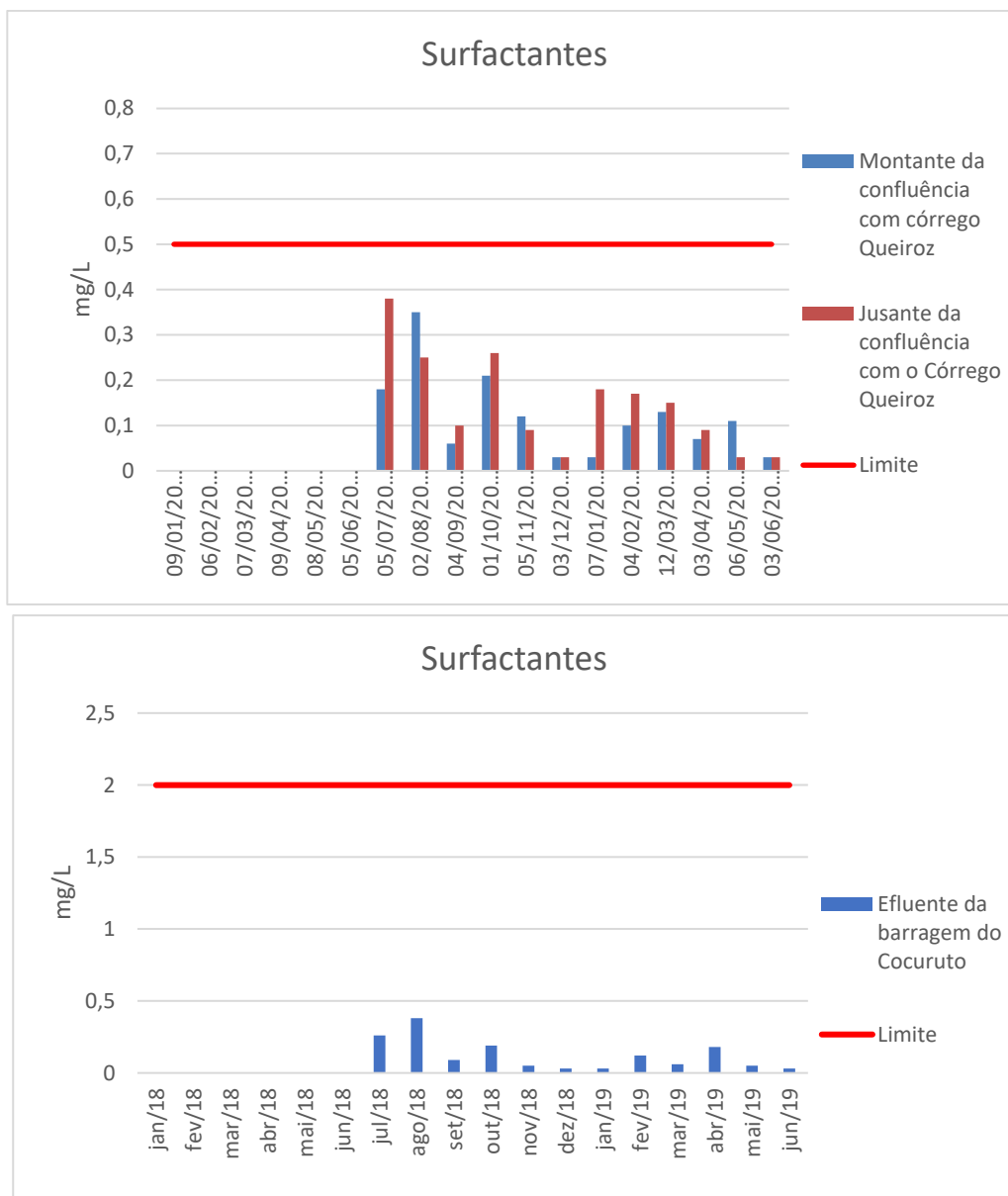
Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).



### Surfactantes

A DN Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 1/08 define para os surfactantes a concentração máxima de 0,5 mg/L para cursos d'água classe 2, e 2,0 mg/L para o lançamento de efluentes. Sendo assim, é notável que em nenhuma análise de qualidade da água realizadas houve concentrações maiores que as permitidas (Figura 42).

**Figura 42** Variação espacial e temporal dos resultados de Surfactantes



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).



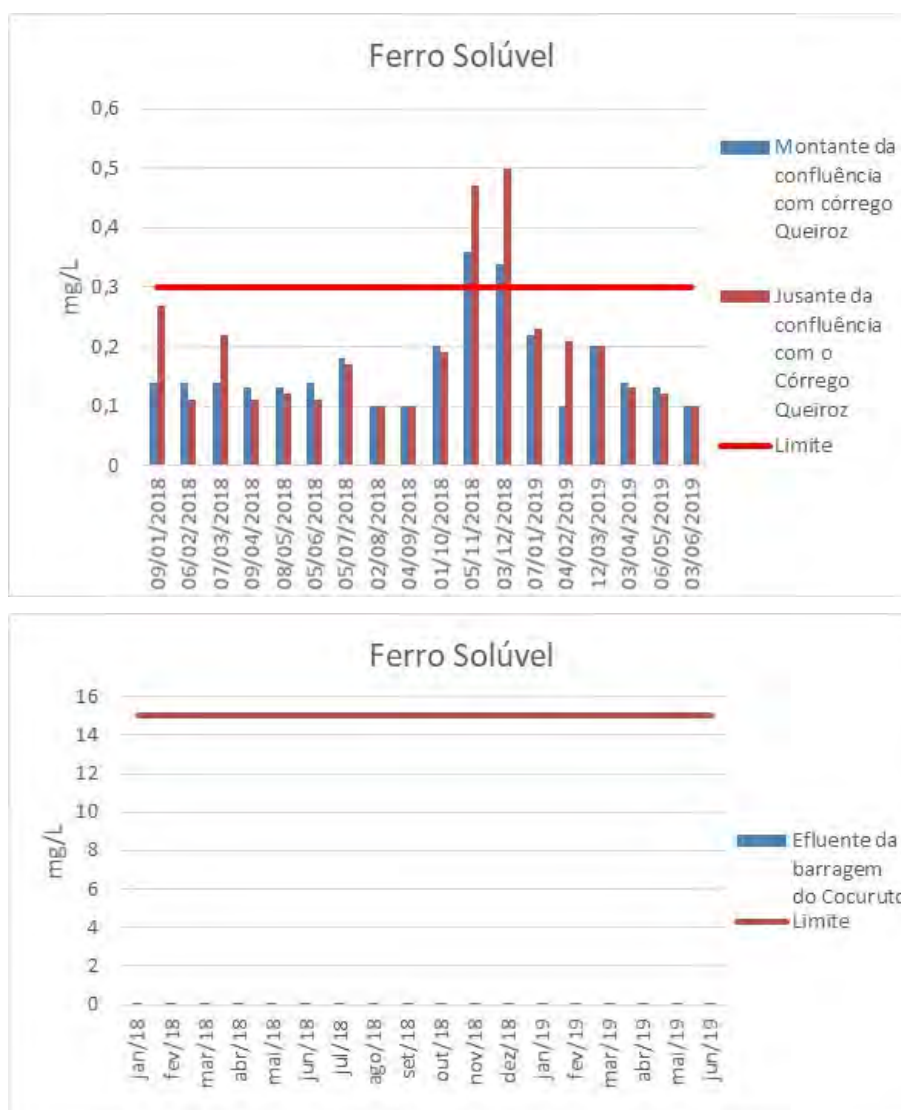
### Ferro

Os metais Ferro, Manganês, Cobre e Zinco são comumente encontrados em todo território brasileiro, sendo a região sudeste detentora das maiores reservas destes minerais no país, fato corroborado pela firme presença da exploração mineral.

Desta forma, concentrações acima do padrão legal são comumente encontradas nas águas superficiais principalmente nas áreas de lavras em operação. Tal situação pode ser observada no Rio das Velhas, que apresenta, conforme demonstra a Figura 43, valores acima do limite legal para o parâmetro ferro.

Já em relação ao efluente, as concentrações foram inferiores a 0,05mg/L em todas as campanhas do período avaliado.

**Figura 43** Variação espacial e temporal dos resultados de Ferro Solúvel



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

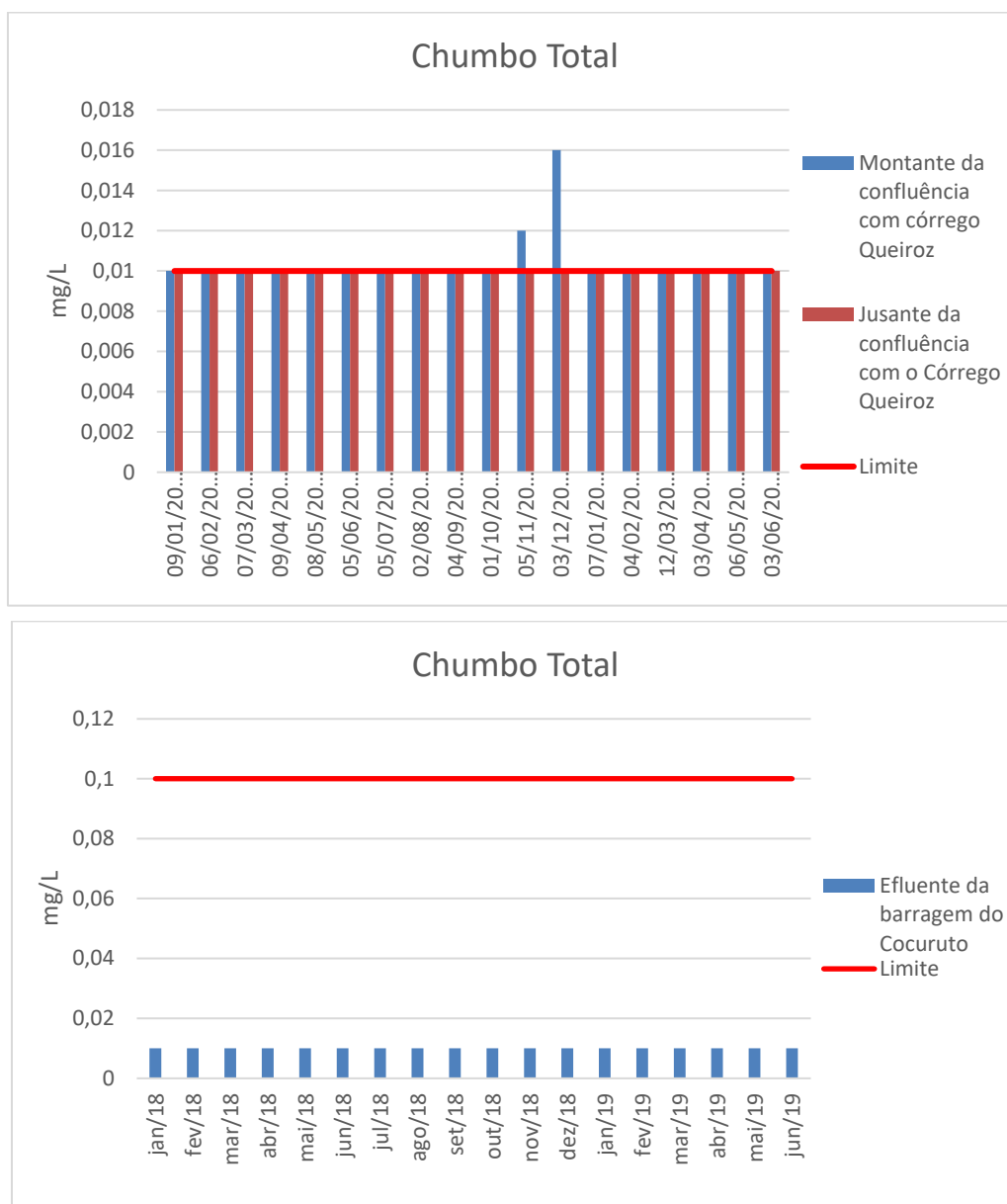


### Chumbo

Para o parâmetro Chumbo total, houve apenas duas amostras de qualidade de água no Rio das Velhas que ultrapassaram o limite de 0,01mg/L.

Ambos valores foram obtidos em pontos a montante da confluência, demonstrando um comprometimento da qualidade da água que não é proveniente da influência do empreendimento em estudo. Tal fato aconteceu nos meses de novembro e dezembro de 2018. Destaca-se ainda o atendimento aos padrões de lançamento do efluente tratado com o valor máximo de 0,016 mg/L, como exibido abaixo (Figura 44).

**Figura 44 Variação espacial e temporal dos resultados de Chumbo Total**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

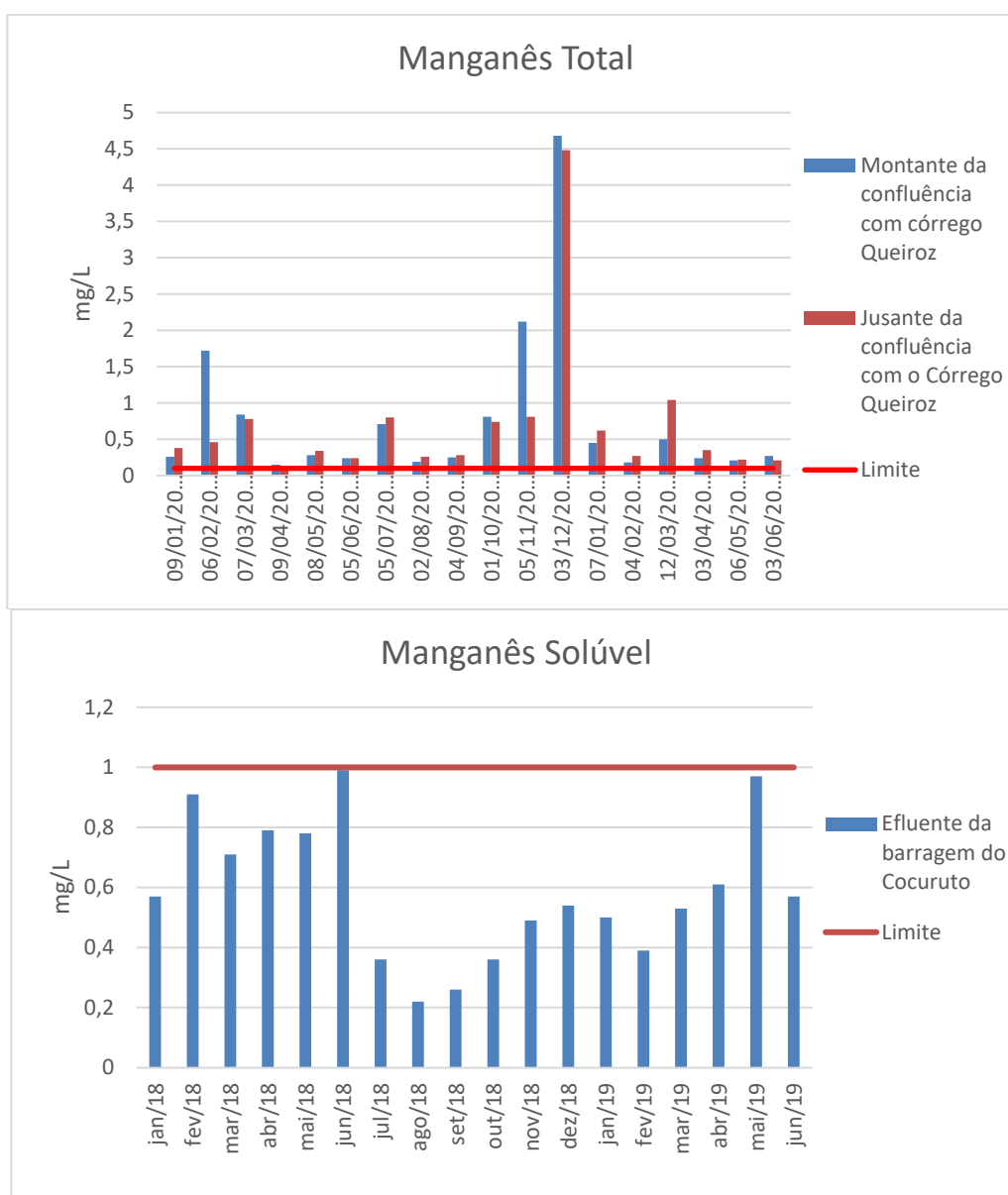




## Manganês

Para o parâmetro Manganês total, todas as coletas tanto a montante quanto a jusante do ponto de confluência apresentaram valores acima do exigido pela COPAM/CERH-MG Nº 1/08. Assim como mostra a Figura 45, destaca o mês de dezembro de 2018 em que o valor de montante chegou a 4,68 mg/L, sendo que o limite é de 0,1. Isso pode ser devido a características do solo local e do período chuvoso, quando há maior carregamento de material. Já o efluente manteve-se abaixo do limite em todas as amostragens de manganês solúvel.

Figura 45 Variação espacial e temporal dos resultados de Manganês.



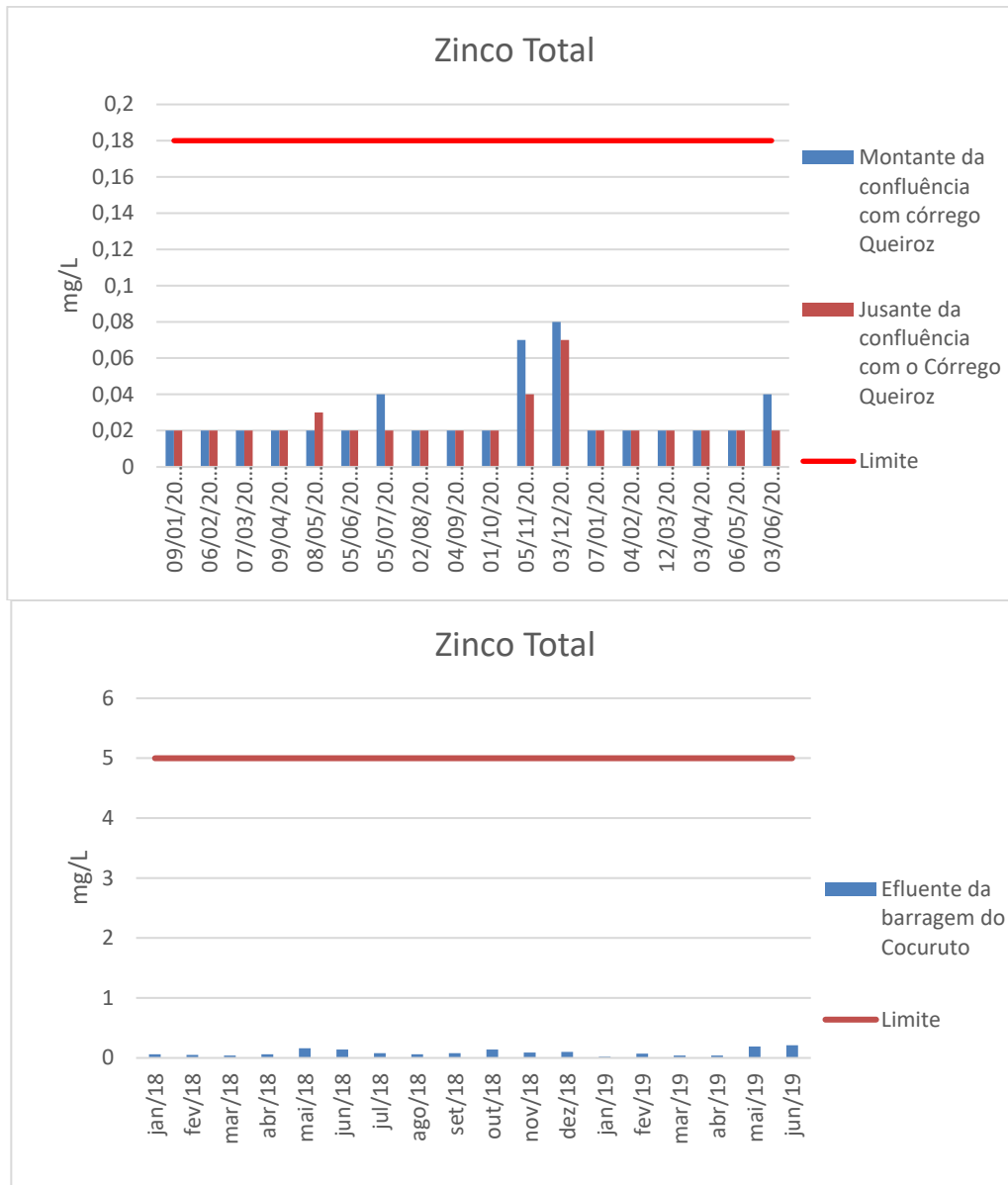
Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019)



## Zinco

Em relação ao zinco, observa-se que todos os resultados estão dentro do padrão de qualidade para águas Classe 2 e dentro do padrão de lançamento de efluentes (Figura 46).

**Figura 46 Variação espacial e temporal dos resultados de Zinco Total**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).



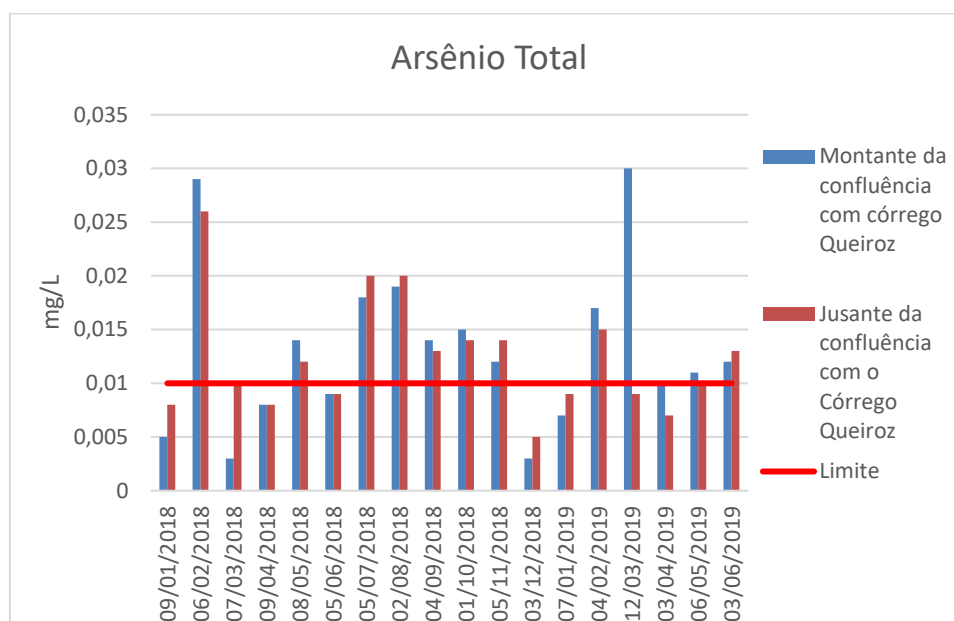
## Arsênio

O arsênio é um parâmetro bastante relevante, em função de sua toxicidade. O Alto Rio das Velhas, incluindo a região de Nova Lima, possui uma anomalia do metaloide, havendo ocorrências de altas concentrações naturais de arsênio (CPRM, 2015). Além disto, o elemento está presente nos efluentes e resíduos gerados na Planta do Queiroz.

Em relação ao parâmetro arsênio total, observa-se que as concentrações nos pontos de medida a montante e a jusante da confluência no Rio das Velhas ultrapassaram o limite de qualidade de águas Classe 2 diversas vezes, sendo seu maior valor encontrado no mês de março de 2019 com uma concentração de 0,03 mg/L. Apesar de não ser estabelecido limites, também é analisado o Arsênio Solúvel a jusante da confluência, onde a maior concentração encontrada foi menor de 0,02 mg/L (Figura 47).

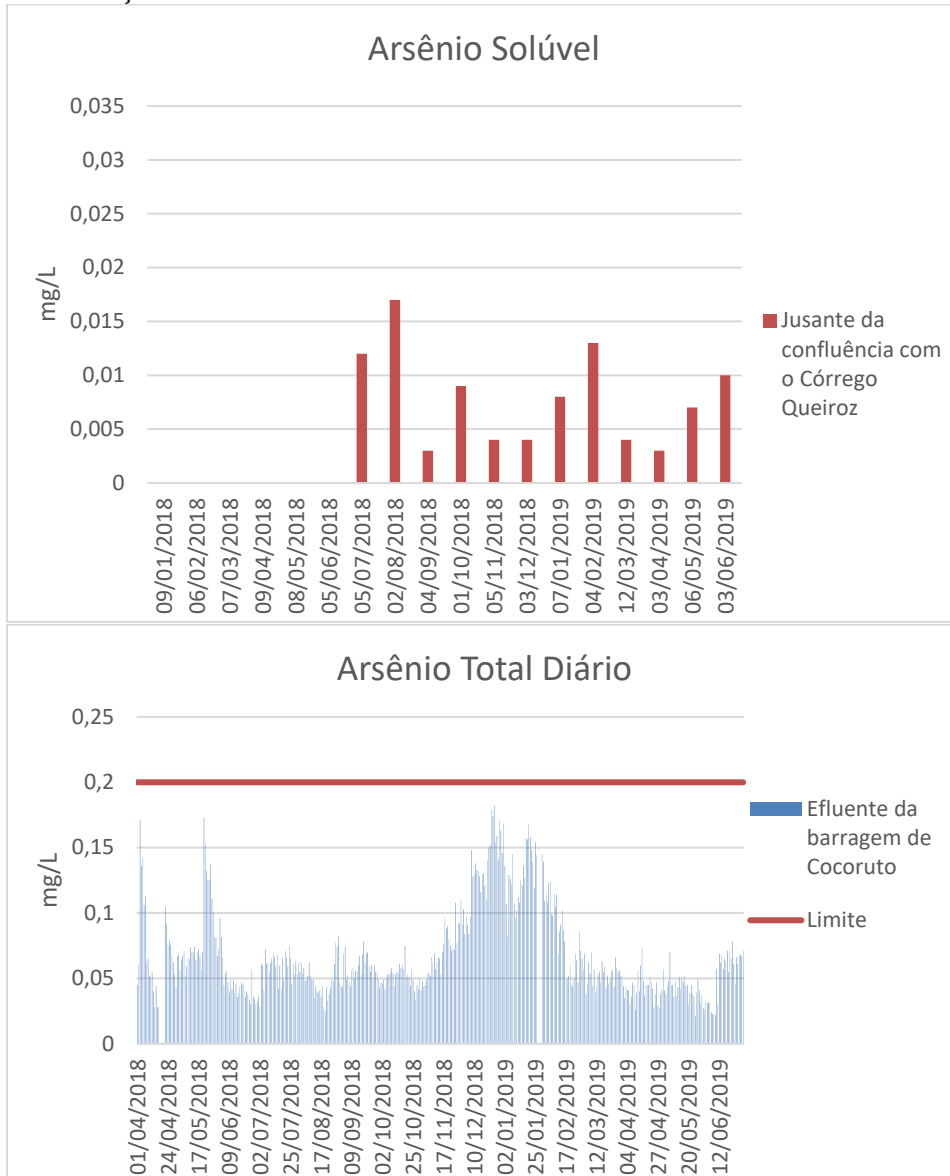
Tais resultados sugerem que a presença de tal elemento não está associada ao lançamento do efluente da barragem de rejeitos, no qual este parâmetro não ultrapassou o limite legal em nenhuma das análises diárias em todo o período analisado.

**Figura 47** Variação espacial e temporal dos resultados de Arsênio Total





Continuação



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

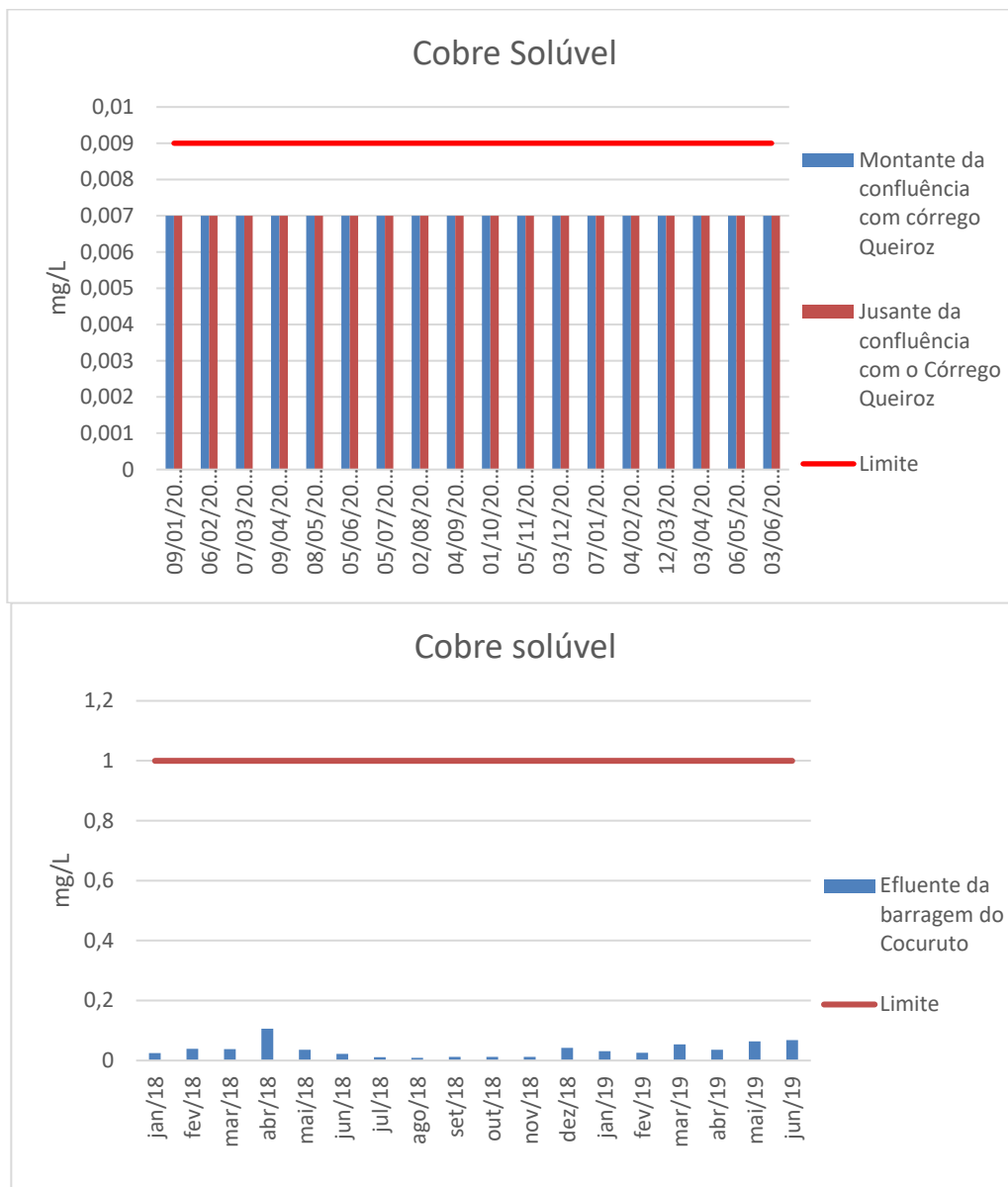




**Cobre**

Para o parâmetro cobre solúvel, todas as coletas tanto a montante quanto a jusante do ponto de confluência apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela COPAM/CERH-MG N° 1/08 que é de 0,009 mg/L. Assim como no efluente da barragem, os valores se mantiveram abaixo do limite em todas as amostragens como é mostrado abaixo (Figura 48).

**Figura 48 Variação espacial e temporal dos resultados de Cobre Solúvel**



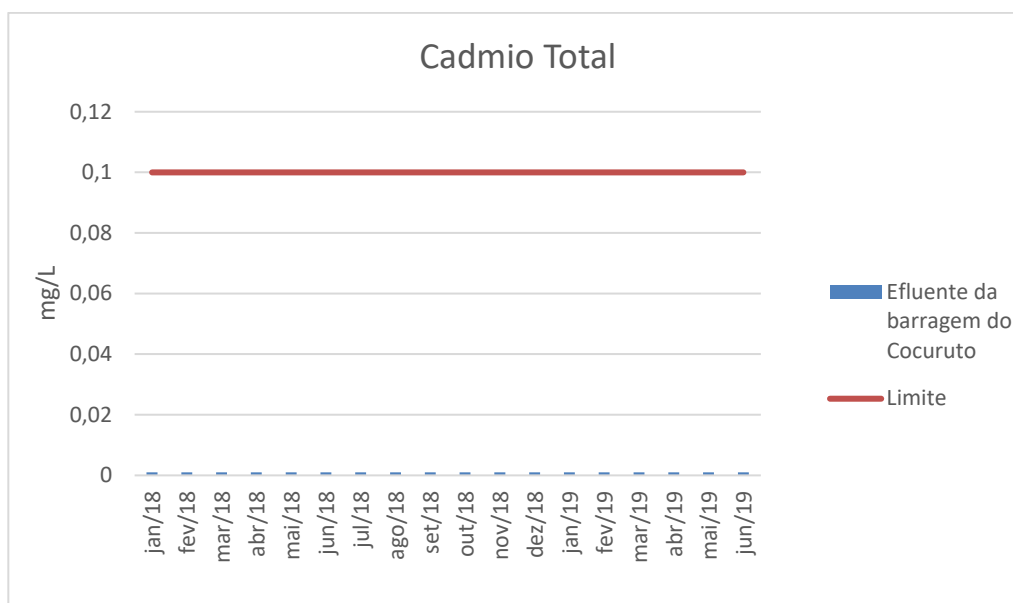
Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).



### **Cádmio**

O cádmio, de acordo com a DN Conjunta COPAM/CERH-MG N° 1/08, deve estar em concentrações abaixo de 0,1 mg/L nas análises de efluente. Em nenhum momento do espaço temporal analisado, este parâmetro teve concentração suficiente para ser quantificado, respeitando a legislação (Figura 49). Os pontos de montante e jusante da confluência no Rio das Velhas não foram analisados.

**Figura 49 Variação espacial e temporal dos resultados de Cádmio Total**



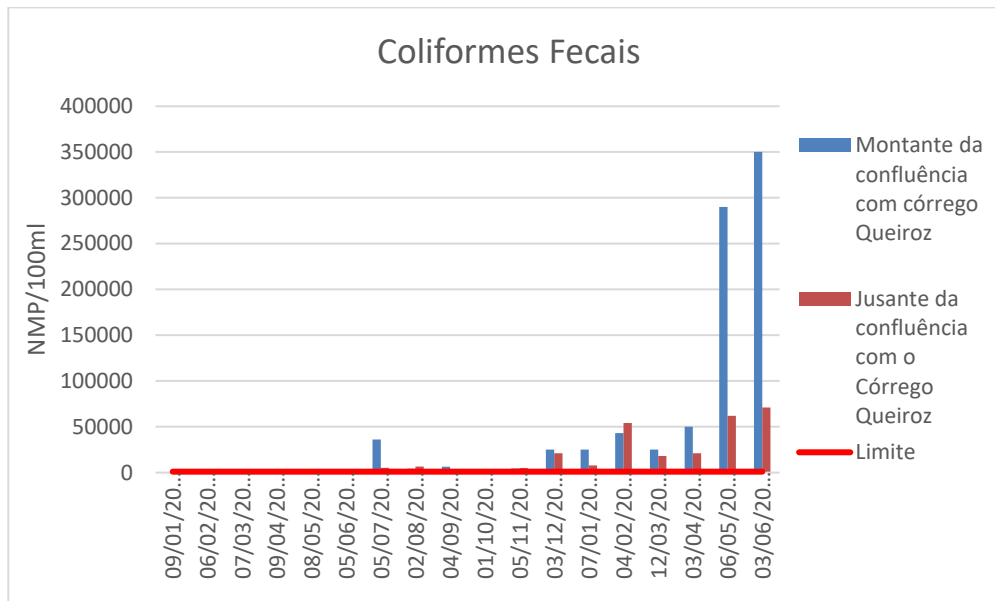
Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

### **Coliformes Fecais e termotolerantes**

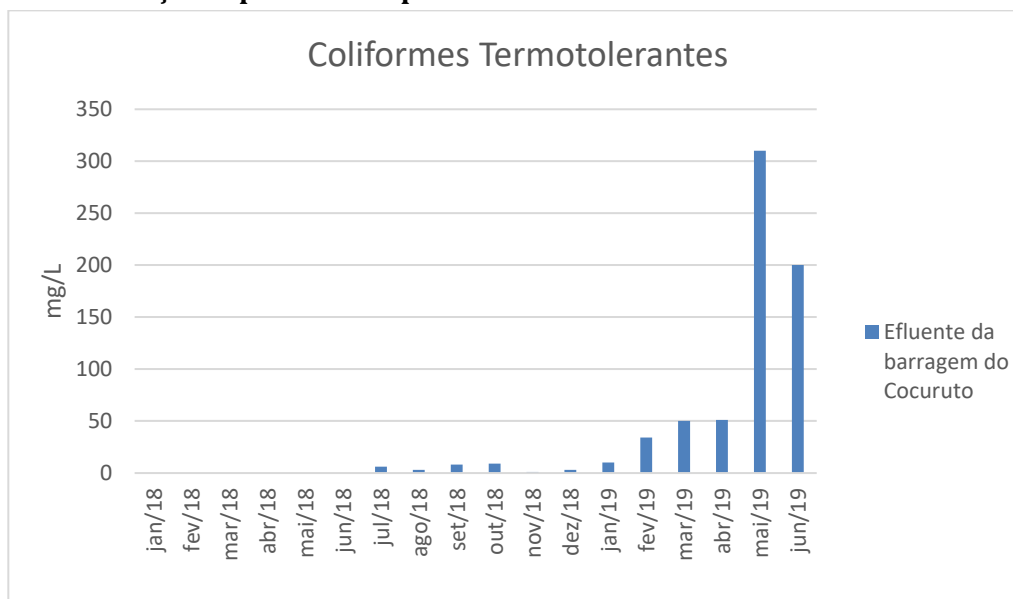
A DN Conjunta COPAM/CERH-MG N° 1/08 define para corpos hídricos de classe 2 um limite de 1000 NMP/100mL, nos pontos observados é notável que a maioria das análises ultrapassa este valor, muitas delas a montante do ponto de confluência com o efluente. Tal fator pode ser causado pelo alto grau de interferências antrópicas na bacia do rio das Velhas, com esgotos clandestinos despejados de forma direta ou indireta no curso d'água. A norma não define limite para a concentração de coliformes termotolerantes no lançamento de efluentes, mas estes se apresentam em concentrações baixas como demonstrado abaixo (Figura 50 e Figura 51).



**Figura 50 Variação espacial e temporal dos resultados de coliformes fecais**



**Figura 51 Variação espacial e temporal dos resultados de coliformes Termotolerantes**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019).

### 14.1.7.3 Conclusões

Após as interpretações e a discussão de todos os dados obtidos, comparados aos padrões estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM-CERH nº01/2008 para corpos d'água enquadrados como Classe 2, destaca-se que o Rio das Velhas, no trecho de estudo, durante o período analisado e considerando os parâmetros avaliados, apresenta condições regulares de qualidade de suas águas, muito devido a ser uma bacia hídrica com grande interferências antrópicas em todos os contribuintes e no próprio Rio das Velhas, principalmente no que diz respeito da turbidez e coliformes fecais.



A respeito do efluente, pode-se dizer que não há influências relevantes deste no curso d'água analisado por cumprir, em todas as análises, os limites dos parâmetros analisados. Também pelas concentrações que se mostraram acima dos padrões estabelecidos pela DN COPAM/CERH-MG N° 1/2008, águas Classe 2 no corpo receptor (Rio das Velhas), ocorrem geralmente a montante e são conseqüentemente percebidas a jusante do empreendimento, não tendo relação assim com o efluente.

## 14.1.8 Qualidade das Águas Subterrâneas

### 14.1.8.1 Metodologia

O diagnóstico apresentado a seguir tem como objetivo avaliar a qualidade das águas subterrâneas nas áreas de influência do Aterro H1, localizado na Planta do Queiroz, tendo caráter de conhecimento e estudo das características físico-químicas atuais.

Assim como para acompanhamento da qualidade das águas superficiais, a AngloGold já possui um o programa de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, com vistas a avaliar a contribuição de suas atividades a partir da operação de toda Planta do Queiroz.

A metodologia utilizada para os procedimentos de coleta, preservação e análise das amostras segue as seguintes normas:

- Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB, 1988);
- Procedimentos estabelecidos na norma ABNT NBR ISSO/IEC 17025:2005;
- *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22ª edição (APHA, 1998), topics 1060A, B and C.

Para a caracterização da qualidade das águas subterrâneas foram selecionados os piezômetros localizados no entorno da barragem de rejeitos, que poderiam indicar uma possível contribuição desta estrutura no ambiente subterrâneo. A caracterização desta rede e sua representação espacial é apresentada respectivamente no Quadro 14.

**Quadro 14 Caracterização do ponto de avaliação da qualidade das águas subterrâneas.**

Nome	Localização	Frequência de amostragem	Coordenadas		Parâmetros avaliados
PQZ-2012	Jusante da Vala B	mensal	621763,2	7792103	pH, Condutividade Elétrica, Cianeto Livre, Arsênio Solúvel, Arsênio Total, Cobre Solúvel, Cobre Total
PQZ-2018	Jusante da Vala D (SW)	mensal	621418,3	7791959	
PQZ-2019	Jusante da Vala D (SE)	mensal	621509,8	7791956	
PQZ-2041	Jusante da Vala F (NE)	mensal	621334,4	7792174	
PQZ-2045	Jusante da Vala E (SW)	mensal	620942,5	7792604	
PQZ-2046	Jusante da Vala F (SE)	mensal	621370,5	7792110	
PQZ-2047	Montante da Vala G	mensal	620930,1	7792784	





### **Legislação aplicável**

Os resultados do monitoramento das águas subterrâneas foram interpretados e comparados com padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. A norma ambiental estabelece limites de qualidade de acordo com os respectivos usos: (1) Consumo Humano, (2) Dessedentação de animais, (3) Irrigação e (4) Recreação.

Esta legislação, determina que: “*cabe às Agências de Águas ou de Bacias, no âmbito de sua área de competência, propor aos respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas o enquadramento de corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes*”. No entanto, considerando que as águas subterrâneas ainda não foram enquadradas pelos órgãos ambientais competentes, e que as mesmas não são destinadas aos usos preponderantes definidos pela Resolução, admitiu-se comparar os resultados obtidos através do plano de monitoramento com os limites definidos para as águas destinadas ao uso recreativo, conforme descrito no Quadro 15, a seguir.

**Quadro 15 Limites de qualidade para águas subterrâneas, para os parâmetros avaliados no programa de monitoramento da AngloGold Ashanti.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Padrão ambiental</b>
pH	-	
Condutividade Elétrica	µS/cm	
Cianeto Livre	mg/L	0,1
Arsênio Total	mg/L	
Arsênio Solúvel	mg/L	0,05
Cobre Solúvel	mg/L	1

\* Resolução CONAMA nº 396/2008 de 7 de abril de 2008, uso “Recreação”.

#### **14.1.8.2 Resultados**

A caracterização físico-química da água subterrânea, na área da Planta do Queiroz, descrita a partir das variações espaciais e temporais dos parâmetros avaliados no monitoramento ambiental realizado pela AGA, para o período de Janeiro/2018 a Junho/2019.

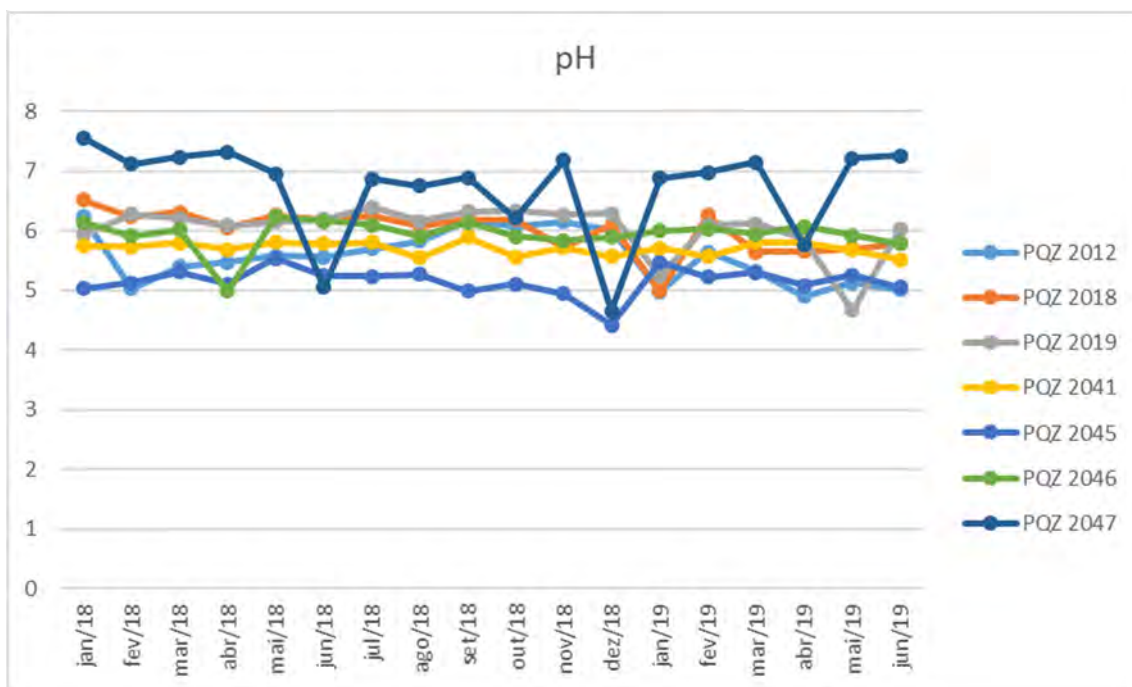
Os principais parâmetros monitorados são apresentados de forma gráfica e seus resultados são discutidos adiante.



## pH

Avaliando o equilíbrio ácido-básico das águas subterrâneas sob influência da Planta Metalúrgica de Queiroz, observa-se que estas possuem tendências ácidas, onde boa parte dos pontos possuem pH abaixo de 6, não atendendo à legislação (Figura 52).

**Figura 52** Variação espacial e temporal dos resultados de pH



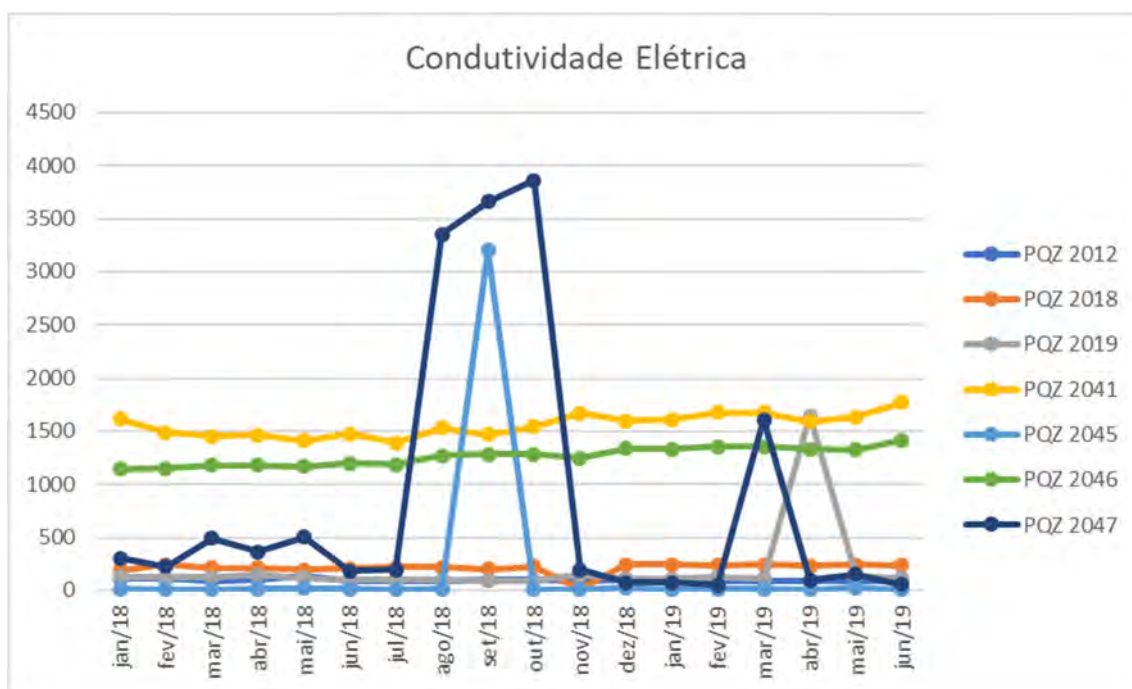
Fonte: Anglo Gold Ashanti 2019.



### Condutividade Elétrica

O parâmetro condutividade elétrica não possui limite estabelecido pela legislação aplicável. Observa-se pelos gráficos apresentados na Figura 53, que no período considerado, a condutividade elétrica das águas subterrâneas nos pontos de análise da planta de Queiroz, foi relativamente baixa, salvo alguns pontos que tiveram valores mais altos, como é o caso do PQZ-2047, que em outubro de 2018 obteve um resultado de 3860  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Figura 53** Variação espacial e temporal dos resultados de Condutividade elétrica



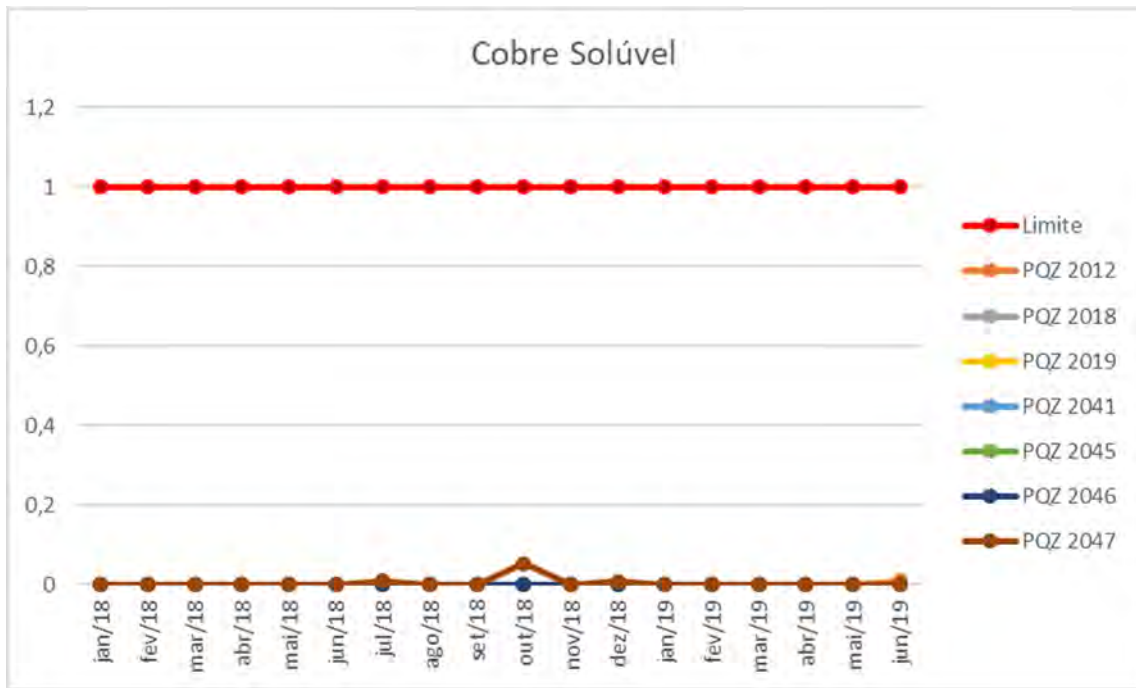
Fonte: Anglo Gold Ashanti 2019.



**Cobre solúvel**

Em relação ao cobre solúvel, todas as análises realizadas no período em observação tiveram resultados abaixo do máximo permitido pela legislação de 1,0 mg/L, como mostra a seguir (Figura 54).

**Figura 54 Variação espacial e temporal dos resultados de ferro**



Fonte: Anglo Gold Ashanti 2019.

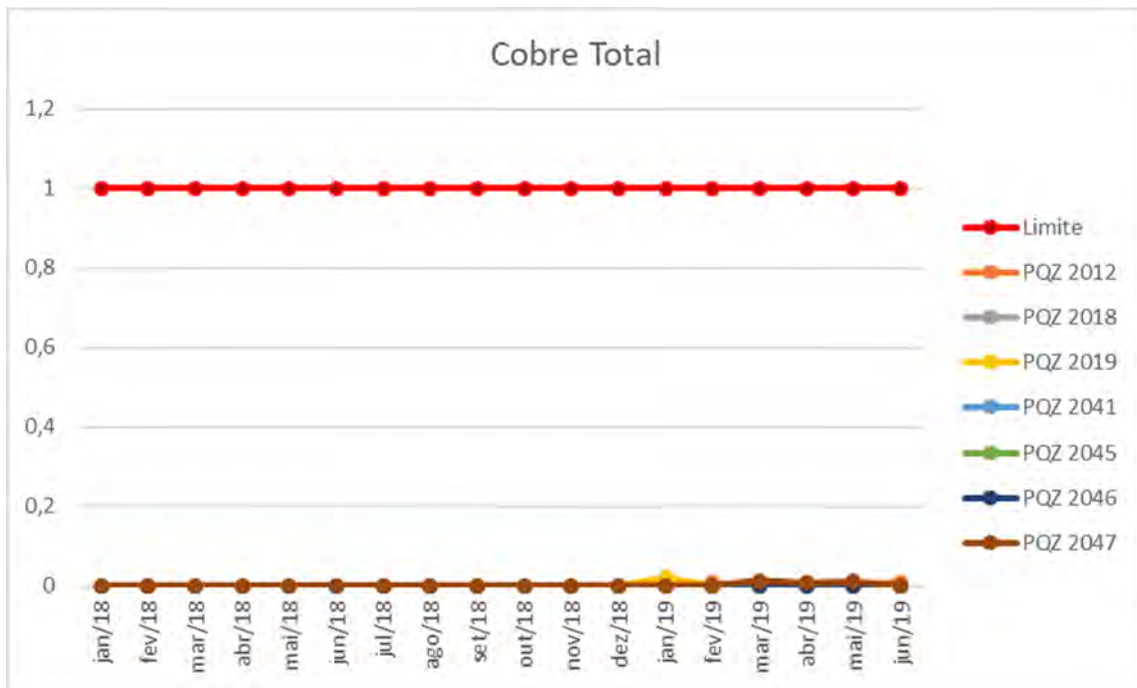




**Cobre Total**

Assim como foram notados os resultados para cobre solúvel, as análises de cobre total também não apresentaram nenhum valor de concentração acima do limite estabelecido (Figura 55).

**Figura 55 Variação espacial e temporal dos resultados de cobre total**



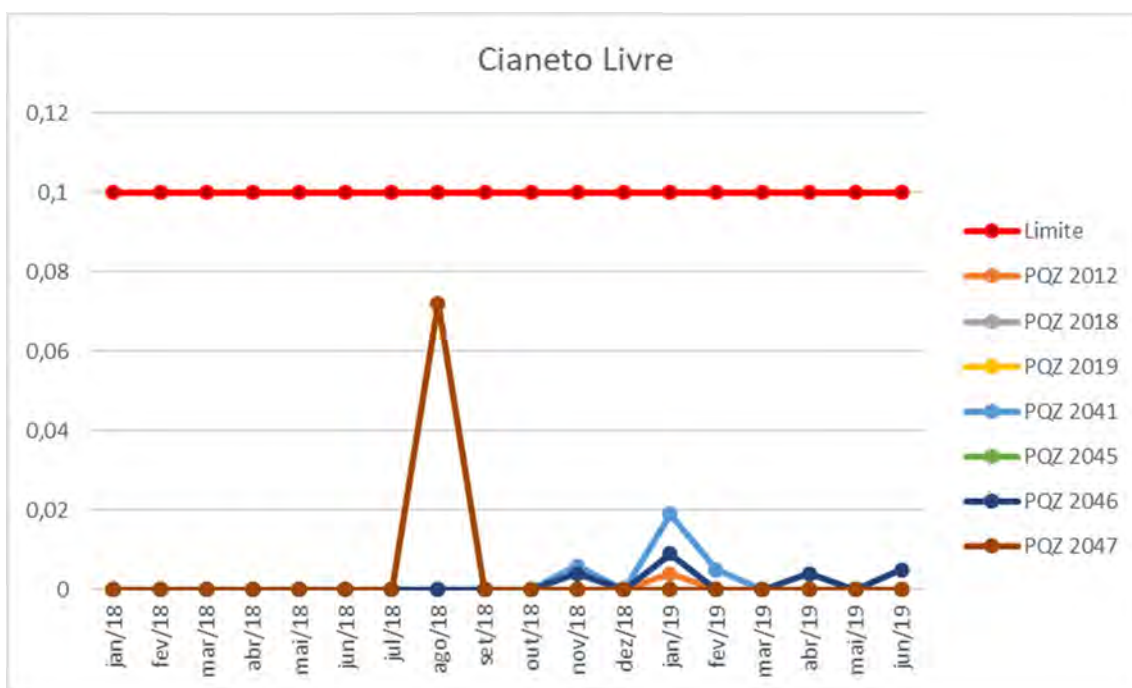
Fonte: Anglo Gold Ashanti 2019.



### Cianeto Livre

Os resultados do parâmetro cianeto livre indicam a presença deste elemento nos pontos monitorados, em concentrações máximas da ordem de 0,072 mg/L no ponto PQZ-2047, medido em agosto/2018. Todos os resultados encontram-se abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso de recreação como e mostrado abaixo (Figura 56).

**Figura 56** Variação espacial e temporal dos resultados de Cianeto Livre



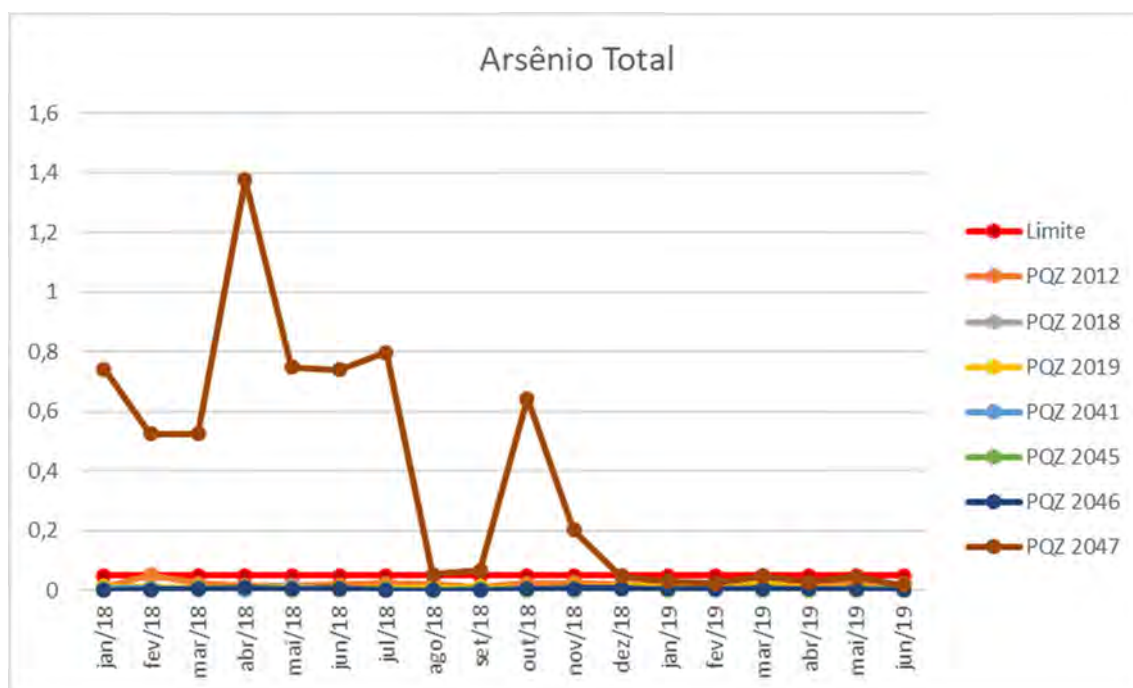
Fonte: Anglo Gold Ashanti 2019.



### **Arsênio Total**

Os resultados do parâmetro arsênio total indicam a presença deste elemento nos pontos monitorados, principalmente no ponto PQZ 2047, onde esteve praticamente todo o ano de 2018 acima do permitido, chegando em concentrações de 1,375 mg/L em abril/2018, 27 vezes maior do que o limite permitido (Figura 57). Vale salientar a presença natural deste elemento na região e, apesar disto, a partir de janeiro/2019 o ponto foi regularizado e se manteve abaixo do limite.

**Figura 57** Variação espacial e temporal dos resultados de Arsênio total



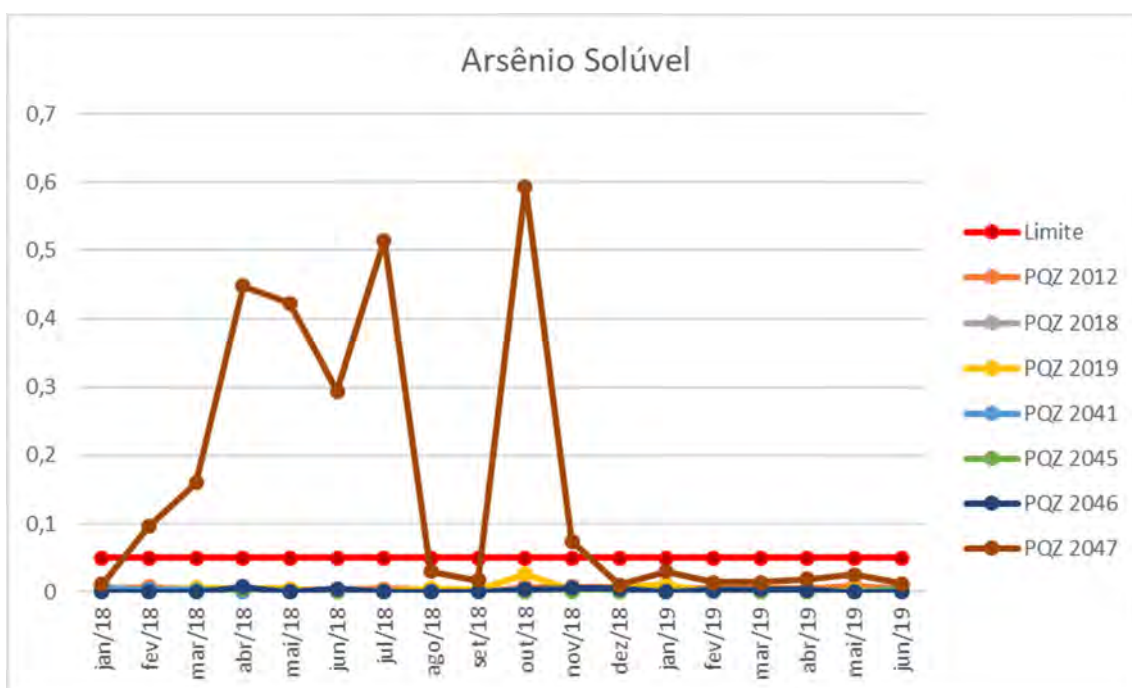
Fonte: Anglo Gold Ashanti 2019.



### ***Arsênio solúvel***

Assim como para o arsênio total, bem como um resultado sendo reflexo do outro, o ponto PQZ-2047 teve concentrações maiores que o permitido pela legislação, sendo que a partir de dezembro de 2018, os resultados foram regularizados. Assim como pode ser observado na Figura 58, o maior valor encontrado foi de 0,594 mg/L no ponto PQZ-2047 no mês de outubro/2018.

**Figura 58 Variação espacial e temporal dos resultados de Arsênio Solúvel**



Fonte: Anglo Gold Ashanti 2019.





### 14.1.8.3 Conclusões

Os resultados anteriormente apresentados mostram que as águas subterrâneas sob influência do Planta do Queiroz apresentam qualidade compatível com o uso considerado de recreação, atendendo a todos os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008, para os parâmetros analisados. Mesmo para os parâmetros que não estavam sendo atendidos em alguns pontos, eles foram regularizados, e a partir do final de 2018 todas as medições seguintes estavam de acordo com o limite estabelecido.

### 14.1.9 Qualidade do Ar

#### 14.1.9.1 Metodologia

A operação atual da Planta do Queiroz realiza um acompanhamento sistemático da qualidade do ar na região, através dos resultados obtidos em 03 estações de monitoramento, conforme detalhado no Quadro 16 e na Figura 59. Dessa forma, para a presente avaliação utilizou-se dos dados obtidos do monitoramento realizado no período compreendido entre janeiro/2018 e junho/2019. A amostragem é realizada através de Amostradores de Grande Volume – AVG, para partículas totais em suspensão – PTS, com registro contínuo de vazão e previa calibração. A metodologia aplicada atende as seguintes normas:

- NBR ABNT 9547 – Material Particulado em suspensão no ar ambiente – determinação da concentração total pelo método do amostrador de grandes volumes.
- US EPA Reference Method for the Determination of Particulate Matter in the Atmosphere, contido no Federal Register 40 CFR 50, Appendix B.
- US EPA Guideline for Reporting of Daily Air Quality - Pollutant Standards Index (PSI).

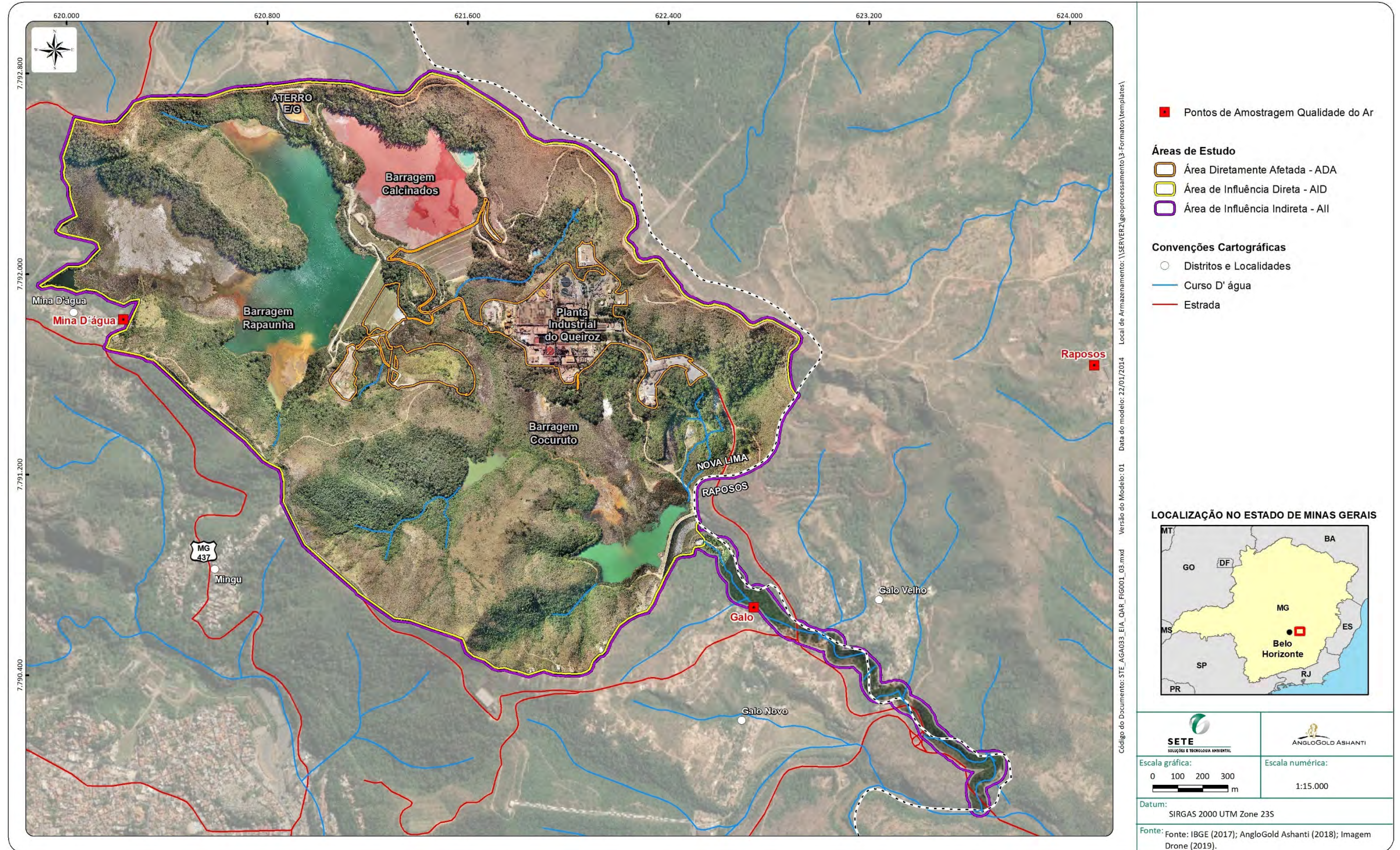
**Quadro 16 Caracterização dos pontos de avaliação da qualidade do ar**

Ponto	Nome	Parâmetros	Frequência	Coordenadas UTM (Sirgas 2000 - Fuso 23s)	
P 11001	Raposos	PTS, SO <sub>2</sub>	Semanal	624.098,0	7.791.636,8
P 11002	Galo	PTS, SO <sub>2</sub>	Semanal	622.740,2	7.790.670,5
P 11003	Mina D'água	PTS, SO <sub>2</sub>	Semanal	620.225,3	7.791.819,4





Figura 59 Localização dos pontos de monitoramento de qualidade do ar



Fonte: Sete, 2019.







Tendo em vista que o estado de Minas Gerais não possui uma legislação específica para definição das áreas onde deverão ser aplicados os padrões secundários, serão considerados neste estudo os padrões primários de qualidade do ar estabelecidos de acordo com a legislação federal. Os padrões definidos pela Resolução CONAMA nº491/2018 são apresentados no Quadro 17, a seguir.

#### Quadro 17 Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº491/2018 para qualidade do ar

Legislação	Parâmetro	Padrão	Valor	Observação
Resolução CONAMA Nº491/18	PTS	Concentração média geométrica anual	80 µg/m <sup>3</sup>	-
		Concentração média de 24 horas	240µg/m <sup>3</sup>	Não deve ser excedida mais de uma vez por ano
	SO2	Concentração média de 24 horas	125µg/m <sup>3</sup>	-
		Concentração média geométrica anual	40 µg/m <sup>3</sup>	

#### 14.1.9.2 Resultados

Os resultados das amostragens de qualidade do ar e emissões do período de janeiro de 2018 a junho de 2019 foram compilados em tabela, a qual é apresentada a seguir (Quadro 18).







**Quadro 18 Resultados consolidados de qualidade do ar na Planta de Queiroz - 2018 a 2019**

MÊS/ ANO COLETA	PQZ 11002 - Estação Comunidade Galo						PQZ-11003 - Estação Mina D' Água						PQZ 11001 - Estação Raposos					
	Resultado de PTS (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de SO2 (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de PTS (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de SO2 (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de PTS (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de SO2 (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação
jan/18	33	21	Boa	15	10	Boa	30	19	Boa	15	10	Boa	21	14	Boa	15	10	Boa
	48	30	Boa	15	10	Boa	47	30	Boa	15	10	Boa	71	45	Boa	15	10	Boa
	30	19	Boa	15	10	Boa	33	21	Boa	15	10	Boa	17	11	Boa	15	10	Boa
	32	20	Boa	15	10	Boa	65	41	Boa	15	10	Boa	31	20	Boa	15	10	Boa
	47	30	Boa	15	10	Boa	138	69	Inadequada	15	10	Boa	25	16	Boa	15	10	Boa
fev/18	19	12	Boa	15	10	Boa	19	12	Boa	15	10	Boa	10	7	Boa	15	10	Boa
	26	17	Boa	15	10	Boa	35	22	Boa	15	10	Boa	18	12	Boa	15	10	Boa
	26	17	Boa	15	10	Boa	86	52	Regular	15	10	Boa	18	12	Boa	15	10	Boa
	33	21	Boa	15	10	Boa	32	20	Boa	15	10	Boa	17	11	Boa	15	10	Boa
	27	17	Boa	15	10	Boa	30	19	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa
mar/18	28	18	Boa	15	10	Boa	36	23	Boa	15	10	Boa	19	12	Boa	15	10	Boa
	28	18	Boa	15	10	Boa	32	20	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa
	46	29	Boa	15	10	Boa	57	36	Boa	15	10	Boa	22	14	Boa	15	10	Boa
	44	28	Boa	15	10	Boa	41	26	Boa	15	10	Boa	22	14	Boa	15	10	Boa
	50	32	Boa	15	10	Boa	56	35	Boa	15	10	Boa	23	15	Boa	15	10	Boa
abr/18	61	39	Boa	15	10	Boa	76	48	Boa	15	10	Boa	34	22	Boa	15	10	Boa
	29	19	Boa	15	10	Boa	38	24	Boa	15	10	Boa	11	7	Boa	15	10	Boa
	26	17	Boa	15	10	Boa	90	54	Regular	15	10	Boa	16	10	Boa	15	10	Boa
	55	35	Boa	15	10	Boa	95	55	Regular	15	10	Boa	35	22	Boa	15	10	Boa
	54	34	Boa	15	10	Boa	59	37	Boa	15	10	Boa	24	15	Boa	15	10	Boa
mai/18	65	41	Boa	15	10	Boa	87	53	Regular	15	10	Boa	34	22	Boa	15	10	Boa
	51	32	Boa	15	10	Boa	64	40	Boa	15	10	Boa	12	8	Boa	15	10	Boa
	78	49	Boa	15	10	Boa	88	53	Regular	15	10	Boa	30	19	Boa	15	10	Boa
	17	11	Boa	15	10	Boa	34	22	Boa	15	10	Boa	13	9	Boa	15	10	Boa
	29	19	Boa	15	10	Boa	32	20	Boa	15	10	Boa	9	6	Boa	15	10	Boa
jun/18	47	30	Boa	15	10	Boa	117	22	Boa	15	10	Boa	35	22	Boa	15	10	Boa
	56	35	Boa	15	10	Boa	84	30	Boa	15	10	Boa	44	28	Boa	15	10	Boa
	51	32	Boa	15	10	Boa	64	62	Regular	15	10	Boa	42	35	Boa	15	10	Boa
	28	18	Boa	15	10	Boa	33	21	Boa	15	10	Boa	39	52	Regular	15	10	Boa
	59	37	Boa	15	10	Boa	48	30	Boa	15	10	Boa	27	17	Boa	15	10	Boa





MÊS/ ANO COLETA	PQZ 11002 - Estação Comunidade Galo						PQZ-11003 - Estação Mina D' Água						PQZ 11001 - Estação Raposos					
	Resultado de PTS (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de SO2 (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de PTS (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de SO2 (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de PTS (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de SO2 (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação
jul/18	50	0	Boa	15	10	Boa	53	0	Boa	15	10	Boa	43	0	Boa	15	10	Boa
	57	0	Boa	15	10	Boa	96	0	Boa	15	10	Boa	38	0	Boa	15	10	Boa
	59	0	Boa	15	10	Boa	72	0	Boa	15	10	Boa	41	0	Boa	15	10	Boa
	50	0	Boa	15	10	Boa	67	0	Boa	15	10	Boa	27	0	Boa	15	10	Boa
	63	1	Boa	15	10	Boa	72	0	Boa	15	10	Boa	34	0	Boa	15	10	Boa
	95	0	Boa	15	10	Boa	100	0	Boa	15	10	Boa	62	0	Boa	15	10	Boa
ago/18	26	17	Boa	15	10	Boa	32	20	Boa	15	10	Boa	19	12	Boa	15	10	Boa
	37	24	Boa	15	10	Boa	80	50	Boa	15	10	Boa	26	17	Boa	15	10	Boa
	19	12	Boa	15	10	Boa	32	20	Boa	15	10	Boa	14	9	Boa	15	10	Boa
	41	26	Boa	15	10	Boa	62	39	Boa	15	10	Boa	30	19	Boa	15	10	Boa
	30	19	Boa	15	10	Boa	43	27	Boa	15	10	Boa	23	15	Boa	15	10	Boa
set/18	51	32	Boa	15	10	Boa	72	45	Boa	15	10	Boa	34	22	Boa	15	10	Boa
	68	43	Boa	15	10	Boa	105	58	Inadequada	15	10	Boa	59	37	Boa	15	10	Boa
	31	20	Boa	15	10	Boa	31	20	Boa	15	10	Boa	29	19	Boa	15	10	Boa
	33	21	Boa	15	10	Boa	56	35	Boa	15	10	Boa	32	20	Boa	15	10	Boa
	46	29	Boa	15	10	Boa	44	28	Boa	15	10	Boa	36	23	Boa	15	10	Boa
out/18	34	14	Boa	15	10	Boa	51	32	Boa	15	10	Boa	22	32	Boa	15	10	Boa
	54	26	Boa	15	10	Boa	72	45	Boa	15	10	Boa	41	45	Boa	15	10	Boa
	34	15	Boa	15	10	Boa	37	24	Boa	15	10	Boa	24	24	Boa	15	10	Boa
	30	18	Boa	15	10	Boa	65	41	Boa	15	10	Boa	28	41	Boa	15	10	Boa
	10	7	Boa	15	10	Boa	10	7	Boa	15	10	Boa	10	7	Boa	15	10	Boa
nov/18	31	20	Boa	15	10	Boa	38	24	Boa	15	10	Boa	25	16	Boa	15	10	Boa
	9	6	Boa	15	10	Boa	10	7	Boa	15	10	Boa	5	4	Boa	15	10	Boa
	24	15	Boa	15	10	Boa	28	18	Boa	15	10	Boa	14	9	Boa	15	10	Boa
	24	15	Boa	15	10	Boa	25	16	Boa	15	10	Boa	17	11	Boa	15	10	Boa
	102	57	Inadequada	15	10	Boa	41	26	Boa	15	10	Boa	25	16	Boa	15	10	Boa
dez/18	18	12	Boa	15	10	Boa	21	14	Boa	15	10	Boa	12	8	Boa	15	10	Boa
	15	10	Boa	15	10	Boa	26	17	Boa	15	10	Boa	11	7	Boa	15	10	Boa
	32	20	Boa	15	10	Boa	49	31	Boa	15	10	Boa	26	17	Boa	15	10	Boa
	29	19	Boa	15	10	Boa	38	24	Boa	15	10	Boa	20	13	Boa	15	10	Boa
	19	12	Boa	15	10	Boa	22	14	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa







MÊS/ ANO COLETA	PQZ 11002 - Estação Comunidade Galo						PQZ-11003 - Estação Mina D' Água						PQZ 11001 - Estação Raposos					
	Resultado de PTS (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de SO2 (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de PTS (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de SO2 (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de PTS (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação	Resultado de SO2 (ug/m3)	IQA (Índice de Qualidade do Ar)	Classificação
jan/19	30	19	Boa	15	10	Boa	70	44	Boa	15	10	Boa	23	15	Boa	15	10	Boa
	27	17	Boa	15	10	Boa	51	32	Boa	15	10	Boa	24	15	Boa	15	10	Boa
	36	23	Boa	15	10	Boa	94	55	Regular	15	10	Boa	28	18	Boa	15	10	Boa
	31	20	Boa	15	10	Boa	57	36	Boa	15	10	Boa	29	19	Boa	15	10	Boa
	59	37	Boa	15	10	Boa	63	40	Boa	15	10	Boa	29	19	Boa	15	10	Boa
	-	-	-	15	10	Boa	-	-	-	15	10	Boa	-	-	-	15	10	Boa
fev/19	37	24	Boa	15	10	Boa	56	35	Boa	15	10	Boa	36	23	Boa	15	10	Boa
	26	17	Boa	15	10	Boa	37	24	Boa	15	10	Boa	50	32	Boa	15	10	Boa
	32	20	Boa	15	10	Boa	38	24	Boa	15	10	Boa	13	9	Boa	15	10	Boa
	20	13	Boa	15	10	Boa	30	19	Boa	15	10	Boa	19	12	Boa	15	10	Boa
	31	20	Boa	15	10	Boa	33	21	Boa	15	10	Boa	31	20	Boa	15	10	Boa
mar/19	28	18	Boa	15	10	Boa	54	34	Boa	15	10	Boa	16	10	Boa	15	10	Boa
	22	14	Boa	15	10	Boa	47	30	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa
	25	16	Boa	15	10	Boa	36	23	Boa	15	10	Boa	24	15	Boa	15	10	Boa
	23	15	Boa	15	10	Boa	29	19	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa	15	10	Boa
	27	17	Boa	15	10	Boa	39	25	Boa	15	10	Boa	16	10	Boa	15	10	Boa
abr/19	34	22	Boa	15	10	Boa	76	48	Boa	15	10	Boa	38	24	Boa	15	10	Boa
	22	14	Boa	15	10	Boa	39	25	Boa	15	10	Boa	17	11	Boa	15	10	Boa
	19	12	Boa	15	10	Boa	35	22	Boa	15	10	Boa	13	9	Boa	15	10	Boa
	23	15	Boa	15	10	Boa	35	22	Boa	15	10	Boa	18	12	Boa	15	10	Boa
	29	19	Boa	15	10	Boa	55	35	Boa	15	10	Boa	27	17	Boa	15	10	Boa
mai/19	24	15	Boa	15	10	Boa	45	29	Boa	15	10	Boa	18	12	Boa	15	10	Boa
	28	18	Boa	15	10	Boa	40	25	Boa	15	10	Boa	24	15	Boa	15	10	Boa
	28	18	Boa	15	10	Boa	25	16	Boa	15	10	Boa	11	7	Boa	15	10	Boa
	40	25	Boa	15	10	Boa	81	51	Regular	15	10	Boa	30	19	Boa	15	10	Boa
	63	40	Boa	15	10	Boa	100	57	Regular	15	10	Boa	33	21	Boa	15	10	Boa
jun/19	36	23	Boa	15	10	Boa	80	50	Boa	15	10	Boa	22	14	Boa	15	10	Boa
	30	19	Boa	15	10	Boa	57	36	Boa	15	10	Boa	19	12	Boa	15	10	Boa
	47	30	Boa	15	10	Boa	56	35	Boa	15	10	Boa	28	18	Boa	15	10	Boa
	46	29	Boa	15	10	Boa	59	37	Boa	15	10	Boa	26	17	Boa	15	10	Boa
	69	44	Boa	15	10	Boa	64	40	Boa	15	10	Boa	34	22	Boa	15	10	Boa



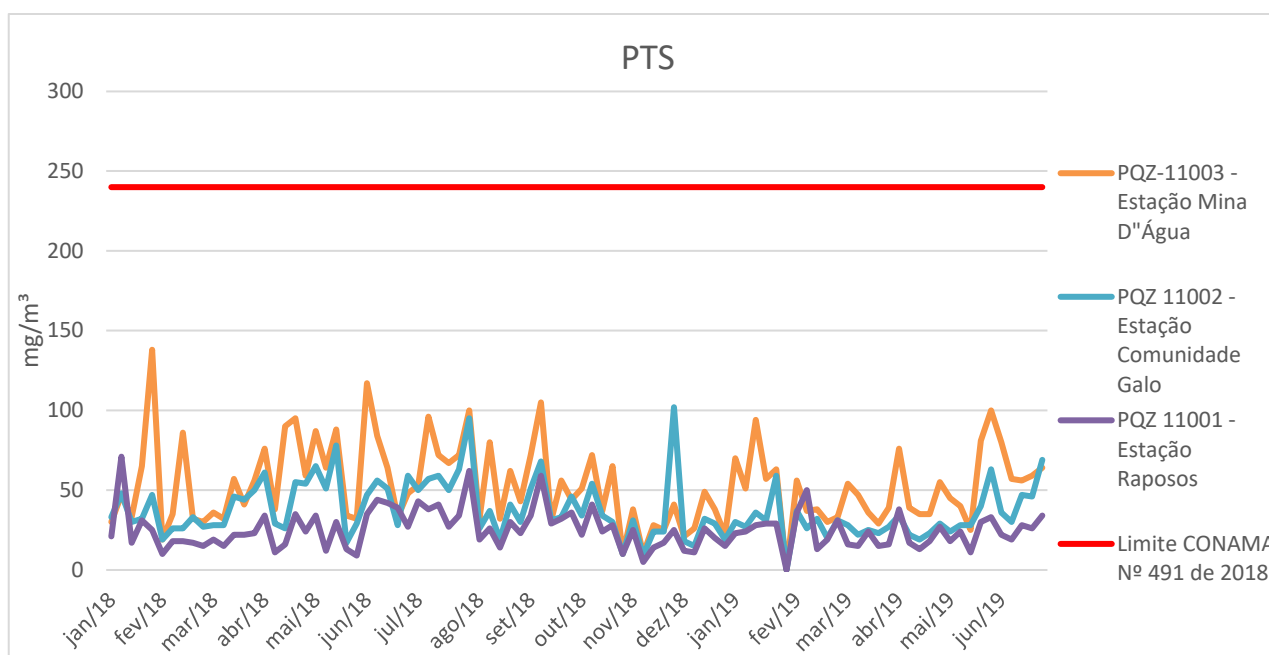


Os resultados obtidos para a qualidade do ar mostram atendimento aos limites estabelecidos pela legislação vigente. Em relação à presença de Partículas Totais em Suspensão, a qualidade do ar é em sua grande maioria boa, com episódios de níveis regulares e resultados pontuais inadequados, ocorrendo em locais internos ao empreendimento. Nos pontos localizados nos limites do empreendimento, observam-se concentrações na faixa de qualidade boa. Para uma melhor visualização, os resultados referentes à PTS e à emissão de material particulado são apresentados a seguir, de forma gráfica.

### **Partículas totais em suspensão – PTS**

Os resultados analíticos de partículas totais em suspensão (PTS) demonstraram que os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018 para as médias de 24h ( $240\text{mg}/\text{m}^3$ ) e para média geométrica anual ( $80\text{mg}/\text{m}^3$ ) foram respeitados em todos os pontos de monitoramento avaliados, atestando uma qualidade do ar satisfatória, ou seja, constata que as operações atuais da Planta do Queiroz não impactam na qualidade do ar, garantindo a eficiência dos sistemas de controle implantados (Figura 60).

**Figura 60 Resultados do monitoramento de PTS**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019)

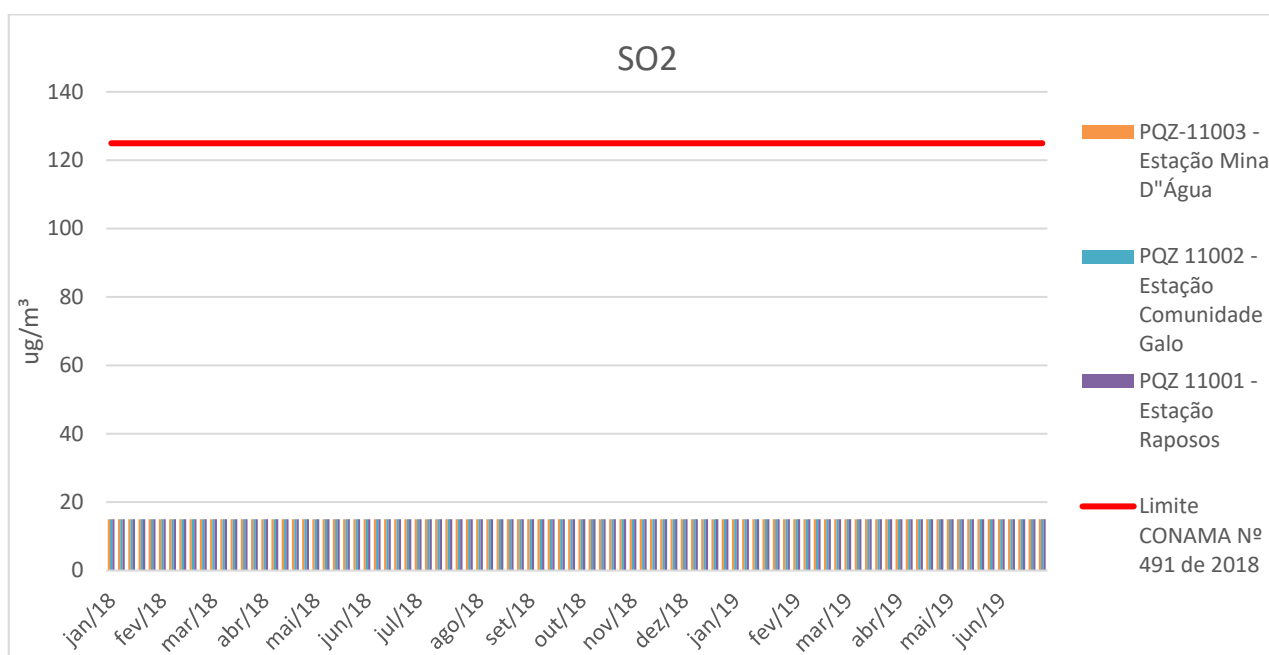




### **Dióxido de Enxofre – SO<sub>2</sub>**

Considerando o parâmetro o SO<sub>2</sub>, em todas as campanhas o resultado foi de qualidade boa, o que reflete também no IQA, que classificou para este parâmetro como a qualidade do ar como boa. Nenhum valor, em nenhum dos pontos amostrados ultrapassou o valor mínimo de quantificação (15 ug/m<sup>3</sup>), como é mostrado abaixo (Figura 61).

**Figura 61 Resultados do monitoramento de SO<sub>2</sub>**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2019)

#### **14.1.9.3 Conclusão**

Na maior parte das vezes, os eventos de qualidade do ar Regular e Inadequada, foram identificados na Estação de Monitoramento localizada dentro da Planta do Queiroz. Vale salientar que a qualidade Regular corresponde a resultados que atendem ao padrão legal, mas apresenta concentração de material particulado mais elevada.

De forma geral, os resultados demonstram que a qualidade do ar no entorno da Planta do Queiroz é boa, com as concentrações de PTS atendendo aos limites estabelecidos pela legislação vigente.



## 14.1.10 Ruído

### 14.1.10.1 Metodologia

A avaliação do ruído ambiental visa verificar quantitativamente os níveis de pressão sonora existentes atualmente na área onde será implantado o projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.

A AGA já possui um plano de monitoramento do ruído ambiental com vistas a controlar as atividades da Planta do Queiroz. Neste plano de monitoramento são avaliados os níveis de pressão sonora em seus pontos localizados nos limites do empreendimento. Os monitoramentos são realizados semestralmente. Foram utilizados um medidor de nível sonoro e um calibrador de medidor de nível sonoro. A metodologia aplicada atendeu as seguintes normas:

- NBR ABNT 10.151 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento (Junho/2000).
- ABNT NBR 10.152 – Níveis de ruído para conformo acústico (Dezembro/1987).

Importante destacar que a norma NBR 10.151 foi revisada em 2019 e que, apesar de manter os limites da versão anterior, trouxe novas definições e métodos para avaliação dos resultados obtidos.

As avaliações foram efetuadas durante a execução de atividades normais de operação da Planta do Queiroz. O parâmetro medido foi o nível de pressão sonora equivalente (LAeq), que é o nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora referente ao intervalo de medição, com as fontes gerando ruído.

Para a caracterização da pressão sonora na região do Aterro H1 foram considerados os resultados de Janeiro/2018 a Junho/2019 em cinco pontos do plano de monitoramento da AGA. A caracterização dos pontos de monitoramento é apresentada no Quadro 19 e o mapa contendo a localização dos pontos de monitoramento é apresentado na Figura 62.

**Quadro 19 Caracterização dos pontos de monitoramento do ruído ambiental**

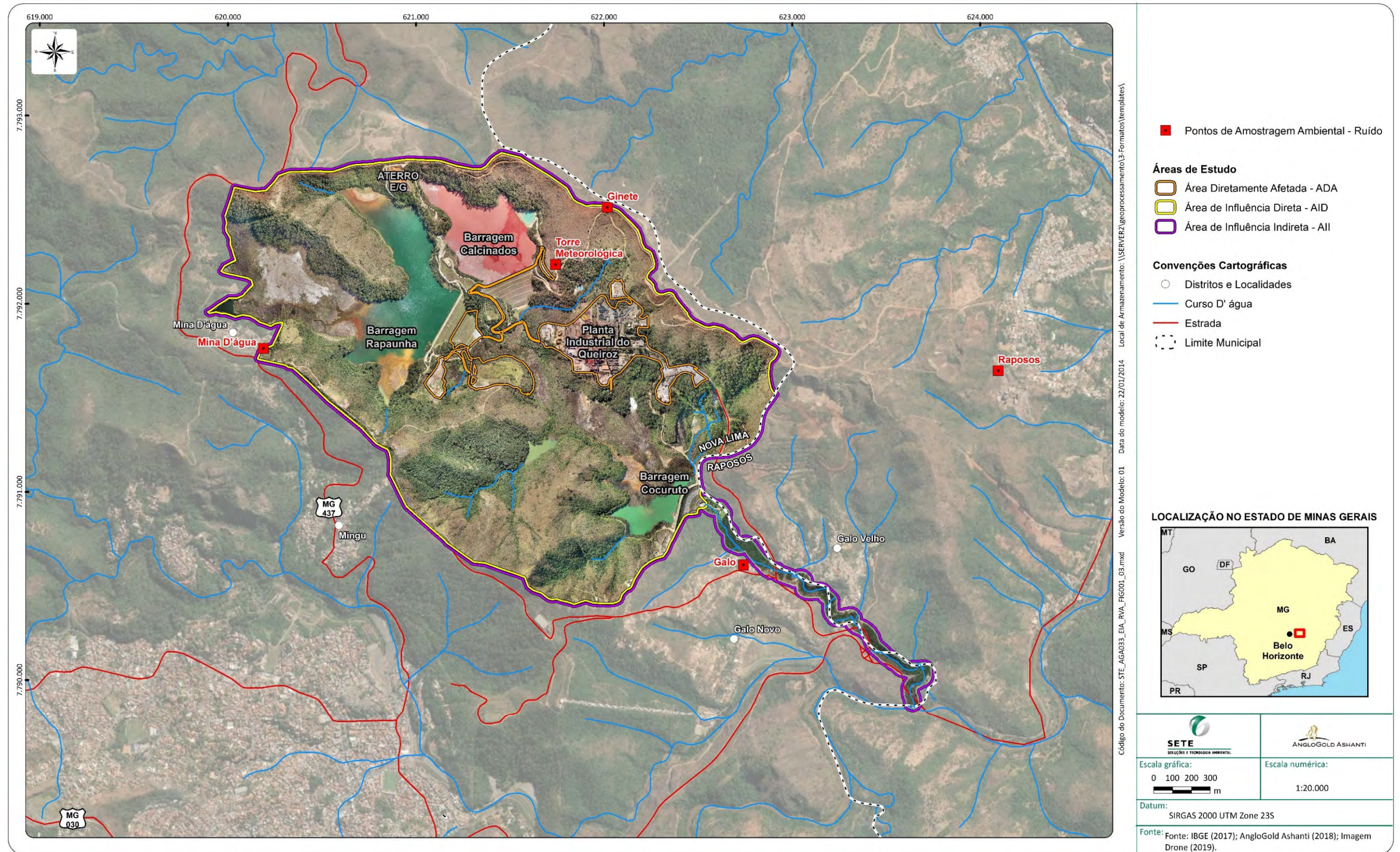
Ponto	Localização	Sistema de Coordenadas UTM - SAD69 - Fuso 23S	
01	Torre meteorológica	621.743	7.792.208
02	Galo	622.742	7.790.612
03	Ginete	622.018	7.792.512
04	Mina d'Água	620.189	7.791.762
05	Raposos	624.096	7.791.644







Figura 62 Localização dos pontos de monitoramento de ruído ambiental na Planta do Queiroz.



Fonte: Sete, 2019.







A legislação vigente sobre os níveis de ruído no âmbito federal é a Resolução CONAMA nº01/1990, que determina os valores máximos estipulados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, de acordo com critérios estabelecidos na norma técnica NBR 10.151/2000 – “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando ao Conforto da Comunidade”, para ruídos emitidos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas.

A referida norma técnica (ABNT NBR 10.151/2000) considera recomendáveis, para conforto acústico, os níveis máximos de ruído externo apresentados no Quadro 20 a seguir.

**Quadro 20 Limites de ruído – norma ABNT – NBR 10.151/2000**

<b>Tipos de Área</b>	<b>Diurno (dB(A))</b>	<b>Noturno (dB(A))</b>
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Áreas estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Considerando-se a localização e uso dos pontos que fazem parte do plano de monitoramento de ruído da AGA, avalia-se a área como predominantemente industrial, e os resultados obtidos são comparados com o limites diurno e noturno estabelecidos para esse tipo de área.

No caso do Estado de Minas Gerais, a Lei nº 10.100/1990 estabelece os níveis máximos de ruído admitidos e apresenta valores menos restritivos que os determinados pela Resolução CONAMA nº01/1990. Segundo essa Resolução, consideram-se prejudiciais à saúde, à segurança ou ao sossego públicos quaisquer ruídos que:

- atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som superior a 10dB(A), acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego;
- independentemente do ruído de fundo, atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível sonoro superior a 70 dB(A), durante o dia, e 60 dB(A), durante a noite;
- explicitado o horário noturno como aquele compreendido entre 22h e 6h, se outro não estiver estabelecido na legislação municipal pertinente.



### 14.1.10.2 Resultados

A Figura 63 e o Quadro 21, a seguir, resumem os resultados em cada ponto, dentro dos períodos de análise considerados.

**Figura 63 Ruído diurno e noturno nas imediações da Planta Queiroz.**



Fonte:Anglo Gold Ashanti(2019)



### Quadro 21 Resultados do monitoramento de ruído ambiental - Valores do Leq dB(A)

Turno	Pontos	2018/1	2018/2	2019/1
Diurno	Limite	70		
	Ponto 1	35,1	35,1	33,9
	Ponto 2	33,1	33,1	34,6
	Ponto 3	38,8	38,8	41,5
	Ponto 4	41,3	41,3	36,2
	Ponto 5	48,4	48,4	49,3
Noturno	Limite	60		
	Ponto 1	26,8	35,2	38,8
	Ponto 2	26	37,9	32,4
	Ponto 3	43,4	44,5	40,4
	Ponto 4	32	35,7	34,2
	Ponto 5	48,1	45,5	47

Os resultados mostram que em todos os pontos foram atendidos os padrões estabelecido pela NBR 10.151/2000 utilizando como referência a área predominantemente industrial, cujos limites são os mesmos estabelecidos pela legislação estadual (Lei nº 10.100/1990), para ambos os períodos.

#### 14.1.10.3 Conclusão

Com base nos resultados anteriormente apresentados, que, a despeito da atividade operacional na Planta do Queiroz, os níveis de ruído estabelecidos pela legislação ambiental são atendidos em seu entorno.

#### 14.1.11 Gestão de Resíduos Sólidos

A AGA adota as medidas e ações que proporcionam a correta gestão dos resíduos, sendo que nas áreas operacionais são disponibilizados coletores específicos, em conformidade com as regras do padrão Anglo Gold Ashanti e com a Resolução CONAMA nº 275/2001.

Ainda na área operacional, os resíduos são armazenados temporariamente em depósitos, que configuram instalações destinadas ao armazenamento temporário adequado dos resíduos durante a formação de lotes econômicos para transporte até o seu envio para disposição final.

Todos os funcionários são orientados através de procedimentos específicos internos da Anglo Gold Ashanti que proporcionam o conhecimento necessário para a realização da gestão adequada dos resíduos sólidos.

Bianualmente, a Anglo Gold Ashanti elabora o inventário de resíduos, conforme previsto no PCA, onde são apresentadas as seguintes informações:





- Classe do resíduo conforme norma NBR 10.004/2004;
- Descrição do tipo de resíduo gerado
- Origem da geração do resíduo dentro da empresa
- Quantidade (t/ano) gerada do resíduo
- Destinação (interna ou externa) do resíduo gerado
- Forma de disposição final
- Para resíduos com destinação externa, tem-se a caracterização da empresa responsável pelo recebimento do resíduo, seu município, CNPJ e coordenadas.

A seguir no Quadro 22, é exibido todo o inventário de resíduos sólidos da autodeclaração efetuada no sistema da FEAM no ano de 2018, com ano base em 2017.



**Quadro 22 Inventário de resíduos sólidos da Planta de Metalúrgica de Queiroz – 2018**

Inventário de resíduos sólidos da Planta de Metalúrgica de Queiroz - 2018										
Caracterização do resíduo				LOCAL Interna/Externa	Forma de Disposição final	Disposição final			Coordenadas (SAD 69)	
Classe	Tipo de Resíduo	Origem Empresa/ Etapa	Total (ton/ano)			Razão social	Município	CNPJ	Latitude	Longitude
IIA	Não Inerte	EPI's	1,181	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Lâmpadas	0,074	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-85	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
IIB	Inerte	Papel e Papelão	5,795	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-83	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIA	Não Inerte	Papel/Papelão e plástico	0,478	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-92	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	PEAD	0,017	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Plástico Contaminado	0,113	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-41	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	PVC	0,405	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de madeira contaminada ou não	7,58	DE	Reciclagem externa	Cerâmica Minas Brasil	Igaratinga -MG	20.714.823/0001-86	-19°54'22,6"	-44°42'12,1"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	0,034	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-83	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	0,692	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-84	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	0,598	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-85	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
I		Diversos contaminados com óleo	0,01	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Papel e Papelão	1,84	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-88	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIA	Não Inerte	Papel/Papelão e plástico	0,25	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-97	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
I		Pilhas e Baterias	1,564	DE	Reciclagem externa	TAMARANA	Tamarana - PR	00.367.910/0001-11	-23°42'47,5"	-51°6'38,8"
IIB	Inerte	Pneus	5,4	DE	Reciclagem externa	Rubberbrás	Itabira - MG	00.521.730/0001-43	-19°40'51,3"	-43°13'21,0"
IIA	Não Inerte	Resíduos de vidro	0,062	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-98	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	Sucata de cobre	0,019	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-93	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	2,514	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-79	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	0,113	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-92	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
I		Bombonas de plástico	0,814	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-44	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	2,029	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-76	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
I		Bombonas de plástico	0,107	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-42	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Diversos contaminados	0,424	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	EPI's	0,02	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Plástico Contaminado	18,924	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-43	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Pneus	1,3	DE	Reciclagem externa	Rubberbrás	Itabira - MG	00.521.730/0001-40	-19°40'51,3"	-43°13'21,0"
IIB	Inerte	PVC	0,31	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-48	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de Borracha	0,015	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-43	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	Resíduos de vidro	0,164	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-98	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	1,541	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-74	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	0,018	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-87	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
I		Diversos contaminados	0,034	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	EPI's	0,106	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Lâmpadas	0,338	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-90	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
IIB	Inerte	PEAD	0,122	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Plástico Contaminado	0,109	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-44	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	PVC	2,057	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-50	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de madeira contaminada ou não	5,056	DE	Reciclagem externa	Cerâmica Minas Brasil	Igaratinga -MG	20.714.823/0001-91	-19°54'22,6"	-44°42'12,1"
IIA	Não Inerte	Resíduos de vidro	0,012	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-98	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	4,011	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-78	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	0,059	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-90	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	0,056	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-91	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
I		Bombonas de plástico	0,07	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-41	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Diversos contaminados	0,386	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Lâmpadas	0,133	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-87	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
I		Não Reciclável	17,066	DE	Aterro Sanitário Municipal	Vital Engenharia	Sabará-MG	02.536.066/0008-02	-19°51'16,5"	-43°50'51,6"
I		Óleos lubrificantes usados	0,141	DE	Re-refino de óleo	Petrolub	Sete Lagoas - MG	17.195.231/0002-82	-19°30'48,0"	-44°16'12,0"
IIB	Inerte	Papel e Papelão	0,587	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-85	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
I		Pilhas e Baterias	1,85	DE	Reciclagem externa	TAMARANA	Tamarana - PR	00.367.910/0001-08	-23°42'47,5"	-51°6'38,8"
I		Plástico Contaminado	0,051	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-42	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Pneus	17,54	DE	Reciclagem externa	Rubberbrás	Itabira - MG	00.521.730/0001-39	-19°40'51,3"	-43°13'21,0"





Inventário de resíduos sólidos da Planta de Metalúrgica de Queiroz - 2018											
Caracterização do resíduo				LOCAL	Disposição final			Coordenadas (SAD 69)			
Classe	Tipo de Resíduo	Origem Empresa/ Etapa	Total (ton/ano)		Interna/Externa	Forma de Disposição final	Empresa responsável			Latitude	Longitude
						Razão social	Município	CNPJ			
IIB	Inerte	PVC	Manutenção queiroz	0,427	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-47	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de Borracha	Manutenção queiroz	0,113	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-42	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de madeira contaminada ou não	Manutenção queiroz	0,407	DE	Reciclagem externa	Cerâmica Minas Brasil	Igaratinga -MG	20.714.823/0001-88	-19°54'22,6"	-44°42'12,1"
IIB	Inerte	Sucata de aço inox	Manutenção queiroz	0,386	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-93	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	Manutenção queiroz	15,051	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-73	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	Manutenção queiroz	0,814	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-86	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
I		Baterias acidas	Mina Cuiabá	1,235	DI	Estoque	-	-	-	-	-
I		Diversos contaminados com óleo	Mina Cuiabá	3,08	DI	Estoque	-	-	-	-	-
I		Lâmpadas	Mina Cuiabá	0,59	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-91	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
IIA	Não Inerte	Óleo vegetal	Mina Cuiabá	0,37	DE	Re-refino de óleo	Recóleo	Belo Horizonte -MG	07.114.793/0001-19	-19°53'56,0"	-43°59'14,0"
I		Pilhas e Baterias	Mina Cuiabá	8,888	DE	Reciclagem externa	TAMARANA	Tamarana- PR	00.367.910/0001-10	-23°42'47,5"	-51°6'38,8"
I		Resíduos eletro eletronicos	Mina Cuiabá	0,59	DI	Estoque	-	-	-	-	-
I		Spray	Mina Cuiabá	0,365	DI	Estoque	-	-	-	-	-
I		Diversos contaminados com óleo	Mina de Raposos	0,04	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-47	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	EPI's	Mina de Raposos	0,076	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Papel e Papelão	Mina de Raposos	0,063	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-89	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIA	Não Inerte	Papel/Papelão e plástico	Mina de Raposos	0,006	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-98	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
I		Plástico Contaminado	Mina de Raposos	0,018	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de madeira contaminada ou não	Mina de Raposos	23,103	DE	Reciclagem externa	Cerâmica Minas Brasil	Igaratinga -MG	20.714.823/0001-92	-19°54'22,6"	-44°42'12,1"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	Mina de Raposos	3,733	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-80	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIB	Inerte	Papel e Papelão	Mina Lamego	0,29	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-86	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIA	Não Inerte	Papel/Papelão e plástico	Mina Lamego	0,051	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-95	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
I		Bombonas de plástico	Pirometalurgia	0,106	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-40	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Diversos contaminados com óleo	Pirometalurgia	25,56	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	EPI's	Pirometalurgia	1,451	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	Fibra de vidro	Pirometalurgia	0,309	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Lama Arsenical	Pirometalurgia	21947,5	DI	Aterro Industrial	-	-	-	-	-
I		Lâmpadas	Pirometalurgia	0,062	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-84	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
IIA	Não Inerte	Lodo de Fossa	Pirometalurgia	72	DE	Outros (Tratamento Biológico)	Implimp	Santa Luzia -MG	03.850.532/0001-06	-19°46'01,9"	-43°51'08,56"
IIA	Não Inerte	Não Reciclável	Pirometalurgia	23,466	DE	Aterro Sanitário Municipal	Vital Engenharia	Sabarã-MG	02.536.066/0008-00	-19°51'16,5"	-43°50'51,6"
I		Óleos lubrificantes usados	Pirometalurgia	0,718	DE	Re-refino de óleo	Petrolub	Sete Lagoas - MG	17.195.231/0002-81	-19°30'48,0"	-44°16'12,0"
IIB	Inerte	Papel e Papelão	Pirometalurgia	0,571	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-82	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIA	Não Inerte	Papel/Papelão e plástico	Pirometalurgia	0,124	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-91	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	PEAD	Pirometalurgia	3,383	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Pilhas e Baterias	Pirometalurgia	1,422	DE	Reciclagem externa	TAMARANA	Tamarana- PR	00.367.910/0001-07	-23°42'47,5"	-51°6'38,8"
I		Plástico Contaminado	Pirometalurgia	1,593	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-40	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Pneus	Pirometalurgia	1,68	DE	Reciclagem externa	Rubberbrás	Itabira - MG	00.521.730/0001-38	-19°40'51,3"	-43°13'21,0"
IIB	Inerte	PVC	Pirometalurgia	0,16	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de Borracha	Pirometalurgia	5,019	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-40	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de madeira contaminada ou não	Pirometalurgia	3,618	DE	Reciclagem externa	Cerâmica Minas Brasil	Igaratinga -MG	20.714.823/0001-85	-19°54'22,6"	-44°42'12,1"
IIA	Não Inerte	Resíduos de vidro	Pirometalurgia	0,041	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-98	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	Sucata de aço inox	Pirometalurgia	0,008	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-93	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	Pirometalurgia	153,705	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-71	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	Pirometalurgia	1,354	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-82	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
I		Bombonas de plástico	Planta ouro	0,525	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Diversos contaminados com óleo	Planta ouro	3,257	DI	Estoque	-	-	-	-	-
IIA	Não Inerte	EPI's	Planta ouro	0,141	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	Fibra de vidro	Planta ouro	2,371	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Lâmpadas	Planta ouro	0,091	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-93	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
IIB	Inerte	Madeira de pallet	Planta ouro	27,57	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Não Reciclável	Planta ouro	16,355	DE	Aterro Sanitário Municipal	Vital Engenharia	Sabarã-MG	02.536.066/0008-03	-19°51'16,5"	-43°50'51,6"
I		Óleos lubrificantes usados	Planta ouro	1,277	DE	Re-refino de óleo	Petrolub	Sete Lagoas - MG	17.195.231/0002-85	-19°30'48,0"	-44°16'12,0"
IIB	Inerte	Papel e Papelão	Planta ouro	1,658	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-90	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"







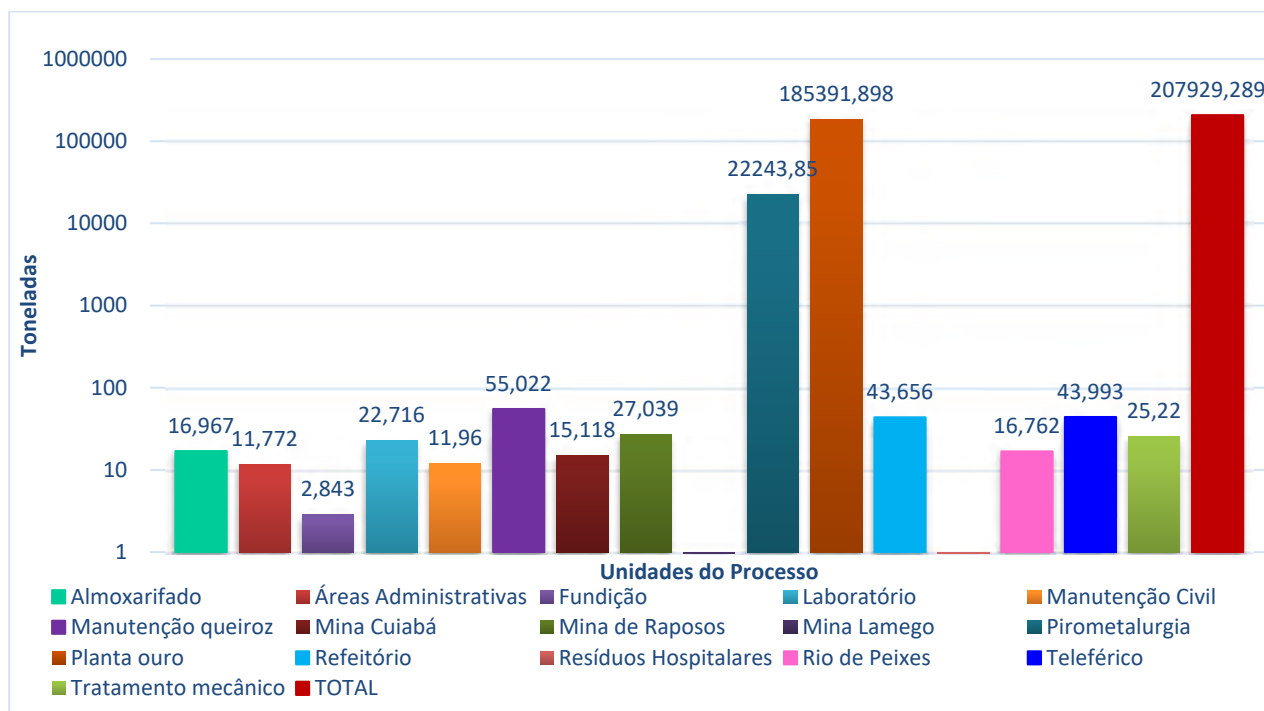
Inventário de resíduos sólidos da Planta de Metalúrgica de Queiroz - 2018											
Caracterização do resíduo				LOCAL	Forma de Disposição final	Disposição final			Coordenadas (SAD 69)		
Classe	Tipo de Resíduo	Origem Empresa/ Etapa	Total (ton/ano)			Interna/Externa	Empresa responsável			Latitude	Longitude
						Razão social	Município	CNPJ			
IIA	Não Inerte	Papel/Papelão e plástico	Planta ouro	0,161	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-99	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	PEAD	Planta ouro	0,202	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Pilhas e Baterias	Planta ouro	1,208	DE	Reciclagem externa	TAMARANA	Tamarana- PR	00.367.910/0001-12	-23°42'47,5"	-51°6'38,8"
I		Plástico Contaminado	Planta ouro	1,903	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	PVC	Planta ouro	4,508	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-52	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Rejeito calcinado	Planta ouro	185238	DI	Barragem de rejeito	-	-	-	-	-
IIB	Inerte	Resíduos de Borracha	Planta ouro	4,024	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de madeira contaminada ou não	Planta ouro	12,377	DE	Reciclagem externa	Cerâmica Minas Brasil	Igaratinga -MG	20.714.823/0001-93	-19°54'22,6"	-44°42'12,1"
IIA	Não Inerte	Resíduos de vidro	Planta ouro	0,004	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-98	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	Planta ouro	76,193	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-81	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	Planta ouro	0,073	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-93	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	EPI's	Refeitório	0,032	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	Gordura	Refeitório	16	DE	Outros (Tratamento Biológico)	Implimp	Santa Luzia -MG	03.850.532/0001-06	-19°46'01,9"	-43°51'08,56"
I		Lâmpadas	Refeitório	0,063	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-92	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
IIA	Não Inerte	Óleo vegetal	Refeitório	1,58	DE	Re-refino de óleo	Recóleo	Belo Horizonte -MG	07.114.793/0001-20	-19°53'56,0"	-43°59'14,0"
IIB	Inerte	Papel e Papelão	Refeitório	3,587	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-87	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIA	Não Inerte	Papel/Papelão e plástico	Refeitório	0,154	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-96	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	PVC	Refeitório	0,729	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-51	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	Resíduos de restaurante	Refeitório	21,381	DE	Aterro Sanitário Municipal	Vital Engenharia	Sabará-MG	02.536.066/008-00	-19°51'16,5"	-43°50'51,6"
IIA	Não Inerte	Resíduos de vidro	Refeitório	0,13	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-98	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
I		Resíduos em geral (hospitalar)	Resíduos Hospitalares	0,025	DE	outros (Incineração)	Oxigás	Contagem -MG	00.810.852/0001-44	-19°49'54,0"	-44°01'30,0"
I		Diversos contaminados com óleo	Rio de Peixes	1,152	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-47	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	EPI's	Rio de Peixes	0,316	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Lâmpadas	Rio de Peixes	0,135	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-89	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
I		Óleos lubrificantes usados	Rio de Peixes	0,077	DE	Re-refino de óleo	Petrolub	Sete Lagoas - MG	17.195.231/0002-84	-19°30'48,0"	-44°16'12,0"
IIA	Não Inerte	Papel/Papelão e plástico	Rio de Peixes	0,147	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-94	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	Pneus	Rio de Peixes	4,2	DE	Reciclagem externa	Rubberbrás	Itabira - MG	00.521.730/0001-42	-19°40'51,3"	-43°13'21,0"
IIB	Inerte	PVC	Rio de Peixes	0,113	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-49	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de Borracha	Rio de Peixes	0,029	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de madeira contaminada ou não	Rio de Peixes	0,123	DE	Reciclagem externa	Cerâmica Minas Brasil	Igaratinga -MG	20.714.823/0001-90	-19°54'22,6"	-44°42'12,1"
IIA	Não Inerte	Resíduos de vidro	Rio de Peixes	0,048	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-98	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	Sucata de cabo de aço	Rio de Peixes	0,018	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-93	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	Rio de Peixes	10,186	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-77	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	Rio de Peixes	0,21	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-88	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIA	Não Inerte	Sucata de metais não ferrosos	Rio de Peixes	0,008	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-89	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
I		Bombonas de plástico	Teleférico	0,288	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-43	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Diversos contaminados	Teleférico	7,256	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIA	Não Inerte	EPI's	Teleférico	0,137	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-45	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Lâmpadas	Teleférico	0,059	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-88	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
I		Óleos lubrificantes usados	Teleférico	0,126	DE	Re-refino de óleo	Petrolub	Sete Lagoas - MG	17.195.231/0002-83	-19°30'48,0"	-44°16'12,0"
IIB	Inerte	PEAD	Teleférico	0,036	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-46	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
I		Pilhas e Baterias	Teleférico	1,066	DE	Reciclagem externa	TAMARANA	Tamarana- PR	00.367.910/0001-09	-23°42'47,5"	-51°6'38,8"
IIB	Inerte	Pneus	Teleférico	2,46	DE	Reciclagem externa	Rubberbrás	Itabira - MG	00.521.730/0001-41	-19°40'51,3"	-43°13'21,0"
IIB	Inerte	Resíduos de Borracha	Teleférico	0,047	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-44	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de madeira contaminada ou não	Teleférico	0,334	DE	Reciclagem externa	Cerâmica Minas Brasil	Igaratinga -MG	20.714.823/0001-89	-19°54'22,6"	-44°42'12,1"
IIB	Inerte	Sucata de cabo de aço	Teleférico	13,122	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-93	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	Teleférico	19,062	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-75	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
I		Lâmpadas	Tratamento mecânico	0,055	DE	Outros (descarte)	HG Descontaminação	Nova Lima -MG	02.829.401/0001-86	-20°03'41,3"	-43°58'43,8"
IIA	Não Inerte	Não Reciclável	Tratamento mecânico	14,222	DE	Aterro Sanitário Municipal	Vital Engenharia	Sabará-MG	02.536.066/0008-01	-19°51'16,5"	-43°50'51,6"
IIB	Inerte	Papel e Papelão	Tratamento mecânico	0,707	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-84	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIA	Não Inerte	Papel/Papelão e plástico	Tratamento mecânico	0,162	DE	Reciclagem externa	ASCAP	Nova Lima -MG	05.267.111/0001-93	-20°00'16,0"	-43°50'16,4"
IIB	Inerte	Resíduos de Borracha	Tratamento mecânico	2,873	DE	Outros (biogás)	Essencis	Betim - MG	07.004.980/0001-41	-19°59'13,0"	-44°12'44,0"
IIB	Inerte	Resíduos de madeira contaminada ou não	Tratamento mecânico	2,13	DE	Reciclagem externa	Cerâmica Minas Brasil	Igaratinga -MG	20.714.823/0001-87	-19°54'22,6"	-44°42'12,1"
IIB	Inerte	Sucata de aço inox	Tratamento mecânico	0,31	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-93	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"
IIB	Inerte	Sucata de metais ferrosos	Tratamento mecânico	4,761	DE	Reciclagem externa	Comercial Maferge	Itaúna -MG	01.720.266/0001-72	-20°3'54,0"	-44°33'54,0"





Os resíduos foram divididos a partir de sua área de geração dentro do processo produtivo da Planta do Queiroz. A partir destes dados foram feitas as análises gráficas a seguir (Figura 64).

**Figura 64 Resíduos gerados por setores em Queiroz (escala logarítmica).**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2017).

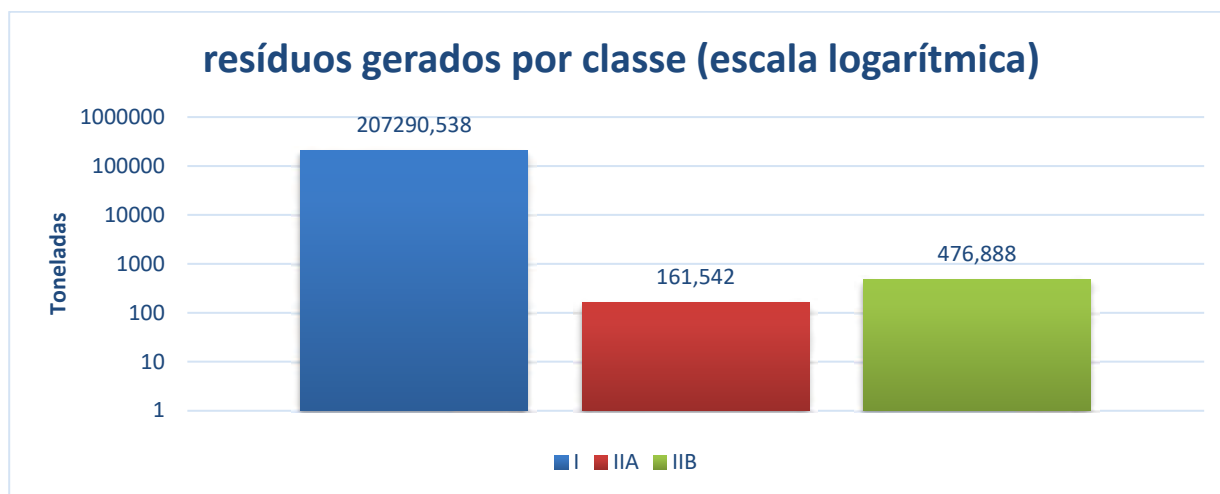
Como pode ser observado a maior parte dos resíduos são provenientes das áreas da Planta Ouro e da Pirometalurgia, onde são geradas respectivamente o rejeito calcinado e o resíduo industrial arsenical da ETE.

O resíduo gerado pelas atividades da Planta metalúrgica de Queiroz, em sua maioria é classificado como classe I (perigosos, de acordo com a classificação da NBR 10004/04), muito devido ao rejeito calcinado e o resíduo da ETE, que juntos representam 99,6% de todo o resíduo gerado em queiroz. Sem contar com estes resíduos, os demais (materiais contaminados por óleo, materiais perfuro-cortantes, baterias etc), representam um total de 105,4 toneladas por ano. (Figura 65).





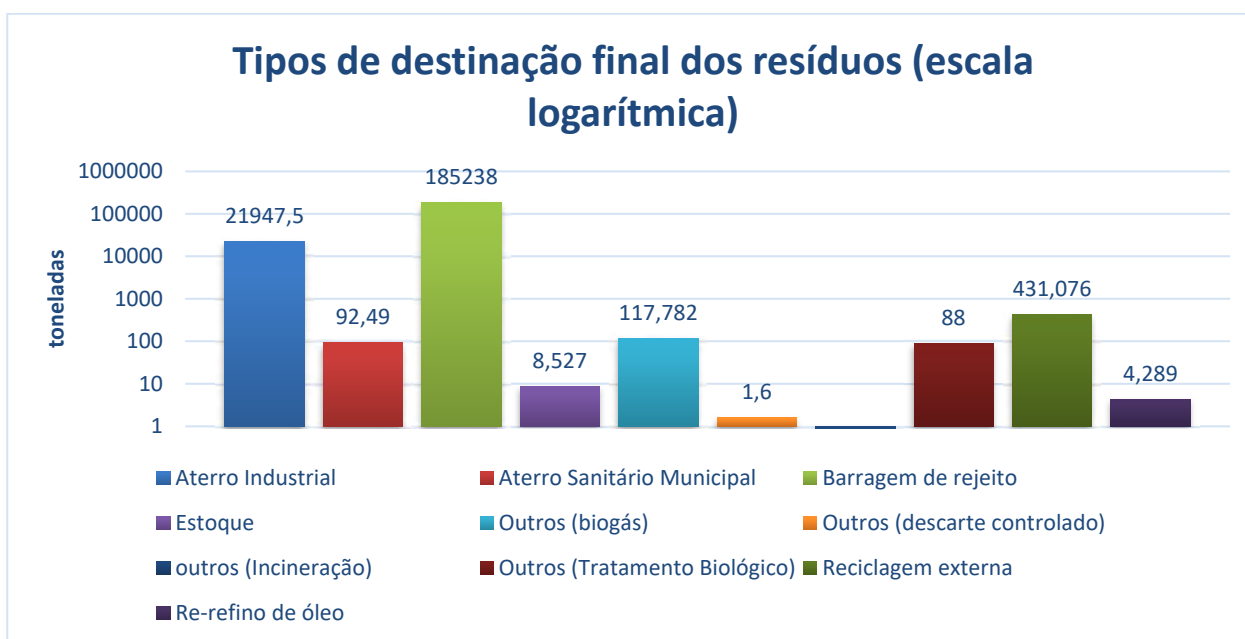
**Figura 65 Tipos de Resíduos gerados de acordo com a classificação NBR 10004/04**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2017).

Ainda sobre os resíduos, suas destinações finais são listadas e comparadas na Figura 66.

**Figura 66 Destinação final dos resíduos gerados na planta Queiroz em 2017.**



Fonte: Anglo Gold Ashanti (2017).

Assim como as outras análises mostram, a maior parte é destinada ao aterro e a barragem, também devido ao resíduo da ETE e rejeito calcinado, respectivamente. Mas, excluindo estes dois resíduos, e comparando os demais, é notado que 58% destes resíduos é destinado a reciclagem (431,076 toneladas).



#### 14.1.11.1 Conclusão

Conforme pode ser verificado, a Anglo Gold Ashanti realiza o acompanhamento dos resíduos sólidos na Planta metalúrgica de Queiroz. A grande maioria dos resíduos gerados são estocados nas barragens e nos aterros dentro da própria empresa. Os demais resíduos são encaminhados para empresas que os utilizam ou dispõem eles de forma ambientalmente correta, além disto, apresentam um índice satisfatório de reciclagem (58%).

### 14.2 Meio Biótico

#### 14.2.1 Flora

##### 14.2.1.1 Introdução

O município de Nova Lima está inserido na porção sul da Cadeia do Espinhaço, um conjunto de Serras e chapadas localizado nos estados de Minas Gerais e Bahia (GIULIETTI *et al.*, 1997), no qual podem ser encontradas várias espécies endêmicas de plantas e de animais. No estado de Minas Gerais, a Serra do Espinhaço é limitada a oeste pela Serra da Moeda, a sul pela Serra de Ouro Branco e a leste pela Serra do Caraça; na parte norte, o limite é feito pelas linhas cumeadas da Serra do Curral.

Essa porção sul da cadeia do Espinhaço pertence à zona de contato entre o domínio fitogeográfico da Mata Atlântica em sua face mediterrânea, representada pela Floresta Estacional Semidecidual, e o domínio fitogeográfico do Cerrado (FERNANDES; BEZERRA, 1990). O termo Mata Atlântica refere-se a um mosaico de comunidades vegetais que se desenvolve ao longo da cadeia montanhosa e das terras baixas que ladeiam o Oceano Atlântico (SIQUEIRA-FILHO; LEME, 2006), se fazendo presente de norte para sul desde a Zona da Mata do Nordeste Oriental até a porção sul-oriental de Santa Catarina, estendendo-se consideravelmente no sentido longitudinal até os mares de morros da Região Sudeste.

De acordo com Mantovani (2003), são reconhecidos nove domínios ou tipos de formação fitogeográfica (predominância regional) ao longo da área de abrangência da Mata Atlântica, dentre os quais podem ser encontradas formações vegetacionais típicas de outros biomas. Como domínios inseridos na distribuição da Mata Atlântica citam-se: Floresta Ombrófila Densa ou Pluvial Tropical, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezal, Formações Vegetais Sobre Restinga ou Planície Litorânea, Campos de Altitude ou Campo Rupestre, Brejos Interioranos e Enclaves Florestais do Nordeste. Na região do Quadrilátero Ferrífero as áreas de baixada e drenagem são comumente cobertas por vegetação florestal (SPÓSITO; STEHMANN, 2006), sendo mais frequente a ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual.

A Mata Atlântica representa o terceiro maior bioma do país, porém exibe hoje menos de 7% da sua cobertura original (TABARELLI *et al.*, 2005). Ela é, provavelmente, o ecossistema mais devastado e mais seriamente ameaçado do planeta. É o *hotspot* em que o ritmo das mudanças está entre os mais rápidos, e, conseqüentemente, a necessidade de ação para conservação é mais urgente (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005).



Superado em extensão apenas pela Amazônia, o Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e ocupa cerca de 20% do território nacional. Sua flora ainda é pouco conhecida, entretanto as estimativas sugerem que ele abriga aproximadamente 7.000 espécies de plantas vasculares (KLINK; MACHADO, 2005). Segundo Mendonça *et al.* (1998), o Cerrado é a mais diversa savana tropical do mundo e 44% das plantas aí encontradas são endêmicas. No contexto da Planta Industrial do Queiroz, o Cerrado é representado por Savana Arborizada (Cerrado Denso e Cerrado Ralo), Savana Parque (Campo Sujo) e Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo Limpo) (IBGE, 1992; IBGE, 2004).

## 14.2.2 Metodologia

### 14.2.2.1 Pesquisa de Dados Secundários

As avaliações relativas à vegetação presente na área do Aterro H1 e na AID, definida para o Meio Biótico, se iniciaram em escritório com a sobreposição dos limites das estruturas que compõem o projeto, seguida da avaliação do Estudo de Impacto Ambiental – EIA para o Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinações da Planta Industrial do Queiroz, elaborado pela Golder Associates no ano de 2016, e do Estudo de Impacto Ambiental do Aterro de Resíduos Industriais H1, Sete Soluções e Tecnologia Ambiental no ano de 2018.

### 14.2.2.2 Caracterização fitofisionômica e florística da AID e ADA

A coleta de dados primários foi realizada com foco na ADA e ocorreu nos dias 5, 6, 7 e 30 de agosto de 2019. Para a caracterização florística da Área de Influência Direta foram registradas as espécies identificadas durante os deslocamentos para acesso a ADA e considerados os dados disponíveis em Golder (2016). Para tal os nomes científicos foram atualizados através de consulta à base de dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>). As espécies indeterminadas citadas por Golder (2016) foram desconsideradas.

As fisionomias visitadas foram caracterizadas floristicamente através de caminhamentos aleatórios, contemplando-se os estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo. A avaliação da estrutura e do grau de conservação dos ambientes florestais se baseou em parâmetros como estrutura vertical e horizontal, adensamento do dossel, tipo de manejo e evidências de usos antropogênicos como queimadas, corte seletivo e cultivo. Nas fisionomias campestres foram avaliados aspectos como tipo de manejo e evidências de usos antropogênicos como queimadas, pisoteio e pastoreio de gado, presença de espécies exóticas e invasoras. Destaca-se que as áreas urbanizadas e instalações operacionais e administrativas foram desconsideradas durante os levantamentos por representarem ambientes inexpressivos do ponto de vista da conservação da flora.

Após os levantamentos de campo, as espécies observadas foram organizadas em uma planilha, onde foram acrescentados dados referentes à família botânica, nome científico de acordo com Lista de Espécies da Flora do Brasil do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>), hábito e fitofisionomias de ocorrência. A circunscrição dos táxons foi baseada no sistema Reflora- disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>.



Para a determinação da taxonomia das espécies não reconhecidas em campo, foram feitas fotografias para posterior identificação com o auxílio de bibliografia especializada, consultas a plataforma *Species Link* do Centro de Referência de Informações Ambientais (disponível em: <http://splink.cria.org.br/>) e ao herbário BHCN do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

A classificação das fitofisionomias baseou-se naquela proposta pelo Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012). Em alguns pontos a nomenclatura adotada para designação das fitofisionomias típicas do Cerrado foi acompanhada daquela utilizada por Ribeiro & Walter (1998), por se tratar de nomenclatura popularmente consagrada na região do Cerrado.

A presença de espécies ameaçadas de extinção foi investigada por meio de consulta à Portaria MMA nº 443/2014, referente à Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção e à Lista das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção do Estado de Minas Gerais (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2007). Embora a lista da Fundação Biodiversitas (2007) não represente uma lista legalmente reconhecida, ela configura um banco de dados que contempla inúmeras espécies raras, endêmicas, vulneráveis ou ameaçadas de extinção que é amplamente utilizada por pesquisadores. Foi consultada, ainda, a publicação *Plantas Raras do Brasil* (GIULIETTI *et al.*, 2009).

A presença de espécies imunes de corte ou cujo uso é disciplinado por dispositivos legais foi verificada por meio de consulta à Lei Estadual nº 9.743/1988, que declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o Ipê Amarelo, à Lei Estadual nº 20.308/2012, que altera a Lei nº 9.743/1988.

### ***Caracterização fitossociológica dos remanescentes florestais da ADA***

De forma a possibilitar a classificação dos estágios sucessionais dos remanescentes florestais presentes na ADA conforme os parâmetros da Resolução CONAMA nº 392/2007, norma que define a vegetação primária e secundária de regeneração da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais e propõe os parâmetros básicos para a classificação dos estágios de regeneração da vegetação secundária das formações de Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa, os dados do censo florestal, coletados como foco no Plano de Utilização Pretendida, foram utilizados para a caracterização fitossociológica da vegetação de:

- Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração (total de 0,19 ha na ADA); e
- Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração sob eucaliptal (total de 0,32 ha na ADA).

Para tal, em cada fitofisionomia foram mensurados todos os indivíduos com circunferência à altura do peito (CAP) igual ou superior a 15,7 cm, medida a 1,30 m acima do solo, sendo este o limite de inclusão determinado para o estudo, em acordo com as definições da Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 1.905/2013 (Foto 17). Para os indivíduos que bifurcaram abaixo 1,30 m de altura, todos os seus múltiplos troncos foram medidos, desde que estivessem dentro do critério de inclusão supracitado. Para cada tronco foram coletados os dados de altura total (estimada visualmente) e nome científico.





Todos os indivíduos mensurados foram identificados com placas coloridas numeradas (Foto 18). As árvores mortas em pé também foram aferidas, todavia, devido à ausência de material botânico, foram apresentadas como pertencentes a um mesmo grupo denominado “mortas”. Os indivíduos encontrados sem folhas foram agrupados em uma mesma morfoespécie denominada “sem folhas”, devido à impossibilidade de identificação.

A determinação botânica dos indivíduos mensurados ocorreu, em um primeiro momento, através do conhecimento prévio dos membros da equipe de campo. Para as espécies não reconhecidas em campo foram fotografadas para identificação com o auxílio de bibliografia especializada, consultas a plataforma *Species Link* do Centro de Referência de Informações Ambientais (disponível em: <http://splink.cria.org.br/>) e ao herbário BHCB do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

A coleta de dados em fichas de campo foi realizada diretamente em meio digital utilizando-se um dispositivo *mobile* (*Tablet*) configurado especificamente para esta tarefa onde foi gerado um arquivo base com os dados brutos obtidos. Posteriormente os dados foram tratados no *software* Excel (*Microsoft Office 365 MSO*) e processados no *software* Mata Nativa 4, este último desenvolvido especificamente para o processamento de dados e geração de relatórios de inventário florestal.



Foto: Pedro Leandro

**Foto 17** Aferição de CAP com utilização de fita métrica graduada.



Foto: Pedro Leandro

**Foto 18** Placas numeradas utilizadas para identificação dos indivíduos inventariados.

A análise da estrutura horizontal englobou os conceitos e parâmetros básicos desenvolvidos e descritos por MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974), sendo esta metodologia amplamente consolidada e usualmente utilizada em estudos fitossociológicos e de análise da estrutura horizontal em inventários florestais:



- **Densidade ou Abundância:** a densidade, também chamada abundância, é o número de indivíduos de cada espécie na composição do povoamento. Este parâmetro é estimado em termos de densidade absoluta ( $DA_i$ ) e relativa ( $DR_i$ ), para a  $i$ -ésima espécie, conforme expressões apresentadas a seguir. Em que:  $DA_i$  = densidade absoluta da  $i$ -ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;  $n_i$  = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie;  $N$  = número total de indivíduos amostrados;  $A$  = área total amostrada, em hectare;  $DR_i$  = densidade relativa (%) da  $i$ -ésima espécie;  $DT$  = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades absolutas de todas as espécies amostradas).

$$DA_i = \frac{n_i}{A}; DR_i = \frac{n_i}{N} \times 100; DR_i = \frac{DA_i}{DT} \times 100; DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^s DA_i} \times 100; DT = \sum_{i=1}^s DA_i$$

- **Dominância:** é expressa em termos de área basal, devido à alta correlação entre o diâmetro do tronco, tomado a 1,3 m do solo (DAP), e o diâmetro da copa (DC). A dominância absoluta e a dominância relativa podem ser obtidas conforme fórmulas a seguir, onde:  $DoA_i$  = dominância absoluta da  $i$ -ésima espécie, em  $m^2$ , por hectare;  $AB_i$  = área basal da  $i$ -ésima espécie, em  $m^2$ , na área amostrada;  $A$  = área amostrada, em hectare;  $DoR_i$  = dominância relativa (%) da  $i$ -ésima espécie;  $DoT$  = dominância total, em  $m^2$ , por hectare (soma das dominâncias de todas as espécies).

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A}; DoR_i = \frac{DoA_i}{DoT} \times 100; DoR_i = \frac{AB_i}{ABT} \times 100; ABT_i = \sum_{j=1}^{n_i} AB_j$$
$$AB_i = \frac{\pi}{40000} \sum_{j=1}^{n_i} DAP_j^2; DoT = \sum_{i=1}^s DoA_i$$

- **Valor de Importância:** a importância ecológica da espécie na comunidade vegetal é expressa por meio do valor de importância (VI). Este parâmetro fitossociológico é estimado, por espécie, pela soma dos valores relativos da densidade, da dominância e da frequência, conforme expressão a seguir:

$$VI_i = DR_i + DoR_i + FR_i; VI_i(\%) = \frac{DR_i + DoR_i + FR_i}{3}$$

- **Valor de Cobertura:** a importância de uma espécie dentro do povoamento também pode ser estimada pelo número de árvores (densidade) e suas dimensões (dominância). Com isto, o valor de cobertura é calculado da seguinte forma:

$$VC_i = DR_i + DoR_i; VC_i(\%) = \frac{DR_i + DoR_i}{2}$$



### 14.2.3 Caracterização Fitofisionômica da AID e ADA

De acordo com dados levantados pelo Diagnóstico do Meio Socioeconômico para as Áreas de Influência do Aterro de Resíduos Industriais H1, objeto deste EIA, o município de Raposos teve o início da sua fundação no final da década de 1690, em função do estabelecimento de bandeirantes interessados no garimpo de ouro. Com terra fértil e ouro encontrado em aluvião, fundou-se o e teve início o cultivo de gêneros de subsistência (IBGE, 2017).

Com relação à Nova Lima, os dados históricos apontam que o garimpo na região já ocorria no início do século XVIII. A exploração aurífera, durante toda a primeira metade do século XVIII não contou com técnicas apuradas, limitando-se a chamada exploração aluvional, ou seja, a extração do ouro encontrado na superfície da terra e no leito dos rios. Já nessa época era possível observar e a conversão de áreas cobertas com vegetação nativa em áreas de exploração mineral. A mão-de-obra básica utilizada era a dos escravos havendo, também, muitos garimpeiros livres que trabalhavam por sua própria conta (PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA LIMA, 2014). Com a chegada da companhia inglesa em 1834 a localidade passou por um surto de desenvolvimento com a chegada de vários cidadãos ingleses (BARBOSA, 1995).

Ainda de acordo com dados históricos, as formações florestais existentes na região do Quadrilátero Ferrífero foram, em boa parte, suprimidas nesta época. Os primeiros cortes ocorreram com a mineração de ouro no século XVIII e XIX e com a siderurgia até meados do século XX. A madeira retirada era utilizada na construção de estruturas para mineração e na produção de carvão para a siderurgia (COELHO, 2012). Além disso, a vegetação sofreu pressão pelos sucessivos ciclos econômicos da região que perpetua até os dias de hoje, quando se destacam as atividades antrópicas relacionadas à expansão urbana, produção agrícola e de mineração, ação periódica do fogo e invasão por espécies exóticas.

Como já evidenciado, na região do Quadrilátero Ferrífero as áreas de baixada e drenagem são comumente cobertas por vegetação de Floresta Estacional Semidecidual (SPÓSITO; STEHMANN, 2006), o representante interiorano do Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2012). Como resultado da atuação antrópica ao longo da história, atualmente os remanescentes de vegetação nativa presentes na AID e ADA se encontram em diversos graus de regeneração e/ou de alteração e as formações florestais podem ser classificadas como secundárias, nos estágios inicial e médio de regeneração.

Outro elemento florestal presente na paisagem da AID são os reflorestamentos com eucalipto, onde totalizam 76,03 ha ou 17,58%; na área de implantação do Aterro H1 ocorre um pequeno trecho de 0,32 ha, onde foi identificada a presença de sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração. Nota-se que ocorrem diferentes graus de colonização do sub-bosque por espécies nativas, possivelmente em função das diferentes formas de manejo adotadas, ou mesmo, pela ausência de manejo.



A vegetação campestre é representada por Savana Arborizada (Cerrado Ralo) e ocupa os platôs e encostas, representando parcela expressiva da cobertura vegetal na AID do Aterro H1 (114,56 ha ou 26,48%). Os municípios de Nova Lima e Raposos estão inseridos na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte e dada a proximidade geográfica com Belo Horizonte, muitos dos seus habitantes integram a dinâmica econômica da capital, de forma que, durante os trabalhos de campo foi possível observar os campos parecem não sofrer pressão em relação às atividades agrícolas, mas estão sujeitos a queimadas recorrentes. É prática comum, de forma irregular na região, o uso do fogo para limpeza de terrenos e aproveitamento da rebrota como fonte de alimento para o rebanho. Trata-se de um sistema antigo e ainda hoje praticado por proprietários de equinos e bovinos em suas terras e em terras de terceiros.

A paisagem atual da AID é marcada pela presença das estruturas relacionadas às atividades da Planta Industrial do Queiroz, sendo observados acessos, taludes revegetados, solos expostos e plantios de eucalipto com diferentes graus de colonização do sub-bosque por espécies vegetais nativas. A área de implantação do Aterro H1 totaliza 29,27 ha, sendo 99,26% da sua área ocupada por fisionomias originadas de interferências humanas, correspondendo a 3,82 ha de Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas, 21,46 ha de instalações operacionais e/ou administrativas da Planta do Queiroz, 1,31 ha de acessos e solos expostos e 2,18 ha de taludes revegetados. O restante da área (1,74 ha) corresponde a Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração e eucalipto com sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração, sendo estes os ambientes com maior complexidade estrutural na ADA do Aterro H1.



Foto: Marília Mendes

**Foto 19 Aspecto geral da cobertura vegetal da AID e ADA do empreendimento. Estão presentes remanescentes de vegetação nativa campestre e florestal, revegetações, plantios de espécies exóticas e áreas de uso consolidado da Planta Industrial do Queiroz.**





### 14.2.3.1 Savana Arborizada

A **Savana Arborizada** corresponde a uma fisionomia típica do domínio do Cerrado que ocupa as encostas e topos de morro em um total de 110,78 ha da AID, mas que não ocorre na ADA. De acordo com Ribeiro e Walter (1998) vários fatores podem influenciar na densidade do componente arbóreo do Cerrado, como as condições edáficas, pH, saturação de alumínio, fertilidade, condições hídricas e profundidade do solo, além da frequência de queimadas a ações antrópicas diversas. Os reflexos desses fatores refletem na estrutura, na distribuição espacial dos indivíduos lenhosos e na composição florística da vegetação. Devido a essa complexidade de fatores condicionantes, originam-se subdivisões fitofisionômicas que muitas vezes não podem ser individualizadas em termos de mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal. Por este motivo, e por razões de ordem prática, foi adotada a associação das subtipologias Cerrado Ralo e Cerrado Denso (*sensu* Ribeiro e Walter, 1998) na fitofisionomia Savana Arborizada (*sensu* IBGE, 2013).

A vegetação de Savana Arborizada caracteriza-se por possuir estratos distintos: um herbáceo arbustivo desenvolvido, constituído principalmente por gramíneas e uma grande diversidade de arbustos; e um estrato lenhoso, composto por árvores pequenas, de arquitetura tortuosa e que não ultrapassam 4,0 metros de altura. Desenvolvem-se sobre solo raso e cascalhento, destacando-se alguns pontos fortemente lixiviados, provavelmente em função do escoamento de águas pluviais e da ocorrência de queimadas no passado.

Ocorre em diferentes proporções da área de entorno da Planta Industrial do Queiroz e se distribui na paisagem de forma descontínua, formando ecótonos com diferentes ambientes. A densidade das espécies arbóreas varia nos diferentes trechos, mas, de maneira geral, ocorrem: *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), *Myrcia retorta* (goiaba-brava), *Eremanthus incanus* (candeia), *Dalbergia miscolobium* (caviúna-do-cerrado), *Schefflera macrocarpa* (mandiocão-do-cerrado), *Myrsine guianense* (capororoca), *Solanum lycocarpum* (lobeira), *Plenckia populnea* (marmelo), *Kielmeyera coriacea* (pau-santo) e *Bowdichia virgilioides* (sucupira).

De maneira geral o estrato herbáceo/arbustivo é caracterizado por acentuada diversidade de espécies e gêneros típicos de Cerrado, destacando-se *Anacardium humile*, *Jacaranda caroba*, *Kielmeyera variabilis*, *Erythroxylum suberosum*, *Erythroxylum suberosum*, *Erythroxylum tortuosum*, *Trimezia juncifolia*, *Banisteriopsis campestris*, *Peixotoa tomentosa*, *Miconia albicans*, *Campomanesia pubescens*, *Palicourea rigida* e *Sabicea brasiliensis*.

Também ocorrem diversas espécies mais representativas famílias do Cerrado, como é o caso das fabáceas *Clitoria guianensis*, *Senna rugosa*, *Stylosanthes viscosa* e *Zornia latifolia* e das asteráceas *Ageratum fastigiatum*, *Baccharis crispa*, *Baccharis dracunculifolia*, *Baccharis platypoda*, *Campuloclinium macrocephalum*, *Chromolaena laevigata*, *Pseudobrickellia brasiliensis*, *Pterocaulon lanatum* e *Pterocaulon virgatum*. Há ainda diversas espécies de gramíneas como *Anthaenantia lanata*, *Aristida recurvata*, *Aristida torta*, *Axonopus pressus*, *Ctenium cirrhosum*, *Echinolaena inflexa*, *Elionurus muticus*, *Mesosetum ferrugineum*, *Paspalum carinatum* e *Paspalum pectinatum*.



Foto: Pedro Leandro

**Foto 20** Vista geral da vegetação de Savana Arborizada na porção sudeste da AID. Destaque para a presença de faixas de transição com outras fitofisionomias, bem como para a variação no adensamento do componente arbóreo.



Foto: Pedro Leandro

**Foto 21** Aspecto do estrato herbáceo-arbustivo na Savana Arborizada. São encontrados diversos indivíduos jovens de espécies arbóreas, como *Dalbergia miscolobium*, *Cecropia glaziovii*, *Stryphnodendron adstringens* e *Eremanthus incanus*.

#### 14.2.3.2 Savana Arborizada em regeneração

Durante os trabalhos de campo constatou-se que as fisionomias savânicas encontradas na região apresentam elevada riqueza de espécies herbáceas e arbustivas, sendo que, a estrutura da vegetação reflete modificações relativas à ocorrência de queimadas recorrentes e à invasão por espécies exóticas.

Em alguns pontos, mapeados como **Savana Arborizada em regeneração**, a vegetação encontra-se descaracterizada devido à incidência de queimadas e consequente invasão por espécies exóticas, sobretudo *Melinis minutiflora* (capim-meloso). A ocorrência de fogo foi evidenciada pela presença de árvores mortas e árvores vivas com troncos carbonizados, tendo sido necessária a adoção de ações conservacionistas relacionadas por parte da AngloGold Ashanti. De forma a favorecer o processo de regeneração, nestes locais foram realizados plantios de enriquecimento com espécies típicas de Cerrado, entre as quais se destacam *Eremanthus erythropappus* (candeia), *Schinus terebinthifolius* (aroeirinha), *Copaifera langsdorffii* (copaíba), *Bowdichia virgilioides* (sucupira-preta), *Bauhinia rufa* (pata-de-vaca) e *Solanum lycocarpum* (lobeira).

Embora as fitofisionomias de Cerrado apresentem características adaptativas ao fogo, as queimadas podem resultar em mudanças mais significativas na estrutura e composição florística da vegetação. Neste sentido, foram encontradas espécies arbóreas típicas representadas por indivíduos em rebrota que não ultrapassam 1,5m de altura, aspecto que sugere a ocorrência de queimadas em um passado recente. A ocorrência de fogo foi evidenciada pela presença de árvores mortas e árvores vivas com troncos carbonizados.



### 14.2.3.3 Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração

No Brasil, a ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual está relacionada a um clima com duas estações definidas, uma chuvosa e outra seca. Tais características são apontadas como fatores determinantes de uma forte estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, como resposta ao período de deficiência hídrica, ou à queda de temperatura nos meses mais frios. Durante a estação desfavorável, cerca de 20 a 50% dos indivíduos perdem folhas (VELOSO *et al.*, 1991).

A **Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração** representa um dos elementos naturais mais expressivos na AID definida para o Projeto (18,28 ha ou 4,53%), sendo representada por matas jovens, em estado ainda incipiente de regeneração quando comparados a outras áreas localizadas fora das áreas de influência. A vegetação arbórea apresenta menor porte e o sub-bosque tem maior densidade de cipós e gramíneas, apresentando indícios de queimadas e, em alguns pontos, retirada de madeira e presença humana. Em outros locais, onde o solo é mais raso, as árvores apresentam menor porte e ocorrem em baixa densidade. Esta condição permite maior exposição do sub-bosque que se apresenta denso com grande ocorrência de adensamentos de espécies de capins. O componente arbóreo é marcado pela presença de espécies pioneiras e secundárias iniciais (Fotos 22 e 23).

Em algumas bordas, nos trechos da mata mais sujeitos à ação do fogo, a vegetação arbórea apresenta altura média de 6 m com raros indivíduos maiores que 10 m. Nestes locais, pode ser verificada uma intensa colonização de cipós que, em alguns casos, chegam a cobrir algumas porções do dossel. Essa condição aumenta o sombreamento, dificulta a regeneração e prejudica o crescimento das espécies arbóreas e arbustivas, retardando ali o processo de regeneração. Nas bordas da mata, em contato com as formações abertas de Cerrado observa-se uma faixa de vegetação de transição entre estas duas fitofisionomias.



**Foto 22** Vista geral de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na porção sudoeste da AID.

Foto: Pedro Leandro



**Foto 23** Detalhe da estrutura da vegetação nas áreas de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração. Nota-se a presença de estratificação bem definida.

Foto: Pedro Leandro



Como elementos arbóreos típicos dessa formação foram registradas espécies frequentes na Mata Atlântica como *Tapirira guianensis*, *Astronium fraxinifolium*, *Cordia sellowiana*, *Clethra scabra*, *Alchornea glandulosa*, *Croton floribundus*, *Albizia polycephala*, *Copaifera langsdorffii*, *Inga cylindrica*, *Machaerium villosum*, *Piptadenia gonoacantha*, *Hyptidendron asperrimum*, *Nectandra oppositifolia*, *Ocotea spixiana*, *Myrcia retorta*, *Myrcia splendens*, *Siphoneugena densiflora*, *Hyeronima alchorneoides*, *Dictyoloma vandellianum*, *Casearia arborea*, *Cupania vernalis*, *Dilodendron bipinnatum*, *Cecropia glaziovii* e *Cecropia hololeuca*.

Como resultado da ocupação humana no passado, em meio aos contínuos florestais são observadas aleias de bambu (*Bambusa vulgaris*) e indivíduos de espécies frutíferas como *Mangifera indica* (mangueira), *Persea americana* (abacateiro), *Plinia cauliflora* (jaboticaba) e *Syzygium cumini* (jambolão), indicando que ali já existiram instalações rurais, que depois de abandonadas, foram colonizados por espécies nativas.

#### 14.2.3.4 Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração

A Resolução CONAMA nº 392/2007 define a vegetação primária e secundária de regeneração da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais e propõe os parâmetros básicos para a classificação dos estágios de regeneração da vegetação secundária das formações de Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa no estado. A Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração representa o início da regeneração da formação florestal e de acordo com o Artigo 2º da Resolução CONAMA nº 392/2007 pode ser assim definida:

- “1. ausência de estratificação definida;
2. predominância de indivíduos jovens de espécies arbóreas, arbustivas e cipós, formando um adensamento (paliteiro) com altura de até 5 (cinco) metros;
3. espécies lenhosas com distribuição diamétrica de pequena amplitude com DAP médio de até 10 (dez) centímetros;
4. espécies pioneiras abundantes;
5. dominância de poucas espécies indicadoras;
6. epífitas, se existentes, são representadas principalmente por líquens, briófitas e pteridófitas com baixa diversidade;
7. serapilheira, quando existente, forma uma fina camada, pouco decomposta, contínua ou não;
8. trepadeiras, se presentes, geralmente herbáceas; e





9. espécies indicadoras: Árbóreas - *Cecropia* spp. (embaúba), *Vismia* spp. (ruão), *Solanum granuloso leprosum*, *Piptadenia gonoacantha*, *Mabea fistulifera*, *Trema micrantha*, *Lithrae molleoides*, *Schinus terebinthifolius*, *Guazuma ulmifolia*, *Xilopia sericea*, *Miconia* spp., *Tibouchina* spp., *Croton florinbundus*, *Acacia* spp., *Anadenanthera colubrina*, *Acrocomia aculeata*, *Luehea* spp. Arbustivas - *Celtis iguanaea* (esporão-de-galo), *Aloysia virgata* (lixinha), *Baccharis* spp., *Vernonanthura* spp. (assapeixe, cambará), *Cassia* spp., *Senna* spp., *Lantana* spp. (camará), *Pteridium arachnoideum* (samambaião). Cipós - *Banisteriopsis* spp., *Heteropteris* spp., *Mascagnia* spp., *Peixotoa* spp., *Machaerium* spp., *Smilax* spp., *Acacia* spp., *Bauhinia* spp., *Cissus* spp., *Dasyphyllum* spp., *Serjania* spp., *Paulinia* spp., *Macfadyena* spp., *Arrabidaea* spp., *Pyrostegia venusta*, *Bignonia* spp.”.

Os remanescentes de **Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração** apresentam menor diversidade do que os remanescentes em estágio médio de regeneração e **ausência de estratos**. Sua composição florística é predominantemente herbácea e arbustiva, com a presença de arvoretas esparsas com porte geralmente inferior a **5,0 metros** de altura. Alguns indivíduos de maior porte podem ser encontrados, correspondendo a espécies de rápido crescimento, sobretudo *Cecropia pachystachya* (embaúba). Nas porções mais próximas das formações florestais em estágio médio de regeneração a vegetação ganha mais complexidade, provavelmente devido à proximidade com fontes de propágulos. Em geral, a tendência natural dessa fitofisionomia, caso cesse qualquer tipo de ação antrópica, é aumentar sua complexidade estrutural, apresentando aos poucos uma maior individualização dos estratos e uma distribuição mais equilibrada dos indivíduos em diferentes portes (Fotos 24 e 25).



Foto: Marília Mendes

**Foto 24** Trecho de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração localizado nas proximidades do maciço da Barragem Rapaunha.



Foto: Pedro Leandro

**Foto 25** Aspecto das bordas do remanescente nas faixas de contato com áreas antropizadas. Destaque para o predomínio de arbustos e trepadeiras.



Esta fitofisionomia apresenta **baixa riqueza e presença marcante de espécies oportunistas, pioneiras e de ampla distribuição geográfica**. Entre as espécies herbáceas e subarbustivas observadas com mais frequência estão as gramíneas *Axonopus aureus*, *Imperata brasiliensis*, *Olyra latifolia*, *Oplismenus hirtellus*, *Paspalum eucomum*, *Saccharum angustifolium*, *Sporobolus indicus*, *Trachypogon spicatus* e as exóticas braquiário (*Urochloa decumbens*), capim-colônia (*Megathyrsus maximus*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e herbáceas como paina-de-sapo (*Asclepias curassavica*), *Baccharis crispa*, *Alternanthera brasiliana*, *Asclepias curassavica*, *Triumfetta semitriloba*, *Piper umbellatum* e *Solanum americanum*.

Algumas lianas podem ser encontradas como *Odonellia eriocephala*, *Davilla elliptica*, *Heteropterys eglandulosa* e *Serjania lethalis*. Espécies arbustivas evidenciadas com facilidade são *Baccharis dracunculifolia*, *Cyrtocymura scorpioides*, *Vernonanthura polyanthes*, *Miconia albicans*, *Lantana câmara* e *Serjania erecta*. Em destaque nos parágrafos acima estão espécies e gêneros citados pela Resolução CONAMA nº 392/2007 como indicadoras do estágio inicial de regeneração.

Os indivíduos arbóreos que ocorrem nestas formações florestais pioneiras, encontram-se de forma espaçada, sendo mais comuns encontrar indivíduos jovens. Entre as **espécies citadas como indicadoras do estágio inicial** de regeneração pela Resolução CONAMA nº 392/2007 são comuns nos remanescentes estudados: *Cecropia pachystachya* (embaúba- embaúba-formiga), *Vismia brasiliensis* (ruão), *Solanum granulosoleprosum* (fumo-bravo), *Schinus terebinthifolia* (aroeirinha), *Croton urucurana* (sangra-d'água), *Acrocomia aculeata* (macaúba), *Machaerium aculeatum* (jacarandá-bico-de-pato) e *Machaerium hirtum* (jacarandá-bico-de-pato).

Diante dos aspectos citados nos parágrafos acima e de acordo com os parâmetros **qualitativos** propostos pela Resolução CONAMA nº 392/2008 confirma-se que parte dos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual presentes na AID e que os remanescentes presentes da ADA se encontram em **estágio inicial de regeneração**, conforme distribuição apresentada no Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal. A seguir serão discutidos os parâmetros quantitativos (análise fitossociológica), obtidos através da análise dos dados coletados através do Inventário 100%.

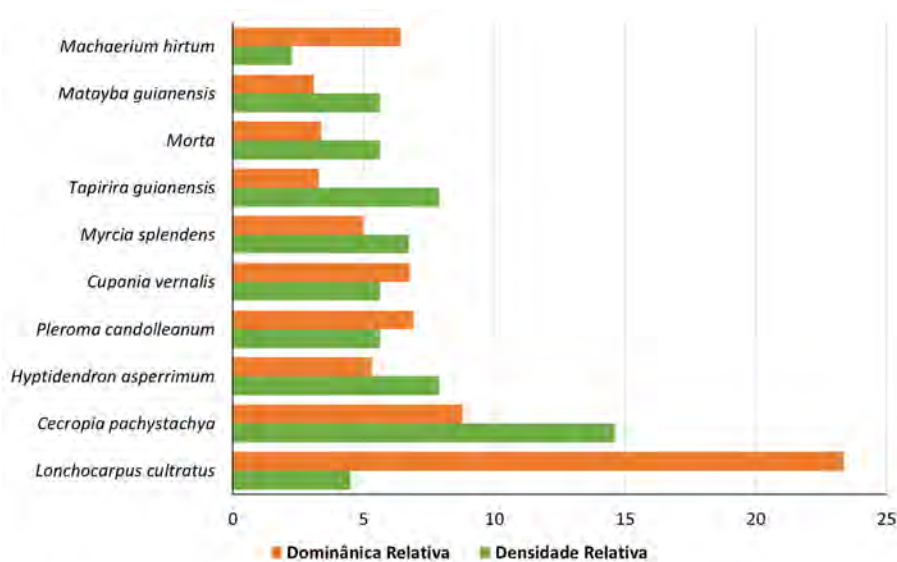
### ***Análise Fitossociológica e Estágio Sucessional da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração***

Na área de 0,19 ha correspondente a Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração presente na área de implantação do Aterro de Resíduos Industriais H1 foram mensurados 89 indivíduos, sendo 84 vivos e cinco mortos em pé. Foram registrados dois indivíduos sem folhas e um indivíduo de *Eucalyptus* spp. Os indivíduos vivos pertencem a 28 espécies distribuídas em 17 famílias botânicas. As famílias que mais se destacam na comunidade quanto ao número de indivíduos são Myrtaceae e Urticaceae com 13 indivíduos cada uma, seguida de Anacardiaceae e Sapindaceae com 10, Fabaceae com oito e Verbenaceae com sete.



No Quadro 23 são apresentados os parâmetros fitossociológicos obtidos em ordem decrescente de Valor de Importância. Observa-se que o parâmetro Frequência Relativa apresenta valor único de 2,08 para todas as espécies por se tratar de um censo em área única ( $U=1$ ). A espécie que mais se destacou na comunidade, com elevados valores de dominância foi *Lonchocarpus cultratus*. Ela teve apenas quatro indivíduos aferidos, no entanto, por se tratar de uma espécie de rápido crescimento, foi representada por indivíduos de maior porte. Na sequência, ocupando a segunda e terceira posições de valor de importância estão as espécies pioneiras *Cecropia pachystachya* e *Hyptidendron asperrimum* com 14,61% e 7,87%, dos indivíduos amostrados, obtendo elevados valores de Densidade (Figura 67).

**Figura 67 Comparativo dos Parâmetros Fitossociológicos das Espécies de Maior IVI na Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração**





### Quadro 23 Parâmetros Fitossociológicos Obtidos nos Trechos de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Aterro de Resíduos Industriais H1

Legenda: N= Número de indivíduos amostrados, U= Número de unidades amostrais em que a espécie ocorreu, AB – Área Basal; DA= Densidade Absoluta, DR – Densidade Relativa, DoA= Dominância Absoluta, DoR – Dominância Relativa, VC= Valor de Cobertura, VI – Índice de Valor de Importância, HT= Altura média da espécie, DAP= Diâmetro médio da espécie.

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VI	HT	DAP
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	4	1	0,213	22,222	4,49	1,18	23,36	27,85	31,18	10,30	25,79
<i>Cecropia pachystachya</i>	13	1	0,080	72,222	14,61	0,45	8,79	23,40	26,73	7,72	8,68
<i>Hyptidendron asperrimum</i>	7	1	0,048	38,889	7,87	0,27	5,31	13,18	16,51	4,64	9,12
<i>Pleroma candolleianum</i>	5	1	0,063	27,778	5,62	0,35	6,90	12,52	15,85	5,16	11,89
<i>Cupania vernalis</i>	5	1	0,062	27,778	5,62	0,34	6,77	12,39	15,72	7,09	12,39
<i>Myrcia splendens</i>	6	1	0,045	33,333	6,74	0,25	4,97	11,71	15,04	5,25	9,35
<i>Tapirira guianensis</i>	7	1	0,030	38,889	7,87	0,17	3,28	11,15	14,48	4,33	7,32
Morta	5	1	0,031	27,778	5,62	0,17	3,36	8,98	12,31	6,00	8,73
<i>Matayba guianensis</i>	5	1	0,028	27,778	5,62	0,16	3,09	8,71	12,04	3,92	8,29
<i>Machaerium hirtum</i>	2	1	0,058	11,111	2,25	0,33	6,40	8,65	11,98	7,49	17,93
<i>Eucalyptus</i> sp.	1	1	0,047	5,556	1,12	0,26	5,10	6,23	9,56	10,00	24,35
<i>Myrcia florida</i>	4	1	0,014	22,222	4,49	0,08	1,54	6,03	9,36	4,58	6,65
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	2	1	0,024	11,111	2,25	0,13	2,59	4,84	8,17	8,00	12,10
Sem Folhas	2	1	0,016	11,111	2,25	0,09	1,74	3,99	7,32	3,80	9,51
<i>Myrcia mutabilis</i>	1	1	0,026	5,556	1,12	0,15	2,85	3,98	7,31	7,07	18,21
<i>Lithraea molleoides</i>	2	1	0,016	11,111	2,25	0,09	1,72	3,97	7,30	4,10	9,74
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1	1	0,022	5,556	1,12	0,12	2,40	3,53	6,86	6,65	16,70
<i>Croton urucurana</i>	1	1	0,022	5,556	1,12	0,12	2,39	3,52	6,85	6,00	16,68
<i>Morus nigra</i>	2	1	0,011	11,111	2,25	0,06	1,19	3,44	6,77	5,14	7,99
<i>Alchornea glandulosa</i>	2	1	0,008	11,111	2,25	0,05	0,93	3,18	6,51	4,85	7,26
<i>Solanum mauritianum</i>	2	1	0,008	11,111	2,25	0,05	0,91	3,15	6,49	4,25	7,14
<i>Copaifera langsdorffii</i>	2	1	0,008	11,111	2,25	0,04	0,83	3,08	6,41	5,20	6,91



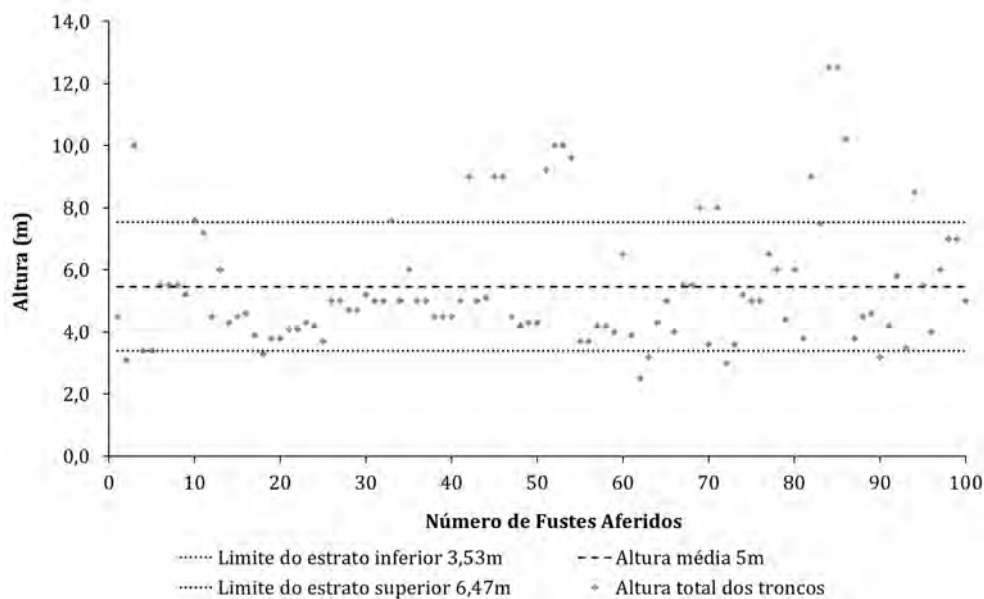


Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VI	HT	DAP
<i>Piper arboreum</i>	1	1	0,009	5,556	1,12	0,05	1,02	2,14	5,48	4,81	10,89
<i>Siparuna guianensis</i>	1	1	0,005	5,556	1,12	0,03	0,57	1,70	5,03	5,23	8,16
<i>Myrcia tomentosa</i>	1	1	0,005	5,556	1,12	0,03	0,57	1,69	5,03	7,07	8,13
<i>Styrax ferrugineus</i>	1	1	0,003	5,556	1,12	0,02	0,34	1,47	4,80	3,80	6,33
<i>Eremanthus erythropappus</i>	1	1	0,003	5,556	1,12	0,02	0,34	1,46	4,79	4,30	6,24
<i>Eriotheca candolleana</i>	1	1	0,002	5,556	1,12	0,01	0,27	1,39	4,72	4,00	5,57
<i>Myrsine guianensis</i>	1	1	0,002	5,556	1,12	0,01	0,24	1,36	4,69	4,50	5,25
<i>Myrsine coriacea</i>	1	1	0,002	5,556	1,12	0,01	0,22	1,34	4,67	5,00	5,00
<b>Total/Média</b>	<b>89</b>	<b>1</b>	<b>0,913</b>	<b>494,444</b>	<b>100</b>	<b>5,070</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>5,68</b>	<b>10,61</b>



Em relação à estrutura vertical da comunidade inventariada, a **altura média** obtida foi de **5,68 metros**. De acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2008 a Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração apresenta predominância de espécies com altura inferior a 5,0 metros e neste sentido, é importante destacar que 48% dos fustes amostrados apresenta altura inferior a 5,0 metros, com raros indivíduos ultrapassando 8 metros (Figura 68).

**Figura 68 Perfil da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Aterro de Resíduos Industriais H1**

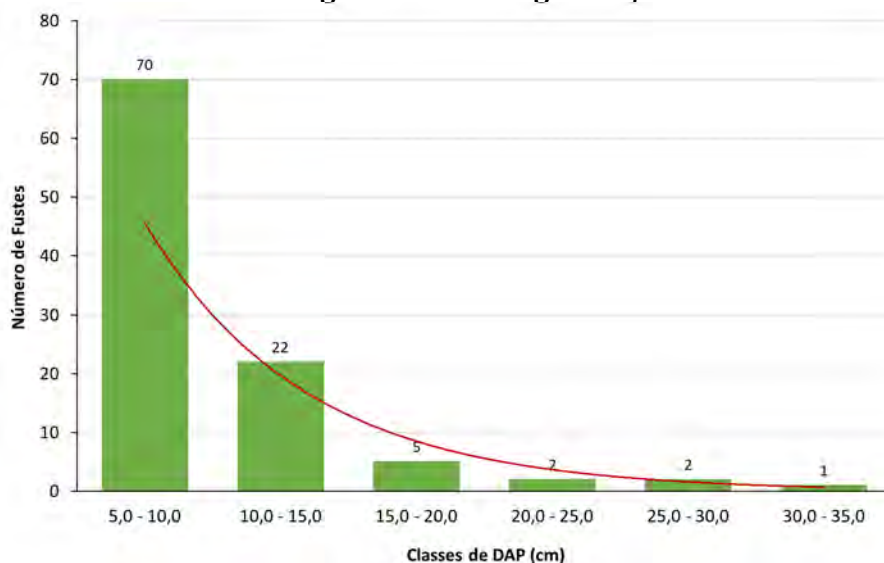


Em termos gerais a distribuição do número de troncos nas classes diamétricas da comunidade arbórea apresenta um padrão de J-invertido, ou seja, uma alta concentração de troncos nas classes menores e uma redução acentuada no sentido das classes maiores, o qual é um indicador de regeneração natural da floresta. O DAP médio obtido foi de 10,61 cm, entretanto, é importante ressaltar que, do total de fustes amostrados 69% possui DAP inferior a 10 cm; entre as 28 espécies amostradas apenas 10 apresentaram DAP médio superior a 10 cm.

Estes dados estão representados graficamente na Figura 69. De acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007, a ausência de estratificação definida, o adensamento de espécies com altura até 5 (cinco) metros e a pequena amplitude diamétrica das espécies lenhosas com DAP médio até 10 cm é característica da **Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração**.



**Figura 69** Distribuição Diamétrica dos Fustes Amostrados na Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração nas Classes de DAP



Considerando os aspectos descritos acima e os parâmetros quantitativos e qualitativos propostos pela Resolução CONAMA nº 392/2008 para a classificação dos estágios sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração, conclui-se que os remanescentes estudados se encontram no **estágio inicial de regeneração**.

#### 14.2.3.5 Eucalipto com Sub-bosque

Dentro da AID a silvicultura de *Eucalyptus* spp. cobre extensões maiores no entorno das estruturas da Planta Industrial do Queiroz, onde aparentemente foram plantadas árvores para a formação de cortinas arbóreas. Os plantios são heterogêneos, com árvores em diversos estágios de maturação, com variações de altura de 6 a 25 m. A ausência de manejo permitiu, em alguns locais, a colonização por espécies da flora nativa, dispersadas a partir de remanescentes localizados nas proximidades. Assim, sob o dossel formado pelos eucaliptos constitui-se um sub-bosque com grande frequência de arbustos e árvores de espécies nativas pioneiras (Fotos 26 e 27).

Na ADA os plantios de eucalipto ocorrem em 0,32 ha, onde são observados plantios antigos e sem manutenção, formados por árvores originadas de rebrotas, com alturas que variam de 6 a 18 metros. A colonização do sub-bosque pode ser considerada pouco expressiva, conforme apresentado a seguir.



Foto: Andréa Oliveira



Foto: Pedro Leandro

**Foto 26** Trecho de eucalipto com colonização de espécies nativas observado na porção sudoeste da AID.

**Foto 27** Vista geral da área de eucalipto com sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial identificada na Área do Projeto.

#### 14.2.3.6 Eucalipto com sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração

O Inventário 100% realizado na área de Eucalipto com Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração, na área de implantação do Aterro H1, revelou a presença de 37 indivíduos entre os quais 14 representam espécies nativas, sendo os demais de *Eucalyptus* spp. (n= 27) ou árvores mortas (n= 3). Os indivíduos nativos pertencem a seis espécies, distribuídas em cinco famílias botânicas. Excluindo-se os eucaliptos, tem-se uma densidade de árvores nativas de 53,12 ind./ha, condição esperada por se tratar de sub-bosque ainda em regeneração bastante incipiente.

No Quadro 24 a seguir são apresentados os parâmetros fitossociológicos obtidos através do Inventário 100% na área de implantação do Aterro H1.

#### Quadro 24 Parâmetros Fitossociológicos Obtidos pelas Espécies nativas no Sub-Bosque de Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração sob Eucalipto

Legenda: N= Número de indivíduos amostrados, U= Número de unidades amostrais em que a espécie ocorreu, DA= Densidade Absoluta, DR – Densidade Relativa, DoA= Dominância Absoluta, DoR - Dominância relativa, VI – Índice de Valor de Importância, HT= Altura média de espécie, DAP= DAP médio da espécie.

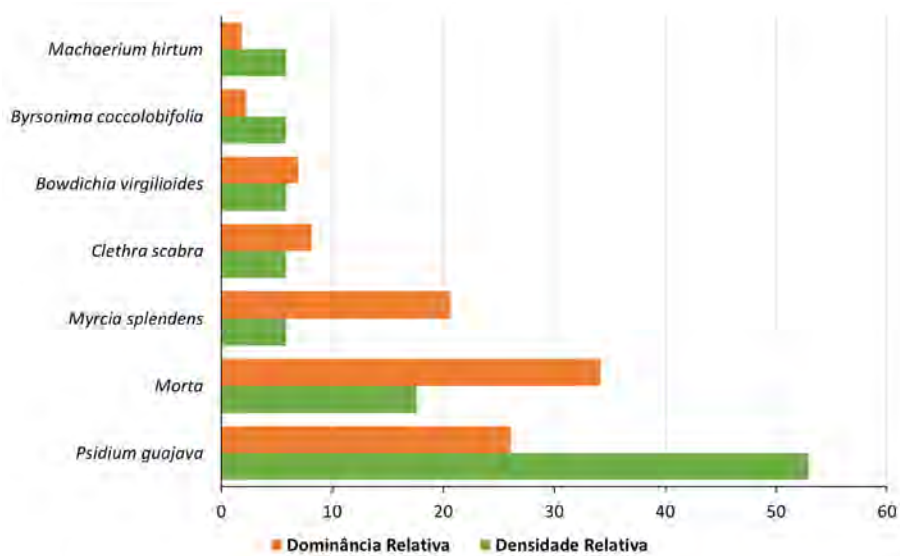
Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VI	HT	DAP
<i>Psidium guajava</i>	9	1	0,036	28,13	52,94	0,11	26,06	79,00	93,28	3,77	7,00
Morta	3	1	0,047	9,38	17,65	0,15	34,17	51,82	66,10	6,83	13,73
<i>Myrcia splendens</i>	1	1	0,029	3,13	5,88	0,09	20,63	26,51	40,80	7,00	19,07
<i>Clethra scabra</i>	1	1	0,011	3,13	5,88	0,04	8,13	14,01	28,30	5,50	11,97
<i>Bowdichia virgilioides</i>	1	1	0,010	3,13	5,88	0,03	6,93	12,81	27,09	7,00	11,05
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	1	1	0,003	3,13	5,88	0,01	2,25	8,13	22,42	5,00	6,30
<i>Machaerium hirtum</i>	1	1	0,003	3,13	5,88	0,01	1,84	7,73	22,01	5,20	5,70
<b>Total/Média</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>0,138</b>	<b>53,13</b>	<b>100</b>	<b>0,433</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>5,76</b>	<b>10,69</b>





A espécie que mais se destaca neste estrato é *Psidium guajava*, sendo representada por indivíduos de pequeno porte, porém em maior densidade (Figura 70). Em segundo lugar em termos de Valor de Importância estão as árvores mortas, representadas por indivíduos de maior porte, podendo se tratar inclusive de antigos indivíduos de *Eucalyptus* spp. Destaca-se que todas as espécies registradas são pioneiras e apresentam maior dispersão em capoeiras e capoeirões.

**Figura 70 Comparativo dos Parâmetros Fitossociológicos das Espécies Nativas no Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração**

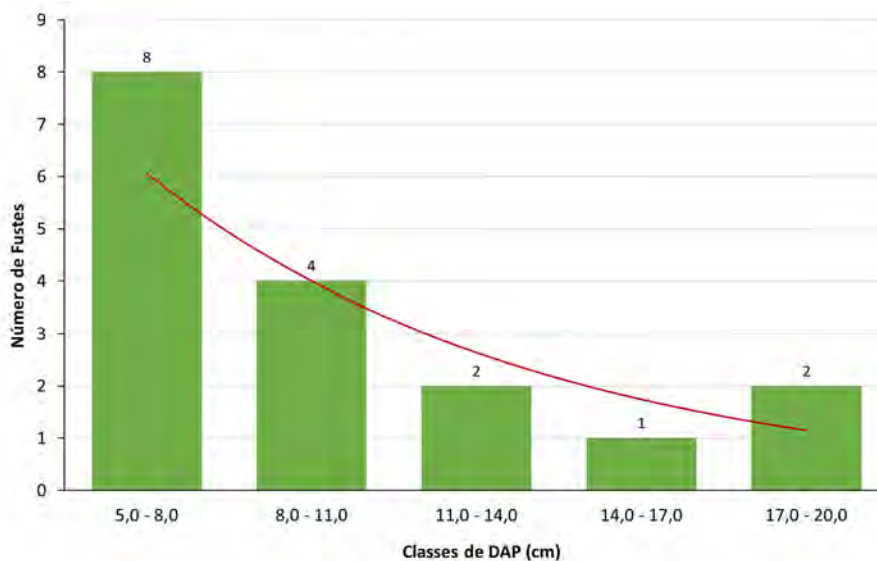


Considerando apenas as espécies nativas, o diâmetro médio obtido foi de 10,69 cm, valor muito próximo daquele estabelecido para a Floresta Estacional Semidecidual em **estágio inicial de regeneração** pela Resolução CONAMA nº 392/2007. Destaca-se que entre os 17 fustes amostrados 12 (70,58%) possuem DAP inferior a 10 cm.

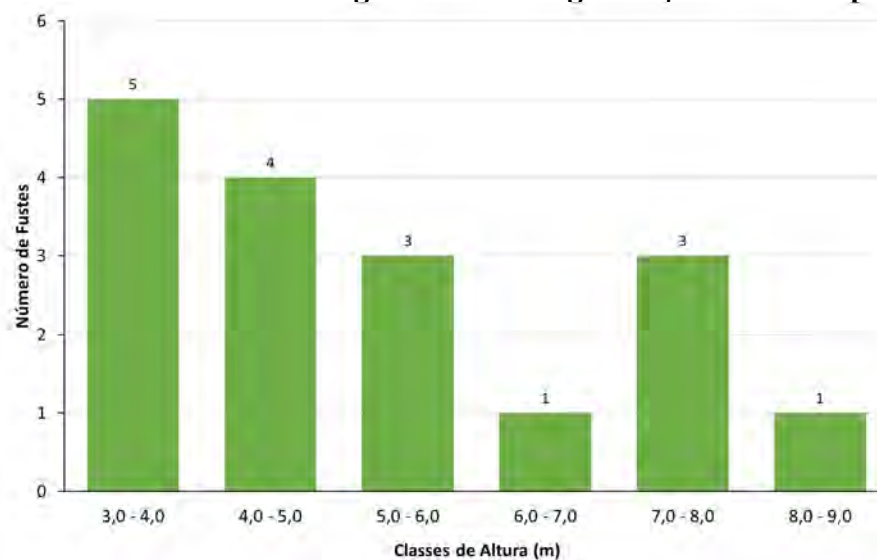
Durante os trabalhos de campo foi possível observar que não há formação de estratos nesta fitofisionomia, aspecto característico da floresta em estágio inicial, corroborado pelos resultados da análise fitossociológica. Como pode ser observado nas Figuras 71 e 72, os indivíduos aferidos se concentram nas classes de altura entre 3 e 5 metros, não ocorrendo indivíduos com altura superior a 10 metros. Dessa forma, o sub-bosque dos plantios de eucalipto não apresenta complexidade estrutural, ou seja, não apresenta estratificação. A altura média obtida foi de 5,67 metros, valor muito próximo daquele estabelecido pela Resolução CONAMA nº 392/2007 para a **Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração**.



**Figura 71** Distribuição dos Fustes Amostrados no Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração sob Eucalipto



**Figura 72** Distribuição dos Fustes Amostrados no Sub-bosque de Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração sob Eucalipto



Considerando os resultados obtidos em campo e a análise conjugada dos parâmetros quantitativos e qualitativos propostos pela Resolução CONAMA nº 392/2008 para a classificação dos estágios sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração, conclui-se que o sub-bosque de eucalipto na área de implantação do Aterro H1 encontra-se no **estágio inicial de regeneração**.



#### 14.2.3.7 Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas

Esta representa a principal formação presente na área de implantação do Aterro de Resíduos Industriais H1, correspondendo a 13,05 % ou 3,82 ha. Representa áreas que no passado foram utilizadas para fornecimento de material de empréstimo para obras realizadas dentro da Planta do Queiroz, onde posteriormente foram plantadas braquiária e capim-meloso, visando a estabilização do solo e a prevenção ao desenvolvimento de processos erosivos (revegetação). Atualmente, como resultado da colonização por espécies campestres e florestais, além das espécies plantadas ocorrem nestes locais adensamentos de espécies pioneiras, assim como árvores isoladas (Fotos 28 a 31).

Destaca-se que este estudo segue a definição de árvores isoladas apresentada no Artigo 2º do Decreto nº 47.794 de 11 de novembro de 2019, a saber:

“Árvores Isoladas: aquelas situadas em área antropizada, que apresentam mais de 2 m (dois metros) de altura e diâmetro do caule à altura do peito - DAP maior ou igual a 5,0 cm (cinco centímetros), cujas copas ou partes aéreas não estejam em contato entre si ou, quando agrupadas, suas copas superpostas ou contíguas não ultrapassem 0,2 hectare”.

As árvores isoladas se distribuem na área do projeto de forma irregular e são muitas vezes representadas por espécies ornamentais, sendo algumas nativas a flora brasileira, porém sem ocorrência natural região de Nova Lima, a exemplo de *Clitoria fairchildiana* (sombreiro); espécies exóticas como *Leucaena leucocephala* (leucena) e eucalipto também são comuns.

Entre as espécies nativas pioneiras avistadas nesta fitofisionomia estão *Terminalia glabrescens* (capitão), *Albizia polycephala* (angico-branco), *Copaifera langsdorffii* (pau-d'óleo), *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), *Pleroma candolleana* (quaresmeira), *Myrcia tomentosa* (goiaba-brava) e *Cecropia hololeuca* (embaúba-branca). Foram avistados ainda indivíduos de plantas típicas de Cerrado, como é o caso de *Handroanthus ochraceus* (ipê-amarelo-do-cerrado), *Kielmeyera coriacea* (pau-santo), *Bowdichia virgilioides* (sucupira) e *Dalbergia miscolobium* (caviúna-do-cerrado)..



**Foto 28** Trecho da área de estudo onde são observados apenas arbustos mortos e rebrotas de braquiária.

Foto: Marília Mendes



**Foto 29** Aspecto geral das áreas designadas como Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas.

Foto: Pedro Leandro



**Foto 30** Aspecto geral das áreas designadas como Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas. Nota-se que a colonização por espécies arbóreas é irregular.

Foto: Pedro Leandro



**Foto 31** Indivíduo de *Handroathus ochraceus* identificado durante os trabalhos de campo.

Foto: Pedro Leandro





#### 14.2.3.8 Área Alagada

Presente na AID do projeto, corresponde a uma área de 0,33 ha localizada entre as Barragem Calcinados e Cocuruto, onde ocorre retenção de água de um curso d'água sem denominação, favorecendo o estabelecimento de espécies vegetais adaptadas a elevada saturação de água no solo a exemplo de *Typha domingensis* (taboa), *Equisetum giganteum* (cavalinha), *Palhinhaea cernua* (pinheirinho), *Ludwigia tomentosa* (cruz-de-malta) e *Hedychium coronarium* (lírio-do-brejo), sendo notável a predominância de adensamentos de *Typha domingensis* (Foto 32).



Foto: Pedro Leandro

**Foto 32 Área Alagada localizada no sopé da Barragem Calcinados. Destaque para o predomínio de *Typha domingensis* (taboa).**



### 14.2.3.9 Áreas Urbanizadas

As Áreas urbanizadas são aquelas com edificações e estruturas relacionadas à ocupação humana nos bairros localizados no entorno da Planta Industrial do Queiroz. Compreendem fisionomias pouco interessantes do ponto de vista da flora devido à presença frequente de espécies exóticas a flora brasileira (Foto 33).



Foto: Marília Mendes

**Foto 33 Área urbanizada localizada na porção noroeste da AID do Projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.**

### 14.2.3.10 Pasto

As pastagens correspondem a locais onde a vegetação nativa foi retirada e substituída por espécies exóticas de gramíneas, sobretudo *Urochloa decumbens* (capim-braquiária). Recobrem uma pequena porção da AID e neste local a colonização por vegetação nativa é manejada, sendo a cobertura formada predominantemente pela referida espécie exótica, embora ocorram algumas árvores isoladas de espécies pioneiras como *Bowdichia virgilioides* (sucupira-preta), *Solanum lycocarpum* (lobeira) e *Eremanthus erythropappus* (candeia). Embora ocorram indivíduos de espécies nativas, trata-se de um ambiente pouco significativo do ponto de vista da conservação, dado o caráter generalista das espécies e a baixa complexidade estrutural da formação.

### 14.2.3.11 Instalação Operacional/Administrativa

Compreendem as estruturas licenciadas e devidamente implantadas da Planta Industrial do Queiroz e compreendem às Barragens Rapaunha, Calcinados e Cocuruto, a própria Planta e o Aterro de Resíduos Industriais existente. Na ADA perpassam um total de 21,46 ha e na AID totalizam 120,07 ha, correspondendo a categoria de uso do solo e cobertura vegetal mais expressiva nestas duas áreas de estudo.



### 14.2.3.12 Talude

Esta categoria considera taludes, bermas e platôs resultantes de cortes no terreno. Geralmente após a conformação final destas estruturas são plantadas espécies de gramíneas e leguminosas consorciadas, visando proporcionar uma rápida cobertura e a melhoria da fertilidade do solo, de forma a promover estabilização do terreno e prevenir o desenvolvimento de processos erosivos. As gramíneas têm grande capacidade de recobrimento do solo, enquanto as leguminosas propiciam a eutrofização do solo, graças à sua capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico, contribuindo para o estabelecimento de espécies nativas posteriormente.

Ao longo da AID e ADA observa-se em vários trechos a colonização por espécies nativas, sendo mais comum encontrar as arbóreas *Bowdichia virgilioides* (sucupira-preta), *Solanum lycocarpum* (lobeira), *Dalbergia miscolobium* (caviúna-do-cerrado), *Clethra scabra* (carne-de-vaca) e *Eremanthus erythropappus* (candeia), as arbustivas *Baccharis dracunculifolia* (alecrim), *Vernonanthura phosphorica* (assa-peixe) e *Miconia albicans* (pixirica) e as herbáceas *Achyrocline satureioides* (macela-amarela), *Baccharis crispa* (carqueja) e *Andropogon bicornis* (capim-rabo-de-burro). Destaca-se que é difícil identificar se a presença destas espécies nativas nestes locais representa colonização natural ou plantios de enriquecimento realizados pela AngloGold Ashanti.

Devido à sua simplicidade estrutural, esses locais possuem baixo potencial para abrigar espécies relevantes da flora e da fauna silvestres e, embora eventualmente, representem atrativo para a fauna generalista, apresentam pouca relevância do ponto de vista da conservação da flora (Foto 34).



Foto: Marília Mendes

**Foto 34 Taludes revegetados associados às atividades da Planta Industrial do Queiroz na AID. Em alguns trechos observa-se a colonização por espécies nativas pioneiras.**



### 14.2.3.13 Acessos e Solos Expostos

Nesta categoria são considerados os locais submetidos a diversos tipos de interferência antrópica que acabaram por descaracterizar profundamente ou suprimir a cobertura vegetal original. Compreendem as estradas não pavimentadas e áreas desnudas utilizadas nas atividades operacionais da Planta do Queiroz. Constituem ambientes inexpressivos do ponto de vista da conservação, por serem praticamente desprovidos de cobertura vegetal (Foto 35).



Foto: Andréa Oliveira

**Foto 35** Acesso operacional da Planta do Queiroz. Nas bordas pode ser observada a colonização por espécies vegetais, no entanto, representam espécies ruderais, quando não exóticas.

### 14.2.4 Caracterização Florística da AID e ADA

Os trabalhos de campo e as consultas ao EIA do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados da Planta Industrial do Queiroz (Golder Associates, 2016) levaram a compilação de 252 espécies nativas distribuídas em 66 famílias botânicas para a AID/ADA do Projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1. As famílias mais ricas são Fabaceae com 30 espécies, seguida de Poaceae (20 spp.), Asteraceae (18 spp.), Myrtaceae (13 spp.), Rubiaceae (11 spp.), Malvaceae e Melastomataceae com 10 espécies cada uma. Com relação ao porte as espécies registradas estão assim distribuídas: 133 são árvores, 62 são ervas, 53 são arbustos e cinco são trepadeiras (Quadro 25).

Entre as espécies mais amplamente distribuídas na AID/ADA e que ocupam diversos tipos de ambientes estão *Asclepias curassavica* (painá-de-sapo), *Eremanthus erythropappus* (candeia), *Handroanthus ochraceus* (ipê-amarelo-do-cerrado), *Clethra scabra* (carne-de-vaca), *Davilla elliptica* (lixieirinha), *Albizia polycephala* (farinha-seca), *Anadenanthera colubrina* (angico), *Bauhinia forficata* (mororó), *Pleroma candolleianum* (quaresmeira), *Piper aduncum* (falso-jaborandi), *Piper umbellatum* (falso-jaborandi), *Imperata brasiliensis* (capim-jaraguá), *Myrsine coriacea* (capororoquinha), *Serjania lethalis* (cipó-timbó), *Cecropia hololeuca* (embaúba-branca) e *C. pachystachya* (embaúba-branca).





Foram encontradas ainda algumas espécies exóticas à flora brasileira, ou que não ocorrem naturalmente na região, dentre as quais se destacam *Clitoria fairchildiana* (sombreiro), *Mangifera indica* (mangueira), *Ricinus communis* (mamona), *Persea americana* (abacateiro), *Plinia cauliflora* (jaboticaba), *Syzygium cumini* (jambolão), *Bambusa vulgaris* (bambu-listrado), *Megathyrsus maximus* (capim-colonião) e *Sapindus saponaria* (saboneteiro), o que evidencia interferências antrópicas sobre a vegetação, sobretudo a ocorrência de ocupação humana no passado. Além destas, foram identificados adensamentos das espécies exóticas e invasoras *Melinis minutiflora* (capim-meloso), *Leucaena leucocephala* (leucina) e *Urochloa decumbens* (braquiária).

Para os remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração, da AID, incluindo o sub-bosque dos plantios de eucalipto, foram apontadas 109 espécies pertencentes a 44 famílias, dentre as quais se destacam Fabaceae e Myrtaceae com 12 espécies e Poaceae com oito. Deste total 44 foram registradas exclusivamente nesta fitofisionomia, o que corresponde a 17% da riqueza observada na AID/ADA; outras 27 espécies são compartilhadas com os remanescentes em estágio inicial de regeneração e as demais (38 spp.) estão amplamente distribuídas, ocorrendo em vários ambientes. Destaca-se que esta fitofisionomia **não** ocorre nas áreas a serem intervindas para a implantação do Aterro H1.

Para os remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração, incluindo o sub-bosque dos plantios de eucalipto, foram registradas 99 espécies distribuídas em 41 famílias, sendo as mais importantes Myrtaceae (13 spp.), Fabaceae (10 spp.) e Poaceae (9 spp.). Nenhuma espécie foi registrada exclusivamente nesta fitofisionomia, sendo algumas delas (15 spp.) inclusive compartilhadas com áreas antropizadas (taludes, pastagens e bordas de acessos).

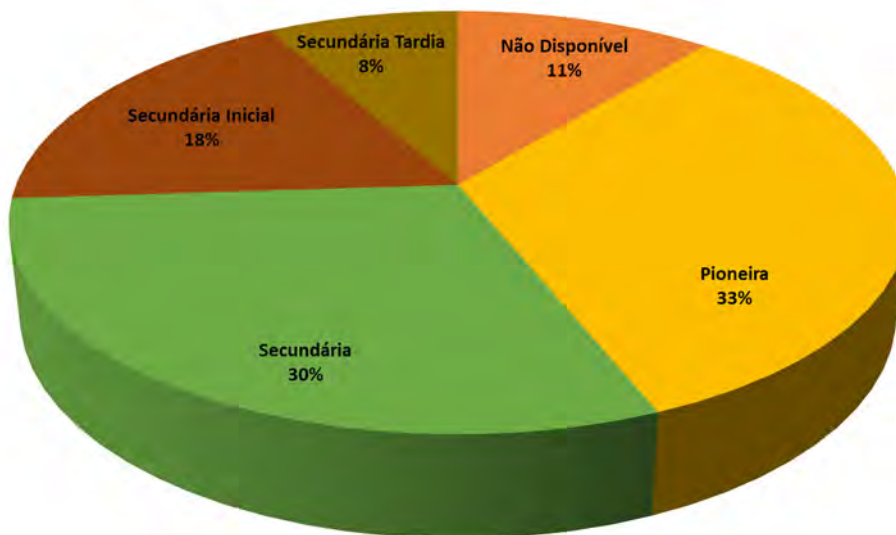
Nos remanescentes de Savana Arborizada (Cerrado Ralo), ambiente que também **não** ocorre da ADA, foram compiladas 102 espécies distribuídas em 34 famílias botânicas, sendo as mais importantes Asteraceae (12 spp.), Poaceae (10 spp.), Melastomataceae (9 spp.) e Fabaceae e Malpighiaceae com oito espécies cada uma. Deste total 90 são exclusivas desta fitofisionomia, o que corresponde a 35% da riqueza observada na AID/ADA.

Diante dos aspectos listados nos parágrafos acima se têm um total de 134 ou 52,96% de espécies restritas a AID, ou seja, foram registradas exclusivamente em fitofisionomias que não ocorrem na ADA. Dessa forma, para a área de implantação do Aterro H1 têm-se um total de 118 espécies distribuídas em 66 famílias botânicas, sendo as famílias mais expressivas Fabaceae (17 spp.), Myrtaceae e Poaceae (10 spp. cada), Asteraceae (6 spp.) e Malvaceae, Rubiaceae e Sapindaceae com cinco espécies cada uma.

De maneira geral a composição florística arbórea da ADA se mostrou marcada por espécies pioneiras e secundárias (Figura 73), aspecto que confirma se tratar de ambientes em processo de regeneração ainda incipiente. Em relação ao porte as espécies identificadas na ADA estão assim distribuídas: 16 são arbustos, 73 são árvores, 25 são ervas e quatro são trepadeiras. Tendo em vista a realização de inventário 100%, considera-se que a riqueza obtida é baixa, se comparada com outras áreas com a mesma extensão na região do Quadrilátero Ferrífero.



**Figura 73 Distribuição das Espécies Registradas na Área do Aterro de Resíduos Industriais H1 Dentro dos Grupos Ecológicos**





### Quadro 25 Espécies Vegetais Listadas na AID e ADA do Aterro de Resíduos Industriais H1

Legenda: FES2= Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração, FES3= Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração EU= Eucalipto com sub-bosque nativo em diferentes estágios sucessionais, SAR= Savana Arborizada, AAL= Áreas Alagadas, AA= Áreas Antropizadas (inclui taludes, bordas de acessos, solos expostos e pastagens).

Família	Nome Científico	Autor	Nome Popular	Porte	Habitat		
					FES	EU	AA
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i>	(L.) Kuntze	pépetua-do-Brasil	Erva	x	x	
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i>	(Vell.) Engl.	aroeirinha	Árvore	x	x	
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Raddi	aroeira-vermelha	Árvore	x	x	
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Aubl.	pau-pombo	Árvore	x	x	
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	L.	painá-de-sapo	Erva	x	x	x
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	Müll.Arg.	peroba-rosa	Árvore	x	x	
Aquifoliaceae	<i>Ilex affinis</i>	Gardner	falso-mate	Árvore	x	x	
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i>	(DC.) Decne. & Planch.	tamanqueiro	Árvore	x	x	
Araliaceae	<i>Schefflera calva</i>	(Cham.) Frodin & Fiaschi	mandioqueiro	Árvore	x	x	
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>	(Jacq.) Lodd. ex Mart.	macaúba	Árvore	x	x	
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	(Cham.) Glassman	coquinho-babão	Árvore	x	x	
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i>	(Lam.) DC.	macela-amarela	Erva			x
Asteraceae	<i>Baccharis articulata</i>	(Lam.) Pers.	carqueja	Erva			x
Asteraceae	<i>Baccharis platypoda</i>	DC.	alecrim	Arbusto			x
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i>	(L.) DC. ex Wight	pincel-de-estudante	Erva			x
Asteraceae	<i>Eremanthus erythropappus</i>	(DC.) MacLeish	candeia	Árvore	x	x	
Asteraceae	<i>Vernonanthura phosphorica</i>	(Vell.) H. Rob.	assa-peixe	Erva			x
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i>	(Cham.) Mattos	ipê-amarelo-do-cerrado	Árvore	x	x	x
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	(Vell.) DC	carobinha	Arbusto			
Bignoniaceae	<i>Sparattosperma leucanthum</i>	(Vell.) K. Schum.	cinco-folhas	Árvore	x	x	
Bignoniaceae	<i>Zeyheria montana</i>	Mart.	bolsa-de-pastor	Arbusto	x	x	
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i>	Cham.	louro-mole	Árvore	x	x	



## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Família	Nome Científico	Autor	Nome Popular	Porte	Hábitat		
					FES	EU	AA
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	(L.) Blume	grão-de-galo	Erva			x
Chrysobalanaceae	<i>Licania kunthiana</i>	Hook.f.	oiti	Árvore	x	x	
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i>	Pers.	carne-de-vaca	Árvore	x	x	x
Combretaceae	<i>Terminalia glabrescens</i>	Mart.	capitão-do-mato	Árvore	x	x	
Convolvulaceae	<i>Odonellia eriocephala</i>	(Moric.) K.R. Robertson.		Trepadeira	x	x	
Dileniaceae	<i>Davilla rugosa</i>	Poir.	lixerinha	Arbusto	x	x	
Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	A.St.-Hil.	lixerinha	Trepadeira	x	x	x
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i>	L.	cavalinha	Erva			x
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	Poepp. & Endl.	tamanqueiro	Árvore	x	x	
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	Baill.	sangra-d'água	Árvore	x	x	
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>	(L.) Morong	pau-de-leite	Árvore	x	x	
Fabaceae	<i>Albizia polycephala</i>	(Benth.) Killip ex Record	farinha-seca	Árvore	x	x	x
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	(Griseb.) Altschul	angico	Árvore	x	x	x
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i>	Link	mororó	Árvore	x	x	x
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Kunth	sucupira-do-cerrado	Árvore			
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Desf.	pau-d'óleo	Árvore	x	x	
Fabaceae	<i>Crotalaria lanceolata</i>	E.Mey.	crotalária	Arbusto			x
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i>	Benth.	caviúna-do-cerrado	Árvore			x
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	L.	jatobá	Árvore	x	x	
Fabaceae	<i>Indigofera hirsuta</i>	L.		Erva			x
Fabaceae	<i>Inga vera</i>	Willd.	ingá	Árvore	x	x	
Fabaceae	<i>Leptolobium dasy carpum</i>	Vogel	amargosa	Árvore	x	x	
Fabaceae	<i>Lonchocarpus cultratus</i>	(Vell.) A.M.G.Azevedo&H.C.Lima	embira-de-sapo	Árvore	x	x	
Fabaceae	<i>Machaerium aculeatum</i>	Raddi	jacarandá-bico-de-pato	Árvore	x	x	
Fabaceae	<i>Machaerium hirtum</i>	(Vell.) Stellfeld	Jacarandá-bico-de-pato	Árvore	x	x	





## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Família	Nome Científico	Autor	Nome Popular	Porte	Hábitat		
					FES	EU	AA
Fabaceae	<i>Mimosa debilis</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.		Arbusto	x	x	
Fabaceae	<i>Platycyamus regnellii</i>	Benth.	pau-pereira	Árvore	x	x	
Fabaceae	<i>Swartzia oblata</i>	R.S. Cowan	grão-de-bode	Árvore	x	x	
Hypericaceae	<i>Vismia brasiliensis</i>	Choisy	pau-de-lacre	Árvore	x	x	
Lamiaceae	<i>Hyptidendron asperrimum</i>	(Spreng.) Harley	maria-mole	Árvore	x	x	
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i>	Nees	canela-amarela	Árvore	x	x	
Lycopodiaceae	<i>Palhinhaea cernua</i>	(L.) Franco & Vasc.	pinheirinho	Erva			
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i>	A. St.-Hil.	dedaleira	Árvore	x	x	
Malpighiaceae	<i>Heteropterys eglandulosa</i>	A. Juss.		Trepadeira	x	x	
Malvaceae	<i>Eriotheca candolleana</i>	(K. Schum.) A. Robyns		Árvore	x	x	
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Lam.	mutamba	Árvore	x	x	
Malvaceae	<i>Helicteres brevispira</i>	A. St.-Hil.	sacarrolha	Arbusto	x	x	
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i>	Mart. & Zucc.	açoita-cavalo	Árvore	x	x	
Malvaceae	<i>Triumfetta semitriloba</i>	Jacq.	Carrapicho - Grande	Erva	x	x	
Melastomataceae	<i>Miconia sellowiana</i>	Naudin	pixirica	Árvore			x
Melastomataceae	<i>Pleroma candolleianum</i>	(Mart. ex DC.) Triana	quaresmeira	Árvore	x	x	x
Melastomataceae	<i>Pleroma heteromalla</i>	(D. Don) Cogn.	quaresmeirinha	Arbusto			x
Moraceae	<i>Ficus mexiae</i>	Standl.	figueira	Árvore	x	x	
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	(L.) D. Don ex Steud.	moreira	Árvore	x	x	
Myrtaceae	<i>Calyptrotrichos pulchella</i>	DC.		Árvore	x	x	
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	DC.		Árvore	x	x	
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	DC.		Árvore	x	x	
Myrtaceae	<i>Myrcia amazonica</i>	DC.	guamirim	Árvore	x	x	
Myrtaceae	<i>Myrcia florida</i>	Lem.		Árvore	x	x	
Myrtaceae	<i>Myrcia mutabilis</i>	(O. Berg) N. Silveira	araçá	Árvore	x	x	



## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Família	Nome Científico	Autor	Nome Popular	Porte	Hábitat		
					FES	EU	AA
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	(Sw.) DC.	folha-miúda	Árvore	x	x	
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i>	(Aubl.) DC.	goiaba-brava	Árvore	x	x	
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	L.	goiaba	Árvore	x	x	
Myrtaceae	<i>Siphoneugena densiflora</i>	O.Berg		Árvore	x	x	
Onagraceae	<i>Ludwigia tomentosa</i>	(Cambess.) H.Hara	cruz-de-malta	Arbusto			
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Allemao	sangue-de-boi	Árvore	x	x	
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	L.	falso-jaborandi	Arbusto	x	x	x
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i>	Aubl.		Arbusto	x	x	
Piperaceae	<i>Piper umbellatum</i>	L.		Erva	x	x	x
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	L.	capim-rabo-de-burro	Erva			x
Poaceae	<i>Axonopus aureus</i>	P.Beauv.	capim	Erva	x	x	
Poaceae	<i>Imperata brasiliensis</i>	Trin.	capim	Erva	x	x	x
Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i>	(Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs	capim	Erva	x	x	
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i>	L.	capim	Erva	x	x	
Poaceae	<i>Oplismenus hirtellus</i>	(L.) P.Beauv.	capim	Erva	x	x	
Poaceae	<i>Paspalum eucomum</i>	Nees ex Trin.	capim	Erva	x	x	
Poaceae	<i>Saccharum angustifolium</i>	Trin.	capim	Erva	x	x	
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	(L.) R.Br.	capim	Erva	x	x	
Poaceae	<i>Trachypogon spicatus</i>	Kuntze	capim	Erva	x	x	
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	(Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoquinha	Árvore	x	x	x
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	(Aubl.) Kuntze	capororoca	Árvore	x	x	
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	Mart.	capororoca	Árvore	x	x	
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	Aubl.	marmelada	Árvore	x	x	
Rubiaceae	<i>Cordia humilis</i>	(K.Schum.) Kuntze	marmelada	Arbusto	x	x	
Rubiaceae	<i>Coussarea hydrangeifolia</i>	(Benth.) Müll.Arg.	marmelada	Árvore	x	x	



## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Família	Nome Científico	Autor	Nome Popular	Porte	Habitat		
					FES	EU	AA
Rubiaceae	<i>Palicourea marcgravii</i>	A.St.-Hil.		Arbusto	x	x	
Rubiaceae	<i>Rudgea viburnoides</i>	(Cham.) Benth.	chá-de-bugre	Árvore	x	x	
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i>	Jacq.	guaçatonga	Árvore	x	x	
Sapindaceae	<i>Cupania ludowigii</i>	Somner&Ferrucci		Árvore	x	x	
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i>	Cambess.	camboatá	Árvore	x	x	
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i>	Aubl.	camboatã	Árvore	x	x	
Sapindaceae	<i>Serjania erecta</i>	Radlk.		Arbusto	x	x	
Sapindaceae	<i>Serjania lethalis</i>	A.St.-Hil.		Trepadeira	x	x	x
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	Aubl.	nega-mina	Árvore	x	x	
Solanaceae	<i>Brunfelsia brasiliensis</i>	(Spreng.) L.B.Sm. &Downs	manacá	Arbusto	x	x	
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Mill.	juá-bravo	Erva	x	x	
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i>	Scop.	joá-manso	Árvore	x	x	
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i>	Pohl	cafezinho	Árvore			x
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i>	Nees & Mart.	laranjinha	Árvore	x	x	
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i>	Griseb.	embira	Árvore	x	x	
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Pers.	taboa	Erva			
Urticaceae	<i>Cecropia hololeuca</i>	Miq.	embaúba-branca	Árvore	x	x	x
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	Trécul	embaúba-branca	Árvore	x	x	x
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	L.	camará	Arbusto	x	x	
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	Mart.	pau-de-tucano	Árvore	x	x	
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i>	J.Koenig	gengibre-do-brejo	Erva	x	x	



## 14.2.5 Espécies com Maior Relevância para a Conservação

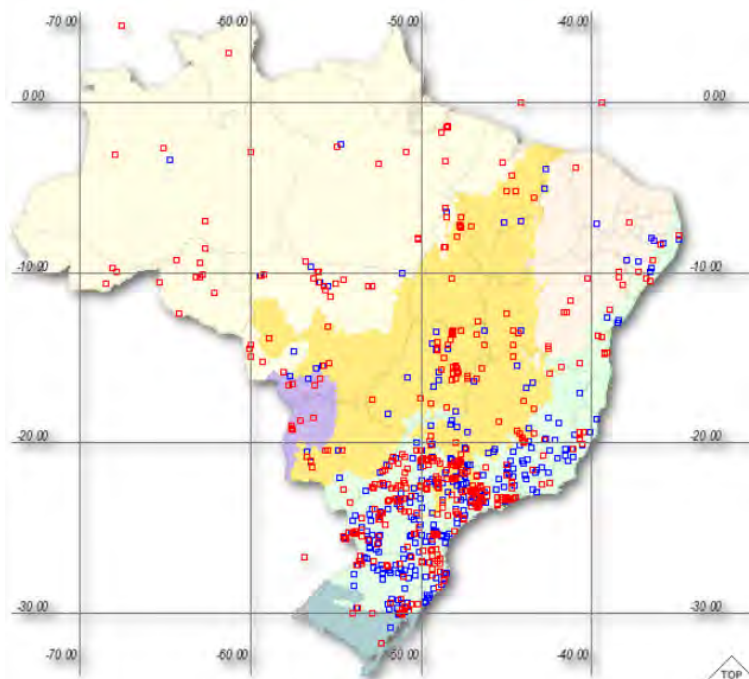
### *Espécies Ameaçadas de Extinção*

Durante os trabalhos de campo foi identificado um indivíduo jovem de *Cedrela fissilis* em Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas. Trata-se de uma espécie “Vulnerável” a extinção, de acordo com a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014).

O cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) é uma espécie amplamente distribuída em todo o Brasil e possui registros de ocorrência nos Biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, sendo particularmente frequente nas regiões Sul e Sudeste do país (Figura 74). A justificativa para a sua inclusão na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção está relacionada ao especial interesse econômico devido à qualidade das suas madeiras. Além disso, grande parte dos seus habitats foi completamente degradada, tendo sido convertida em áreas urbanas, pastagens, plantações, entre outros. Graças a estas características, grandes indivíduos são raros na natureza.

Através de consultas à base de dados do Herbário Virtual da Flora e dos Fungos INCT (Disponível em <http://www.splink.org.br/>), que integra informações de inúmeros herbários nacionais e estrangeiros, foram obtidos para esta espécie 1.745 registros distribuídos em 28 estados brasileiros, dos quais se destacam pelo elevado número de registros São Paulo (562), Paraná (288), Minas Gerais (173), Rio Grande do Sul (122) e Santa Catarina (111). Os registros em Minas Gerais se distribuem por 71 municípios, com destaque para Lavras e Viçosa, com 11 localidades.

**Figura 74** Mapa de Distribuição dos Registros de Ocorrência de *Cedrela fissilis*



Fonte: INCT, 2019.





Com relação às Unidades de Conservação do Estado de Minas Gerais foram encontrados registros para oito localidades, resultados que sugerem se tratar de uma espécie mal coletada. No Quadro 26 a seguir, estão discriminados os registros de *Cedrela fissilis* em Unidades de Conservação com base nas localidades descritas nas fichas catalográficas das exsicatas utilizadas como referência.

#### Quadro 26 Quantitativos de Registro de Ocorrência de *Cedrela fissilis* em Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais

Unidade de Conservação	Número de Ocorrências
<b>Total de Registros</b>	<b>18</b>
Estação Biológica de Caratinga	2
Estação Ecológica Estadual da Mata do Cedro	1
Monumento Natural Estadual Serra da Piedade	2
Parque Estadual do Rio Doce	3
Parque Estadual Veredas do Peruaçu	1
Parque Nacional de Itatiaia	3
Parque Nacional Serra do Cipó	3
Reserva Biológica da Represa do Gramma	1

Considerando se tratar de um único indivíduo a ser afetado e considerando o conhecimento da ocorrência de *Cedrela fissilis* nos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração da AID, assim como a sua ocorrência em outras áreas do Estado, incluindo Unidades de Conservação, é possível afirmar que ela não está restrita às áreas passíveis de intervenção, portanto, a implantação do Aterro de Resíduos Industriais H1 não agravará o risco à conservação *in situ* da espécie.

#### **Espécies Endêmicas**

De acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil, elaborada pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro, das 252 espécies registradas para a AID e ADA 10 são endêmicas da região da Mata Atlântica (Quadro 27). Entre elas apenas três (*Swartzia oblata*, *Cupania ludowigii* e *Solanum mauritanum*) tiveram indivíduos jovens avistados na ADA, no entanto, é importante destacar que nenhuma dessas espécies representa casos de microendemismo, apresentando ampla distribuição ao longo da região de ocorrência deste Bioma, conforme Figuras 75, 76 e 77.



### Quadro 27 Espécies Endêmicas da Região da Mata Atlântica Identificadas na AID e ADA do Aterro de Resíduos Industriais H1

Legenda: Ambientes de ocorrência- FES2= Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração, FES3= Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração, EU= Eucalipto com sub-bosque nativo em diferentes estágios sucessionais.

Família	Nome Científico	Porte	Ambientes de Ocorrência				Local de Registro	
			FES2	FES3	EU	SAR	ADA	AID
Clusiaceae	<i>Tovomitopsis saldanhae</i>	Árvore	x					x
Fabaceae	<i>Dalbergia nigra</i>	Árvore				x		x
Fabaceae	<i>Swartzia oblata</i>	Árvore		x	x		x	x
Melastomataceae	<i>Leandra australis</i>	Arbusto				x		x
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus rosellus</i>	Erva				x		x
Rubiaceae	<i>Faramea hyacinthina</i>	Árvore	x					x
Sapindaceae	<i>Cupania ludowigii</i>	Árvore		x	x		x	x
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i>	Árvore		x	x		x	x
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i>	Árvore	x					x
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i>	Árvore	x					x

Figura 75 Mapa de Distribuição Geográfica de *Swartzia oblata*



Fonte: REFLORA, 2019.



**Figura 76** Mapa de Distribuição Geográfica de *Cupania ludowigii*



Fonte: REFLORA, 2019.

**Figura 77** Mapa de Distribuição Geográfica de *Solanum mauritianum*



Fonte: REFLORA, 2019.



### ***Espécies Imunes de Corte***

Foi registrada na área de implantação do Aterro de Resíduos Industriais H1 e na AID uma espécie considerada imune de corte no Estado de Minas Gerais: o ipê-amarelo-do-cerrado (*Handroanthus ochraceus*). Os ipês-amarelos são protegidos pelas Leis Estaduais nº 9.743 de 15/12/1988 e nº 20.308 de 27/07/2012. *H. ochraceus* é uma espécie comum na região do Quadrilátero Ferrífero, encontrada tipicamente em áreas de Cerrado, e na AID foi registrada em diversas fitofisionomias, com destaque para a Savana Arborizada; na ADA teve 7 (sete) indivíduos contemplados no Inventário 100%, sendo representada por indivíduos de pequeno porte, com alturas entre 4 e 6 metros.

Tendo em vista se tratar de espécie cuja supressão é disciplinada por norma específica, onde é prevista a compensação através do plantio de mudas catalogadas ou do recolhimento de Unidades Fiscais do Estado de Minas Gerais, será necessário definir junto ao órgão ambiental licenciador as formas de compensação a serem adotadas pela AngloGold Ashanti para obtenção da Autorização para Intervenção Ambiental.

### **14.2.6 Diagnóstico Conclusivo da Flora - Foco na área de intervenção do Projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1**

A área de implantação do Projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 está inserida em áreas de uso consolidado da Planta Industrial do Queiroz, de forma que as áreas a serem intervindas estão inseridas em locais onde a cobertura vegetal já se apresenta muito alterada. A comunidade vegetal ali presente se mostrou pobre e composta predominantemente por espécies exóticas, pioneiras e de ampla distribuição geográfica.

Os levantamentos de campo apontaram a ocorrência de baixa diversidade florística, o que destaca o elevado grau de antropização e o baixo grau de complexidade da cobertura vegetal presente na área de implantação do Projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.

Entre as espécies registradas na ADA merecem destaque o cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) por estar registrada na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014) e o ipê-amarelo-do-cerrado (*Handroanthus ochraceus*), por ser protegido pelas Leis Estaduais nº 9.743 de 15/12/1988 e nº 20.308 de 27/07/2012. O cedro-rosa teve um indivíduo registrado e o ipê-amarelo-do-cerrado cinco indivíduos, de forma que, tendo em vista o disposto nas Leis Estaduais citadas acima e no Decreto nº 47.749 de 11/11/2019, a supressão destes indivíduos deverá ser compensada para obtenção da Autorização para Intervenção Ambiental.





## **14.2.7 Fauna**

Para a fauna foram realizadas campanhas complementares para aves, mamíferos e répteis/anfíbios, que ocorreram no período seco (entre julho e agosto de 2019), adotando-se a metodologia de busca ativa de espécimes e vestígios na Área Diretamente Afetada – ADA do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1. Essas informações foram agregadas aos dados levantados pela Golder (2016) utilizados no Estudo de Impactos Ambientais – EIA do Aterro de Resíduos Industriais H1 (SETE, 2018), já protocolado no órgão ambiental, conforme descrito anteriormente.

Assim, nesse item, são apresentadas apenas as informações sobre os grupos para os quais houve a coleta de dados primários sendo que, para ictiofauna e comunidades hidrobiológicas devem ser consideradas as informações apresentadas no relatório anterior.

### **14.2.7.1 Avifauna**

#### **14.2.7.1.1 Introdução**

As aves constituem um conjunto de espécies extremamente diversificado e relativamente de fácil detecção durante as atividades de campo, podendo desempenhar papel fundamental como indicadores ecológicos, sendo extremamente úteis na identificação de comunidades biológicas com necessidade para a conservação e avaliação de alteração antrópica em uma determinada área. Também podem proporcionar a avaliação rápida e acurada das características ecológicas e status de conservação de grande parte das comunidades biológicas terrestres, uma vez que diversas aves apresentam respostas às intervenções humanas (STOTZ et al., 1996; GIMENES & ANJOS, 2003; MARINI & GARCIA, 2005).

O Brasil possui, atualmente, 1.889 espécies de aves descritas pela ciência (PIACENTINI et al., 2015), o que lhe confere o título de segundo país com o maior número de espécies de aves em seu território e, desta riqueza, aproximadamente 785 espécies podem ser encontradas no estado de Minas Gerais (MARINI & GARCIA, 2005; MARINI, 2005). Destas, 54 são endêmicas da Mata Atlântica, 20 do Cerrado, 12 da Caatinga e há ainda 09 espécies típicas de montanhas do sudeste brasileiro (SICK, 1997; DRUMMOND et al., 2005; VASCONCELOS, 2008).

Essa riqueza pode ser explicada pela heterogeneidade de ambientes que podem ser encontrados no estado, permitindo a comparação entre diferentes habitats e períodos, fazendo deste grupo um dos mais eficazes para diagnósticos e inventários rápidos. Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo levantar dados sobre a composição da comunidade de aves, registrar espécies endêmicas, ameaçadas e de importância de ocorrência na área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.



#### 14.2.7.1.2 Metodologia

##### 14.2.7.1.2.1 Levantamento de dados secundários

Para caracterização das espécies com ocorrência na área de estudo, consideramos como registros secundários a lista de espécies relativa à coleta de dados realizada no período de setembro a outubro de 2015 (período seco) e fevereiro e março de 2016 (período chuvoso) para o Estudo de Impacto Ambiental – EIA do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados (Golder, 2016).

As metodologias utilizadas neste período de amostragem foram: Pontos Fixos de Escuta, Lista de Mackinnon, *Playback* (reprodução da vocalização de espécies no intuito da atração das mesmas) e também, captura com redes de neblina.

##### 14.2.7.1.2.2 Complementação com dados primários

Para a coleta de dados primários foram empregados métodos quantitativos e qualitativos para a amostragem da avifauna, quais sejam: Pontos fixos de visualização e escuta, Busca ativa e *Playback*. O período de amostragem foi do dia 31 de julho a 02 de agosto de 2019 (período seco).

Os pontos fixos de visualização e escuta são realizados de forma a inventariar espécies a partir de observações visuais e auditivas de acordo com o nível de captação das emissões sonoras com intuito de maximizar a riqueza de espécies do monitoramento. Cada ponto foi estabelecido distante, no mínimo, 200 m entre si com a permanência do técnico por 20 minutos em diferentes fitofisionomias (BIBBY *et al.*, 1993). Método responsável pelo levantamento quantitativo em que as estimativas são feitas com base no número de contatos obtidos em pontos fixos de amostragem. Visa também contemplar a maioria dos ambientes existentes em cada área (VIELLIARD *et al.*, 2010).

A busca ativa é realizada em trilhas e/ou estradas presentes na área de estudo, no qual o biólogo/ornitólogo e o auxiliar de campo registram as espécies presentes por meio de visualização e/ou vocalização durante o seu deslocamento entre um ponto e outro (BIBBY *et al.*, 1993). Sempre que possível foram feitos registros fotográficos (câmera Nikon Coolpix B700) e gravações (gravador digital Sony ICD-PX440) dos indivíduos.

Foi utilizada, também, a técnica do *Playback*, que consiste na reprodução da vocalização de uma espécie como forma de confirmação da identificação visual da mesma. As espécies que possuem comportamento “territorialista” respondem bem ao seu canto, aproximando-se do emissor do som, especialmente na estação reprodutiva.

As amostragens foram realizadas ao amanhecer – período de maior atividade das aves (VIELLIARD *et al.*, 2010) – e durante a tarde. Como o pico de atividade, particularmente vocal, varia entre as espécies (VIELLIARD *et al.*, 2010), buscou-se dessa forma cobrir todo o período ativo. No caso de identificações duvidosas dos espécimes registrados, recorreu-se ao auxílio de bibliografia especializada (RIDGELY & TUDOR, 2015; SIGRIST, 2014).



No Quadro 28 é apresentada a localização e a descrição dos pontos fixos de visualização e escuta, que podem ser visualizados nas Fotos de 36 a 43 e no mapa da Figura 78.

**Quadro 28 Pontos fixos de visualização e escuta durante Levantamento da Avifauna no período julho/agosto de 2019 nas áreas de influência do Aterro de Resíduos Industriais H1, na Planta do Queiroz.**

Ponto	Coordenadas UTM	Fitofisionomia
PVE01	621529/7791973	Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual
PVE02	621348/7791828	Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual
PVE03	621145/7791704	Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas
PVE04	621192/7791954	Ambiente Aquático
PVE05	621001/7791565	Eucalipto com Sub-bosque
PVE06	621367/7792092	Área Revegetada com Colonização de Árvores Isoladas
PVE07	621807/7792104	Eucalipto com Sub-bosque
PVE08	621639/7792461	Eucalipto com Sub-bosque



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 36 Vista parcial do ponto PVE01, em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual.**



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 37 Vista parcial do ponto PVE02, em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual.**



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 38 Vista parcial do ponto PVE03, em área revegetada.**



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 39 Vista parcial do ponto PVE04, em ambiente aquático - Barragem Rapaunha.**





Foto: Bárbara Barreto

**Foto 40** Vista parcial do ponto PVE05, em fragmento de Eucalipto com Sub-bosque.



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 41** Vista parcial do ponto PVE06, localizado na borda da Barragem de Calcinados.



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 42** Vista parcial do ponto PVE07, em fragmento de Eucalipto com Sub-bosque.



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 43** Vista parcial do ponto PVE08, em fragmento de Eucalipto com Sub-bosque.

Para classificação taxonômica das aves foi utilizada a Lista das Aves do Brasil, elaborada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PIACENTINI *et al.*, 2015). Para a obtenção das informações acerca do *status* de conservação das aves, consultou-se, para nível estadual, a Deliberação Normativa nº 147 do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, de 30 de abril de 2010, tendo em vista os estudos e a proposta coordenada pela Fundação Biodiversitas sob supervisão do Instituto Estadual de Florestas – IEF (COPAM, 2010). Em nível nacional utilizou-se a lista de espécies ameaçadas, divulgada pela Portaria nº 444 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014). Para análise da ameaça a nível mundial, baseou-se na lista da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2018).

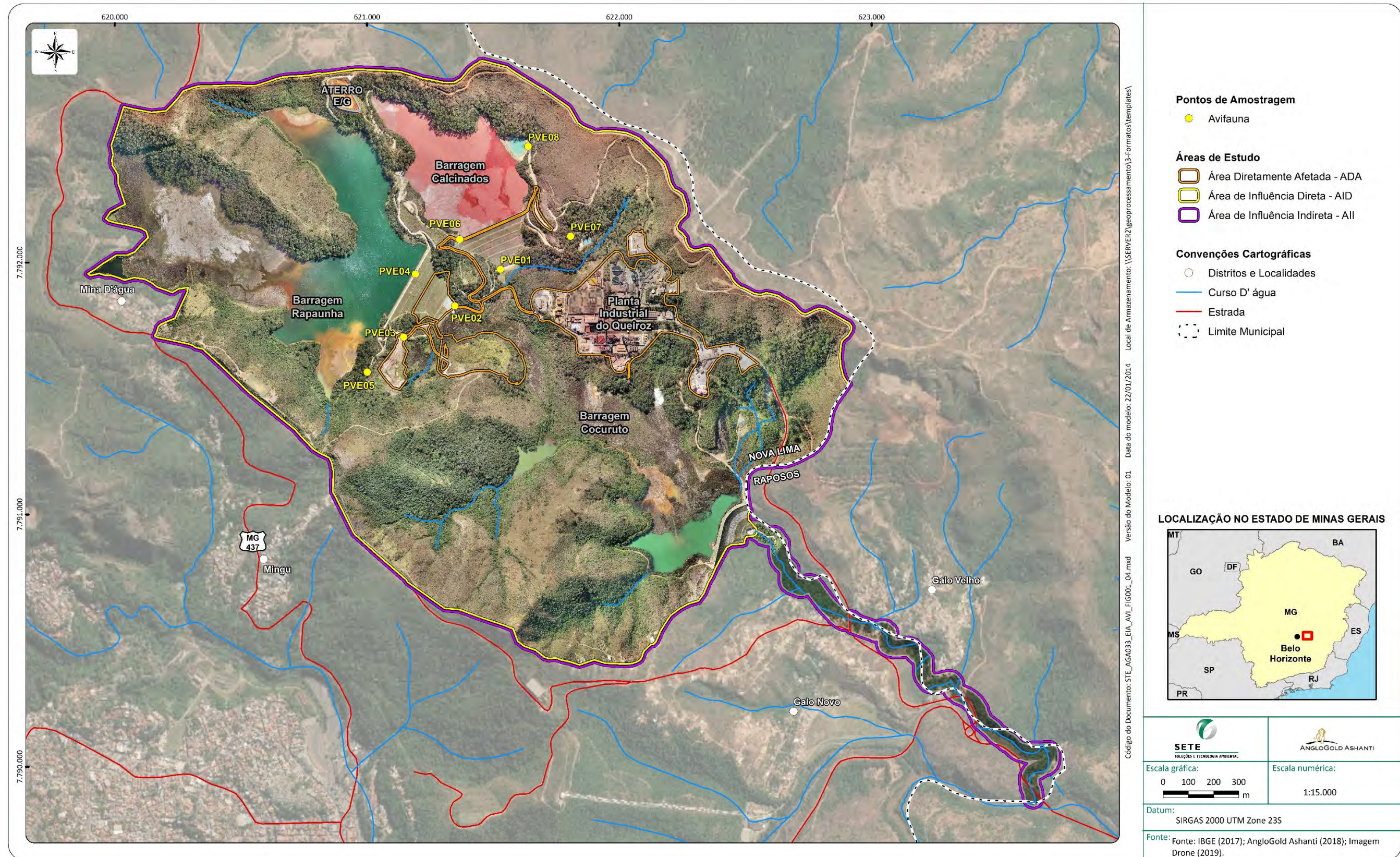








Figura 78 Pontos de amostragem da Avifauna no período julho/agosto de 2019 nas áreas do Aterro H1



Fonte: Sete, 2019.







### 14.2.7.1.3 Resultados

#### ***Dados secundários***

Para este estudo foi considerado como dados secundários as espécies registradas nas áreas de influência do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 da Planta Industrial do Queiroz, durante o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do referido empreendimento (Golder, 2016). Durante as amostragens de campo foram identificadas 152 espécies de aves, conforme Quadro 29.

#### ***Dados primários***

Nas amostragens realizadas nos dias 31 de julho a 02 de agosto de 2019 para complementação dos dados sobre a avifauna na área de inserção do Aterro de Resíduos Industriais H1 da Planta Industrial do Queiroz, foram registradas 93 espécies de aves, correspondendo a 61% das espécies registradas anteriormente (Golder, 2016).

Ressalta-se que foram encontradas durante o trabalho de campo, 7 espécies novas para a área de estudo quando comparado ao levantamento realizado pela Golder (2016), quais sejam: a pomba-galega (*Patagioenas cayennensis*), o beija-flor-de-banda-branca (*Amazilia versicolor*), o pica-pau-branco (*Melanerpes candidus*), tuque-pium (*Elaenia parvirostris*), a maria-cavaleira-de-rano-enferrujado (*Myiarchus tyrannulus*), o tié-sangue (*Ramphocellus bresilius*), e o bico-de-lacre (*Estrilda astrild*).

Após compilação dos dados secundários e da atual campanha de amostragem, foram registradas 159 espécies de aves, distribuídas em 44 famílias, conforme Quadro 29 abaixo.





**Quadro 29 Espécies da Avifauna diagnosticadas durante o período de 2015/2016 (Golder, 2016) e julho/agosto de 2019 nas áreas de influência do Aterro de Resíduos Industriais H1, na Planta do Queiroz.**

Táxons	Nome em português	Fonte	Status	Endemismo	Status de Conservação		
					MG	BR	IUCN
Tinamidae							
Crypturellus parvirostris	inambu-chororó	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Anatidae							
Amazonetta brasiliensis	ananaí	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Cracidae							
Penelope obscura	jacaguaçu	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Phalacrocoracidae							
Nannopterum brasilianus	biguá	Golder (2016)	R				
Ardeidae							
Ardea alba	garça-branca	Golder (2016)	R				
Cathartidae							
Cathartes aura	urubu-de-cabeça-vermelha	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Coragyps atratus	urubu	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Accipitridae							
Heterospizias meridionalis	gavião-caboclo	Golder (2016)	R				
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Buteo brachyurus	gavião-de-cauda-curta	Golder (2016)	R				
Rallidae							
Micropygia schomburgkii	maxalalagá	Golder (2016)	R		EP		
Aramides saracura	saracura-do-mato	Golder (2016), Sete (2019)	R	MA			
Laterallus melanophaius	sanã-parda	Golder (2016)	R				
Pardirallus nigricans	saracura-sanã	Golder (2016)	R				
Charadriidae							



## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Táxons	Nome em português	Fonte	Status	Endemismo	Status de Conservação		
					MG	BR	IUCN
Vanellus chilensis	quero-quero	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Columbidae							
Columbina talpacoti	rolinha	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Columbina squammata	fogo-apagou	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Patagioenas picazuro	asa-branca	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Patagioenas cayennensis	pomba-galega	Sete (2019)	R				
Leptotila verreauxi	juriti-pupu	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Leptotila rufaxilla	juriti-de-testa-branca	Golder (2016)	R				
Cuculidae							
Piaya cayana	alma-de-gato	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Caprimulgidae							
Nyctidromus albicollis	bacurau	Golder (2016)	R				
Apodidae							
Streptoprocne zonaris	taperuçu-de-coleira-branca	Golder (2016)	R				
Chaetura meridionalis	andorinhão-do-temporal	Golder (2016)	R				
Trochilidae							
Phaethornis pretrei	rabo-branco-acanelado	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Aphantochroa cirrochloris	beija-flor-cinza	Golder (2016)	R				
Florisuga fusca	beija-flor-preto	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Colibri serrirostris	beija-flor-de-orelha-violeta	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Thalurania furcata	beija-flor-tesoura-verde	Golder (2016)	R				
Thalurania glaucopis	beija-flor-de-fronte-violeta	Golder (2016), Sete (2019)	R	MA			
Amazilia versicolor	beija-flor-de-banda-branca	Sete (2019)	R				



## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Táxons	Nome em português	Fonte	Status	Endemismo	Status de Conservação		
					MG	BR	IUCN
Amazilia lactea	beija-flor-de-peito-azul	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Alcedinidae							
Megaceryle torquata	martim-pescador-grande	Golder (2016)	R				
Galbulidae							
Galbula ruficauda	ariramba	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Ramphastidae							
Ramphastos toco	tucanuçu	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Picidae							
Picumnus cirratus	picapauzinho-barrado	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Melanerpes candidus	pica-pau-branco	Sete (2019)	R				
Veniliornis passerinus	pica-pau-pequeno	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Colaptes campestris	pica-pau-do-campo	Golder (2016)	R				
Cariamidae							
Cariama cristata	seriema	Golder (2016)	R				
Falconidae							
Caracara plancus	carcará	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Milvago chimachima	carrapateiro	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Herpethotes cachinnans	acaúã	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Falco sparverius	quiriquiri	Golder (2016)	R				
Falco femoralis	falcão-de-coleira	Golder (2016)	R				
Psittacidae							
Psittacara leucophthalmus	periquitão	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Eupsittula aurea	periquito-rei	Golder (2016)	R				
Forpus xanthopterygius	tuim	Golder (2016)	R				



## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Táxons	Nome em português	Fonte	Status	Endemismo	Status de Conservação		
					MG	BR	IUCN
Thamnophilidae							
Herpsilochmus atricapillus	chorozinho-de-chapéu-preto	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Thamnophilus caerulescens	choca-da-mata	Golder (2016)	R				
Taraba major	choró-boi	Golder (2016)	R				
Melanopareidae							
Melanopareia torquata	tapaculo-de-colarinho	Golder (2016)	R	CE			
Conopophagidae							
Conopophaga lineata	chupa-dente	Golder (2016)	R	MA			
Dendrocolaptidae							
Sittasomus griseicapillus	arapaçu-verde	Golder (2016)	R				
Xiphorhynchus fuscus	arapaçu-rajado	Golder (2016)	R	MA			
Xenopidae							
Xenops rutilans	bico-virado-carijó	Golder (2016)	R				
Furnariidae							
Furnarius rufus	joão-de-barro	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Lochmias nematura	joão-porca	Golder (2016)	R				
Automolus leucophthalmus	barranqueiro-de-olho-branco	Golder (2016)	R	MA			
Syndactyla rufosuperciliata	trepador-quiete	Golder (2016)	R				
Phacellodomus rufifrons	joão-de-pau	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Synallaxis ruficapilla	pichororé	Golder (2016)	R	MA			
Synallaxis spixi	joão-teneném	Golder (2016), Sete (2019)	R	MA			
Pipridae							
Ilicura militaris	tangarazinho	Golder (2016), Sete (2019)	R	E, MA			
Chiroxiphia caudata	tangará	Golder (2016)	R	MA			
Tityridae							





## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Táxons	Nome em português	Fonte	Status	Endemismo	Status de Conservação		
					MG	BR	IUCN
Schiffornis virescens	flautim	Golder (2016)	R	MA			
Rhynchocyclidae							
Mionectes rufiventris	abre-asa-de-cabeça-cinza	Golder (2016)	R	MA			
Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Todirostrum poliocephalum	teque-teque	Golder (2016), Sete (2019)	R	E, MA			
Hemitriccus nidipendulus	tachuri-campainha	Golder (2016)	R	E, MA			
Hemitriccus margaritaceiventer	sebinho-de-olho-de-ouro	Golder (2016)	R				
Tyrannidae							
Hirundinea ferruginea	gibão-de-couro	Golder (2016)	R				
Camptostoma obsoletum	risadinha	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Elaenia parvirostris	tuque-pium	Sete (2019)	R				
Elaenia cristata	guaracava-de-topete-uniforme	Golder (2016)	R				
Elaenia chiriquensis	chibum	Golder (2016)	R				
Elaenia obscura	tucão	Golder (2016)	R				
Myiopagis caniceps	guaracava-cinzenta	Golder (2016)	R				
Phaeomyias murina	bagageiro	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Phyllomyias fasciatus	piolhinho	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Serpophaga subcristata	alegrinho	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Myiarchus swainsoni	irré	Golder (2016)	R				
Myiarchus ferox	maria-cavaleira	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Myiarchus tyrannulus	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	Sete (2019)	R				
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Machetornis rixosa	suiriri-cavaleiro	Golder (2016)	R				
Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado	Golder (2016)	R, Mi				



## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Táxons	Nome em português	Fonte	Status	Endemismo	Status de Conservação		
					MG	BR	IUCN
Megarynchus pitangua	neinei	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Myiozetetes similis	bentevizinho-de-penacho-vermelho	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Tyrannus melancholicus	suiriri	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Tyrannus savana	tesourinha	Golder (2016)	R, Mi				
Empidonomus varius	peitica	Golder (2016)	R, Mi				
Colonia colonus	viuvinha	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Myiophobus fasciatus	filipe	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Fluvicola nengeta	lavadeira-mascarada	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Gubernetes yetapa	tesoura-do-brejo	Golder (2016)	R				
Cnemotriccus fuscatus	guaracavuçu	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Lathrotriccus euleri	enferrujado	Golder (2016)	R				
Contopus cinereus	papa-moscas-cinzento	Golder (2016)	R				
Knipolegus lophotes	maria-preta-de-penacho	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Vireonidae							
Cyclarhis gujanensis	pitiguari	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Hylophilus amaurocephalus	vite-vite-de-olho-cinza	Golder (2016), Sete (2019)	R	E			
Vireo chivi	juruviara	Golder (2016)	R				
Corvidae							
Cyanocorax cristatellus	gralha-do-campo	Golder (2016)	R	CE			
Hirundinidae							
Pygochelidon cyanoleuca	andorinha-pequena-de-casa	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Tachycineta albiventer	andorinha-do-rio	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Troglodytidae							
Troglodytes musculus	corruíra	Golder (2016), Sete (2019)	R				



## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Táxons	Nome em português	Fonte	Status	Endemismo	Status de Conservação		
					MG	BR	IUCN
Turdidae							
Turdus leucomelas	sabiá-branco	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Turdus albicollis	sabiá-coleira	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Mimidae							
Mimus saturninus	sabiá-do-campo	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Passerellidae							
Zonotrichia capensis	tico-tico	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Ammodramus humeralis	tico-tico-do-campo	Golder (2016)	R				
Arremon flavirostris	tico-tico-de-bico-amarelo	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Parulidae							
Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Basileuterus culicivorus	pula-pula	Sete (2019) Golder (2016)	R				
Myiothlypis flaveola	canário-do-mato	Sete (2019) Golder (2016)	R				
Icteridae							
Gnorimopsar chopi	pássaro-preto	Golder (2016)	R				
Chrysomus ruficapillus	garibaldi	Golder (2016)	R				
Molothrus bonariensis	chupim	Golder (2016)	R				
Thraupidae							
Schistochlamys ruficapillus	bico-de-veludo	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Tangara cyanoventris	saíra-douradinha	Golder (2016)	R	E, MA			
Tangara sayaca	sanhaço-cinzento	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Tangara palmarum	sanhaço-do-coqueiro	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Tangara cayana	saíra-amarela	Golder (2016), Sete (2019)	R				



## DOCUMENTO

Adendo ao Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz Nova Lima/MG

Táxons	Nome em português	Fonte	Status	Endemismo	Status de Conservação		
					MG	BR	IUCN
<i>Nemosia pileata</i>	saíra-de-chapéu-preto	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Conirostrum speciosum</i>	figuinha-de-rabo-castanho	Golder (2016)	R				
<i>Sicalis citrina</i>	canário-rasteiro	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Hemithraupis ruficapilla</i>	saíra-ferrugem	Golder (2016), Sete (2019)	R	E, MA			
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Trichothraupis melanops</i>	tiê-de-topete	Golder (2016)	R				
<i>Coryphospingus pileatus</i>	tico-tico-rei-cinza	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Tachyphonus coronatus</i>	tiê-preto	Golder (2016), Sete (2019)	R	MA			
<i>Ramphocelus bresilius</i>	tiê-sangue	Sete (2019)	R	E, MA			
<i>Tersina viridis</i>	saí-andorinha	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Sporophila nigricollis</i>	baiano	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Sporophila caerulea</i>	coleirinho	Golder (2016)	R				
<i>Sporophila leucoptera</i>	chorão	Golder (2016)	R				
<i>Embernagra platensis</i>	sabiá-do-banhado	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Embernagra longicauda</i>	rabo-mole-da-serra	Golder (2016)	R	E, TM			
<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo	Golder (2016)	R				
<i>Saltatricula atricollis</i>	batuqueiro	Golder (2016)	R	CE			
<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro	Golder (2016), Sete (2019)	R				
<i>Microspingus cinereus</i>	capacetinho-do-oco-do-pau	Golder (2016)	R	E, CE			
<i>Thlypopsis sordida</i>	saí-canário	Golder (2016)	R				
Cardinalidae							
<i>Piranga flava</i>	sanhaço-de-fogo	Golder (2016)	R				





Táxons	Nome em português	Fonte	Status	Endemismo	Status de Conservação		
					MG	BR	IUCN
Fringillidae							
Spinus magellanicus	pintassilgo	Golder (2016)	R				
Euphonia chlorotica	fim-fim	Golder (2016), Sete (2019)	R				
Estrildidae							
Estrilda astrild	bico-de-lacre	Sete (2019)	R				

**Legenda:** Fonte: Golder (2016) = Levantamento para EIA do Aterro de Resíduos Industriais H1 em 2015 e 2016, Sete (2019) = complementação dos dados no período de julho/agosto de 2019; Status: R = residente (evidências de reprodução no país disponíveis), Mi = migratório; Endemismo: MA = espécie endêmica ao Bioma Mata Atlântica, CE = espécie endêmica ao Bioma Cerrado; TM= Topos de Montanha; Status de Conservação: MG= DN COPAM 147/2010; BR nacional = Portaria MMA/2014; IUCN global, 2018; EN = Em perigo de extinção.



Analisando somente a campanha para complementação dos dados sobre a avifauna na área de estudo, foram registradas 9 espécies endêmicas, sendo 8 endêmicas da Mata Atlântica e 4 delas endêmicas também do Brasil, e apenas 1 espécie exclusiva do território nacional. Não houve nenhum registro de espécie ameaçada de extinção.

Entre os representantes endêmicos da Mata Atlântica, destacam-se o tiê-sangue (*Ramphocelus bresilius* – Foto 44), espécie não registrada no trabalho realizado pela Golder (2016), o tangarazinho (*Ilicura militaris* – Foto 45), e a saíra-ferrugem (*Hemithraupis ruficapilla*).

Compilando os resultados das espécies registradas na Planta Industrial do Queiroz entre o período de 2015 a 2019, 22 espécies são consideradas endêmicas, sendo quatro do Bioma Cerrado e uma delas endêmica também do Brasil, 16 do Bioma Mata Atlântica e 5 delas endêmicas também do território nacional, e uma endêmica dos Topos de Montanha do Leste do Brasil. Um *táxon* é considerado ameaçado de extinção, segundo a Lista de Espécies Ameaçadas para o Estado de Minas Gerais, (COPAM, 2010).



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 44** Tiê-de-sangue (*Ramphocelus bresilius*), ave endêmica da Mata Atlântica.



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 45** Tangarazinho fêmea (*Ilicura militaris*), ave endêmica da Mata Atlântica.

Além daqueles táxons considerados endêmicos, merece destaque a espécie ameaçada de extinção, a maxalalagá (*Micropygia schomburgkii*) enquadrada na categoria “Em perigo” no estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), registrada durante levantamento para o EIA do Aterro de Resíduos Industriais H1 (Golder, 2016). Caracteriza-se como uma espécie ocorrente em áreas campestres com presença de capim seco e alto. O primeiro registro desta espécie no Quadrilátero Ferrífero se deu no ano de 2012 (Mazzoni et al., 2012). No entanto, este mesmo autor reforça os hábitos crípticos da espécie, contribuindo para que a sua ocorrência seja subestimada em diversos levantamentos.

Em função da presença das barragens de rejeito na Planta Industrial do Queiroz onde em alguns trechos observa-se a presença de lâmina d’água e/ou áreas brejosas, espécies aquáticas e que habitam ambientes paludícolas são também encontradas, como: o ananai (*Amazonetta brasiliensis*), a saracura-do-mato (*Aramides saracura*) o quero-quero (*Vanellus chilensis*) e a lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta* – Foto 46), registrados em todas as campanhas de amostragem.



A maioria das espécies encontradas são independentes de ambientes florestais, ou seja, adaptadas aos diversos tipos de ambientes em diferentes estágios de regeneração ali presentes. Como exemplo destas, temos: o sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris* – Foto 47), a saíra-amarela (*Tangara cayana* – Foto 48), o urubu (*Coragyps atratus* – Foto 49), o sabiá-do-banhado (*Embernagra platensis* – Foto 50) e a maria-preta-de-penacho (*Knipolegus lophotes* – Foto 51).



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 46** Lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta*) ave presente em áreas paludícolas.



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 47** Sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*).



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 48** Saíra-amarela fêmea (*Tangara cayana*).

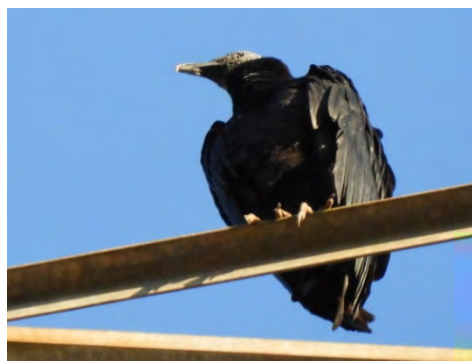


Foto: Bárbara Barreto

**Foto 49** Urubu (*Coragyps atratus*).



Foto: Bárbara Barreto

**Foto 50** Sabiá-do-banhado (*Embernagra platensis*).

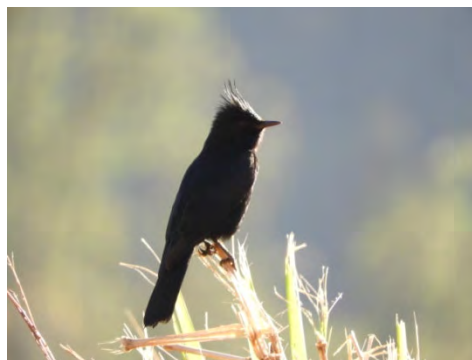


Foto: Bárbara Barreto

**Foto 51** Maria-preta-de-penacho (*Knipolegus lophotes*).



#### 14.2.7.1.4 Conclusão

Após a coleta de dados, a lista de espécies da avifauna na região da Planta de Queiroz, somou 159 espécies. Esse número representa aproximadamente 20% da avifauna conhecida para o Estado de Minas Gerais ( $n = 785$ ), caracterizando a área como de importância para a conservação da avifauna mineira, abrigo ainda considerável número de espécies endêmicas da Mata Atlântica.

A coleta de dados para complementação da informação sobre a avifauna na área de inserção do empreendimento adicionou 7 espécies novas à lista geral. Trata-se de espécies generalistas quanto ao hábitat e comuns no estado de Minas Gerais, não apresentando nenhum endemismo ou risco de extinção.

Quanto à comunidade de espécies de aves geral diagnosticada, observa-se a predominância de espécies com grande plasticidade ambiental, ou seja, que ocupam áreas em diferentes graus de conservação e, com ampla distribuição geográfica. Por outro lado, observa-se a presença de espécies endêmicas, principalmente da Mata Atlântica e ameaçada de extinção, destacando-se a presença do maxalalagá (*Micropygia schomburgkii*) a qual caracteriza-se como uma espécie registrada recentemente no Quadrilátero Ferrífero e que ainda carece de maiores estudos para o correto entendimento de sua distribuição geográfica em âmbito regional.

Apesar de se tratar de uma Planta Industrial, a área de estudo, ainda apresenta fragmentos de vegetação capazes de abrigar uma comunidade de aves representativa, com um mosaico de paisagens que vão desde Floresta Estacional Semidecidual a ambientes aquáticos (barragens) e campestres.

Quanto às áreas passíveis de supressão de vegetação (ADA) para instalação do Projeto Aterro de Resíduos Industriais H1 da Planta Industrial do Queiroz, pode se dizer que as mesmas já se encontram com elevado grau de alteração, com presença de espécies exóticas e outras sem vegetação (solo exposto), fazendo com que a área seja de baixo interesse conservacionista.

Por fim, a avifauna diagnosticada nesse estudo correlaciona-se diretamente com a cobertura vegetal existente na área de estudo fazendo com que haja a predominância de espécies plásticas e independentes de ambientes florestais.

Neste contexto, acredita-se que os impactos oriundos da instalação do Projeto Aterro de Resíduos Industriais H1 da Planta Industrial do Queiroz não comprometerão drasticamente a comunidade de aves, seja em contexto local e/ou regional em função da Área Diretamente Afetada pelo projeto apresentar elevado grau de antropização e existir no entorno, fragmentos de vegetação capazes de abrigar esta comunidade.





## 14.2.7.2 Mastofauna

### 14.2.7.2.1 Metodologia

#### 14.2.7.2.1.1 Levantamento dos dados secundários:

A caracterização dos mamíferos com potencial ocorrência para a área de estudo (dados secundários) foi realizada com base nos estudos conduzidos pela Golder Associates (2016), com contemplou campanhas de campo nos anos de 2015/2016. O estudo utilizado foi realizado na mesma área do atual trabalho, portanto, possui uma semelhança fitofisionômica, além de serem inseridos na mesma bacia hidrográfica. A reunião desses dados possibilitou a elaboração de uma lista de espécies, para as quais destacou-se o grau de endemismo, vulnerabilidade e relevância para conservação. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 30.

**Quadro 30 Bibliografias utilizadas como fonte de dados secundários para o levantamento de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.**

Autor	Local	Ano
Golder Associates	Nova Lima	2016

#### 14.2.7.2.1.2 Complementação com dados primários:

Para a execução da campanha complementar dos estudos de mamíferos de médio e grande porte na área do empreendimento, foi realizada uma campanha, com duração de três dias, abrangendo a sazonalidade de seca (Quadro 31).

**Quadro 31 Período de amostragem para o estudo de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.**

Campanha	Período	Estação	Dias Amostrados
Complementação	31/07/2019 a 02/08/2019	seca	3

### Coleta de dados

Devido à variação do tamanho corpóreo, dos hábitos de vida e das preferências de hábitat entre os grupos de mamíferos, faz-se necessária a utilização de diferentes metodologias, específicas, para a amostragem das espécies da mastofauna (Pardini *et al.*, 2004). Para o levantamento complementar de mamíferos de médio e grande porte, foram empregadas as metodologias de busca por vestígios e visualização de espécies. Além destas, todos os registros ocasionais também foram quantificados.



### ***Busca por evidências diretas e indiretas de mamíferos de médio e grande porte***

As evidências indiretas são consideradas os vestígios da presença do animal no local (pelos, fezes, rastros, carcaças, etc.). Durante a coleta de dados, para a busca de vestígios, foram percorridas áreas de solo propício para registros destes rastros na área de estudo (Figura 79). A busca por evidências diretas tem como objetivo a visualização e zoonofonia dos animais presentes na área. Dessa forma, foram realizados censos de amostragens a pé e com veículos nas trilhas e estradas existentes na área de estudo (Figura 80). Para esta metodologia foi empreendido três dias de coleta, sendo despendidas oito horas diárias em busca de vestígios e visualização de espécies do grupo alvo, totalizando um esforço amostral de 24 horas (Quadro 32). A localização dos pontos amostrais e caminhamentos percorridos pode ser visualizado na Figura 81 Figura 79 .

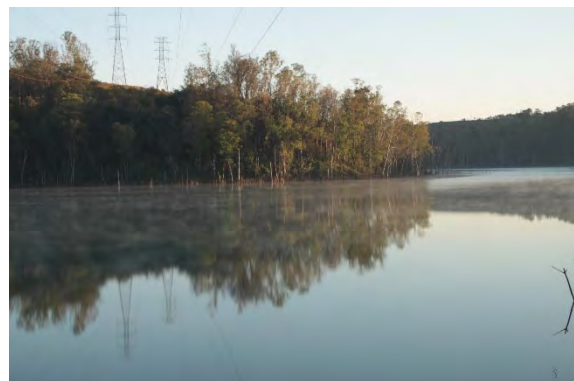
**Figura 79 Locais percorridos para procura de vestígio e visualização de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.**







**Figura 80 Características dos locais percorridos para procura de vestígio e visualização de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.**





**Quadro 32 Esforço amostral destinado as metodologias de busca por visualizações diretas e indiretas para a amostragem de mamíferos de médio e grande porte no Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.**

<b>Campanhas Amostral Sazonalidade de Seca</b>			
<b>Campanha</b>	<b>Dia</b>	<b>Período</b>	<b>Esforço Amostral (horas)</b>
Complementação	31/07/2019	Diurno / Noturno	8
Complementação	01/08/2019	Diurno / Noturno	8
Complementação	02/08/2019	Diurno / Noturno	8
<b>Total</b>			24 horas

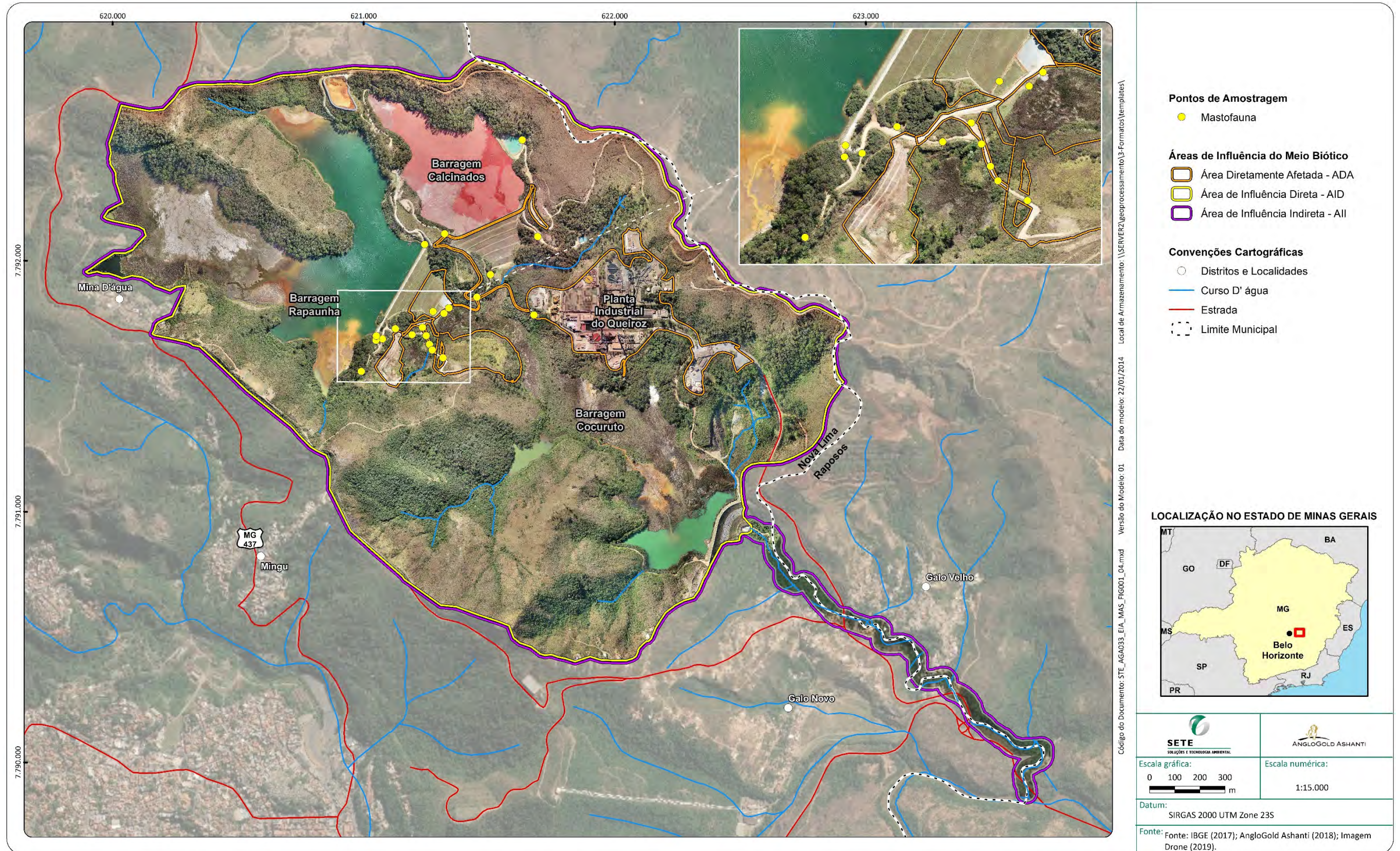








**Figura 81 Pontos de amostragem da Mastofauna no período julho/agosto de 2019 nas áreas do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG**



Fonte: Sete, 2019.







### **Registros Ocasionais**

Ao contrário dos métodos anteriormente descritos, o registro ocasional não sistematiza o esforço amostral, tendo por objetivo principal registrar o maior número possível de elementos da fauna de mamíferos de médio e grande porte. Para isso, foi adquirido o registro de qualquer indivíduo avistado, permitindo avaliações sobre a riqueza, distribuição e presença de táxons ameaçados de extinção. Ressalta-se, no entanto, que a metodologia permite análises somente de cunho qualitativo.

### **Análise de Dados**

A nomenclatura taxonômica adotada foi a sugerida em Pecquerillo & Gregorin (2017), com as devidas adaptações e atualizações baseadas nos estudos de Mittermeier *et al.*, (2013); Patton *et al.* (2015); Nascimento & Feijó (2017); Voss *et al.* (2018). As espécies de mamíferos foram categorizadas de acordo com o endemismo aos domínios morfoclimáticos brasileiros (Amazônia; Caatinga; Cerrado; Chaco; Mata Atlântica) segundo Rossi *et al.* (2012); Patton *et al.*, (2015); Carmignotto & Astúa (2017); Gutiérrez & Marinho-Filho (2017); Graipel *et al.*, (2017). Estes trabalhos também foram adaptados para classificar a dependência dos táxons quanto ao tipo de fisionomia, seja florestal, aberta ou compartilhada (florestal e/ou aberta), e sensibilidade das mesmas a antropização.

As espécies também foram classificadas como cinegéticas e xerimbabos, por comumente sofrerem ameaças em consequência da caça esportiva ou de subsistência, assim como por retaliação. Somente aquelas espécies que apresentam índices elevados de captura de acordo com os trabalhos de Peres, (2000) e Travassos, (2011) foram consideradas, visto que a maioria das espécies de mamíferos são de modo geral utilizadas com fim etnozoológico.

As espécies de mamíferos ainda foram categorizadas quanto ao uso do habitat, conforme o grau de dependência aos ambientes florestais, a saber:

- Dependente: predomínio de ocorrência em ambientes florestais, como mata ciliar, floresta estacional semidecidual e Cerradão;
- Independente: predomínio de ocorrência em ambientes abertos, como cerrado *sensu stricto*, campo limpo, campo sujo, campo rupestre e campo hidromórfico;
- Semi-dependente: não apresentam predomínio de ocorrência, podem comumente ocorrer em ambientes abertos, florestais e aquáticos.

A sensibilidade do grupo faunístico em relação à influência antrópica foi avaliada para cada espécie categorizando-as do seguinte modo:

- Sensibilidade baixa: Espécies de ocorrência periantrópica (i.e., espécies que são beneficiadas com a antropização ambiental);
- Sensibilidade média: Espécies tolerantes (e.i. espécies que suportam algum nível de perturbação antrópica, como modificações na cobertura vegetal dos seus ambientes);
- Sensibilidade alta: Espécies não tolerantes.





## 14.2.7.2.2 Resultados

### ***Riqueza, composição de espécies e aspectos biológicos***

A lista consolidada de dados secundários representou uma riqueza de 22 espécies de mamíferos com potencial ocorrência para a área de influência do empreendimento. Agora os dados primários obtidos durante a campanha complementar registraram a ocorrência de 13 táxons, distribuídos em sete ordens: Didelphimorphia (n = 1); Cingulata (n = 1); Artiodactyla (n = 1); Primates (n = 1); Carnivora (n = 6); Lagomorpha (n = 1); Rodentia (n = 2) (Figura 82). Considerando ambos os estudos, a riqueza total equivale a 24 espécies, o que representa, aproximadamente, 5% dos mamíferos de ocorrência para o Brasil (Paglia *et al.*, 2012) (Quadro33).

Quando comparado os resultados da riqueza local (dados primários) com os dados secundários, esses representam 59% da potencial riqueza presente na região de inserção do empreendimento (dados secundários), evidenciando que a área do empreendimento pode abrigar ainda mais espécies do grupo de mamíferos. É importante ressaltar que para os dados primários não foram coletados o grupo de pequenos mamíferos.

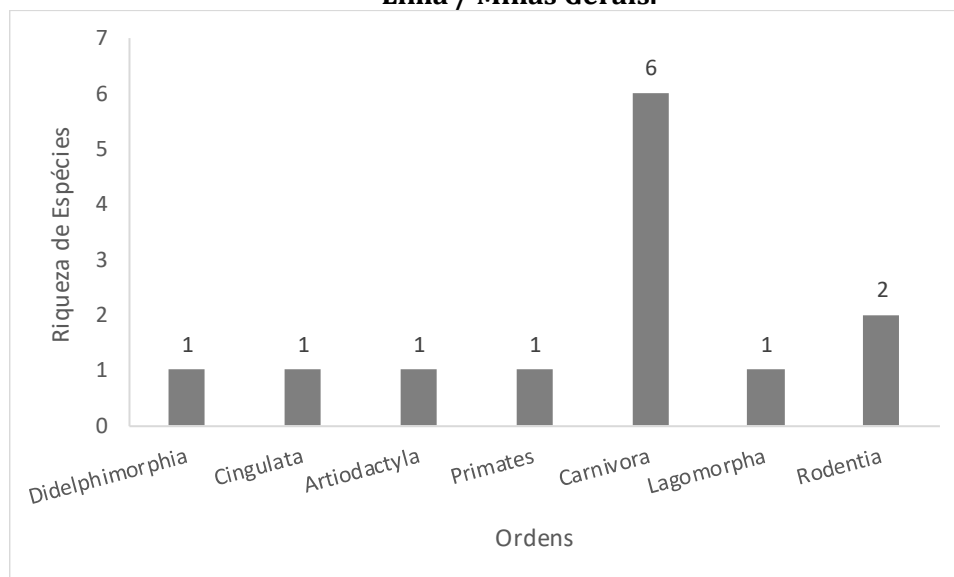
Em relação aos dados primários a ordem Carnivora foi a que apresentou maior riqueza (6 spp.). Esse grupo de mamíferos se diversificaram para ocupar diferentes nichos alimentares. Assim, o grupo é composto por táxons que, em geral, apresentam grande distribuição geográfica e ocorrem em diferentes domínios morfoclimáticos e tipos de habitat (Eisenberg & Redford, 1999; Pardini *et al.*, 2003). Tais, características auxiliam na detecção desse grupo taxonômico em estudos mastofaunísticos (Beca *et al.*, 2017). Carnívoros de médio e grande porte são especialmente relevantes em estudos ambientais, pois apresentam características que os permitem ser considerados indicadores biológicos eficientes (Soulé, 2000; Chapman & Peres, 2001). Estes táxons abrigam espécies as quais, geralmente, necessitam de grandes áreas de vida e elevada disponibilidade de recursos no ambiente, sendo, portanto, suscetíveis à perda e fragmentação de habitats naturais (Terborgh, 1986; Chiarello, 1999; Grelle *et al.*, 2005).

Nota-se que a ordem Primates deteve baixa relevância em número de espécies, apesar de ser considerada a ordem mais diversa e com maior taxa de endemismo dentre os mamíferos de médio e grande porte presentes na Mata Atlântica (Paglia *et al.*, 2012), sendo importante considerar que a área de estudo se encontra em uma zona de transição entre os biomas de Cerrado e Mata Atlântica. Possivelmente, o histórico de fragmentação de habitats observado na região tenha influenciado na ausência de espécies de primatas sensíveis como os endêmicos a região fitogeográfica da Mata Atlântica (Jhons & Skorupa, 1987).

Um resultado importante foi a baixa riqueza para o grupo de roedores (tanto nos dados secundários quanto nos primários). Esse grupo compõem a maior parcela da diversidade de mamíferos da região Neotropical (Solari *et al.*, 2012). No Cerrado, por exemplo, os roedores abrigam a riqueza mais proeminente dentre os mamíferos terrestres (Gutierrez & Marinho-Filho, 2017). Uma justificativa para esse viés amostral é justificada pelo fato de a campanha complementar não contemplar metodologias que propiciem os registros de espécies de pequenos mamíferos (Figura 83).



**Figura 82 Representatividade das ordens de mamíferos de médio e grande porte para a área do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz (Dados Primários), Nova Lima / Minas Gerais.**



**Figura 83 Registros de espécies de mamíferos de médio e grande porte obtidos durante a campanhas complementar na área do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais. A) Pegada de paca (C. paca) B) Fezes de capivara (H. hydrochaeris); C) Pegada de capivara (H. hydrochaeris); D) Pegada de lontra (L. longicaudis); E) Fezes de jaguatirica (L. pardalis); F) Pegada de lobo-guará (C. brachyurus); G) Pegada de veado-catingueiro (M. gouazoubira); H) Pegada de cachorro-do-mato (C. thous).**



A



B



C



D



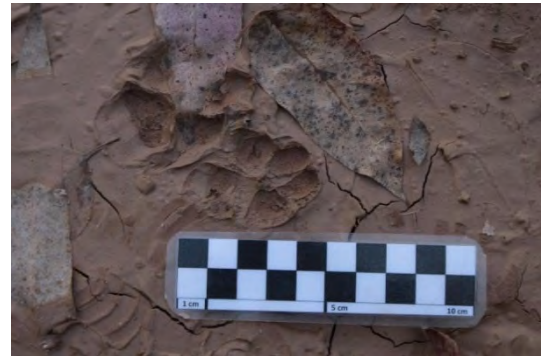
**E**



**F**



**G**



**H**



### Quadro 33 Espécies de mamíferos registrados por meio de dados secundários e durante os estudos da campanha complementar na área do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta Queiroz, localizada no município de Nova Lima/Minas Gerais.

**Legenda:** Metodologia – PE = Pegada; TO = Toca; VI = visualização; VO = Vocalização; FE = Fezes. Endemismo – CE = Cerrado; MA = Mata Atlântica. Grau de Ameaça – VU = vulnerável.

Táxon	Nome Popular	Dados Secundários (Golder, 2016)	Campanha Complementar (2019)	Grau de Ameaça			Endemismo
				MG	BR	IUCN	
<b>Ordem Didelphimorphia</b>							
<b>Família Didelphidae</b>							
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	gambá-de-orelha-branca	X	VI	-	-	-	-
<b>Ordem Cingulata</b>							
<b>Família Dasypodidae</b>							
<i>Cabassous unicinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-do-rabo-mole	X	-	-	-	-	-
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu-galinha	X	TO	-	-	-	-
<i>Dasypus septemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu	X	-	-	-	-	-
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-peba	X	-	-	-	-	-
<b>Ordem Artiodactyla</b>							
<b>Família Cervidae</b>							
<i>Mazama gouazoubira</i> (G. Fisher, 1814)	veado-catingueiro	X	PE	-	-	-	-
<b>Ordem Primates</b>							
<b>Família Callithrichidae</b>							
<i>Callithrix penicillata</i> (É. Geoffroy, 1812)	mico-estrela	X	VO	-	-	-	CE
<b>Ordem Carnivora</b>							
<b>Família Canidae</b>							
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	cachorro-do-mato	X	PE; FE	-	-	-	-
<i>Chrysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	lobo-guará	-	PE	VU	VU	NT	-
<i>Lycalopex vetulus</i> (Lund, 1842)	raposinha	X	PE	-	VU	-	CE / CA
<b>Família Felidae</b>							
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	jaguatirica	X	FE	VU	-	-	-
<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy, 1803)	gato-mourisco	X	-	-	VU	-	-





**Legenda:** Metodologia – PE = Pegada; TO = Toca; VI = visualização; VO = Vocalização; FE = Fezes. Endemismo – CE = Cerrado; MA = Mata Atlântica. Grau de Ameaça – VU = vulnerável.

Táxon	Nome Popular	Dados Secundários (Golder, 2016)	Campanha Complementar (2019)	Grau de Ameaça			Endemismo
				MG	BR	IUCN	
<b>Família Mustelidae</b>							
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	irara	X	-	-	-	-	-
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	lontra	-	PE	VU	-	NT	-
<b>Família Procyonidae</b>							
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	quati	X	VI	-	-	-	-
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)	mão-pelada	X	-	-	-	-	-
<b>Ordem Lagomorpha</b>							
<b>Família Leporidae</b>							
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapeti	X	-	-	-	-	-
<b>Ordem Rodentia</b>							
<b>Família Caviidae</b>							
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	capivara	X	PE; FE	-	-	-	-
<b>Família Cricetidae</b>							
<i>Cerradomys subflavus</i> (Wagner, 1842)	rato-do-mato	X	-	-	-	-	-
<i>Necomys lasiurus</i> (Lund, 1841)	rato-do-mato	X	-	-	-	-	-
<i>Nectomys squamipes</i> (Brants, 1827)	rato-d'água	X	-	-	-	-	-
<b>Família Cuniculidae</b>							
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	paca	X	PE	-	-	-	-
<b>Família Dasyproctidae</b>							
<i>Dasyprocta azarae</i> Lichtenstein, 1823	cutia	X	-	-	-	DD	-
<b>Família Sciuridae</b>							
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i> (Gmelin, 1788)	caxinguelê	X	-	-	-	-	MA



### ***Espécies endêmicas e de distribuição restrita***

Quando analisado as espécies endêmicas e de distribuição restrita, a compilação de dados secundários registrou três espécies, agora pelos dados primários esse valor equivale a duas espécies de mamíferos. Dois táxons apresentam distribuições limitadas as ecorregiões centrais da América do Sul, que são aquelas formadas principalmente por fisionomias abertas, relacionadas a Caatinga, Cerrado e Pampas. Apenas uma espécie possui sua distribuição relacionada ao bioma da Mata Atlântica (Quadro 34).

Um táxon apresenta ocorrência exclusiva para o Cerrado, o mico-estrela (*C. penicillata*). Tem-se que destacar que o primata registrado tem expandido sua distribuição em outros biomas brasileiros, em virtude das alterações em seus ambientes naturais (Rylands *et al.*, 2005; Fuzessy *et al.*, 2014). O mico-estrela (*C. penicillata*) está, comumente, relacionado as fisionomias florestais inseridas nos domínios aos quais é natural. A raposinha (*L. vetulus*) pode ser observada na Caatinga e no Cerrado. Já o caxinguelê (*G. brasiliensis*) é endêmico da Mata Atlântica.

**Quadro 34 Espécies de mamíferos endêmicos para a região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais. Legenda: Endemismo: CE = Cerrado; CA = Caatinga; MA = Mata Atlântica.**

Táxon	Nome Comum	Endemismo	
		Dados Secundários (Golder, 2016)	Dados Primários
<i>Lycalopex vetulus</i>	raposinha	CE, CA	CE, CA
<i>Callithrix penicillata</i>	mico-estrela	CE	CE
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i>	caxinguelê	MA	-

### ***Espécies ameaçadas***

Dentre as espécies de mamíferos registradas por dados secundários, três encontram-se ameaçadas. Observando apenas os dados primários esse número representa cinco mamíferos ameaçados de extinção de acordo com as listas consultadas (COPAM, 2010; MMA, 2014; IUCN, 2019), Quadro 35. Assim, durante o estudo 22,7% dos táxons registrados (Dados primários e secundários) possuem algum grau de ameaça.

O lobo-guará é a única espécie que é citada em mais de uma lista (Estadual, Nacional e Internacional). Em relação as espécies ameaçadas apenas no estado de Minas Gerais temos: *L. pardalis* e *L. longicaudis*. Agora o gato-mourisco (*P. yagouaroundi*) é considerado ameaçado no Brasil, como vulnerável. A cutia (*D. azarae*), é listada como deficiente de dados pela IUCN (2019). Essa classificação é indicada para os táxons cujo conhecimento básico de distribuição, ecologia e status de conservação é incipiente, e nesse sentido, a IUCN categoriza tais espécies com conhecimento insuficiente chamando atenção para elas, como táxons relevantes para conservação.



### Quadro 35 Espécies de mamíferos terrestres ameaçadas de extinção e deficientes de dados para a região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais.

Táxon	Nome Comum	Status de Conservação		
		MG	BR	IUCN
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	VU	VU	NT
<i>Lycalopex vetulus</i>	raposinha	-	VU	-
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaririca	VU	-	-
<i>Puma yagouaroundi</i>	gato-mourisco	-	VU	-
<i>Lontra longicaudis</i>	Lontra	VU	-	NT
<i>Dasyprocta azarae</i>	Cutia	-	-	DD

#### Espécies cinegéticas / xerimbabos

A caça de animais silvestres é considerada crime ambiental proibida em todo o território nacional de acordo com a Lei de proteção à Fauna nº 5.197 de 1967. Entretanto, devido à sua grande extensão e consequente dificuldade para fiscalização, essa prática ainda é uma das principais ameaças à fauna silvestre do país (Machado *et al.*, 2008; Rezende & Schiavetti, 2010; Melo *et al.*, 2014).

Para o presente estudo (considerando os dados primários e secundários), 15 das 22 espécies registradas são consideradas cinegéticas (Quadro 36). Dez espécies são indicadas como de subsistência de populações rurais e tradicionais. As demais espécies cinegéticas registradas (n = 5), são todas representantes da ordem Carnívora. Essas sofrem intensivamente com a caça por retaliação por serem predadores de vertebrados, inclusive animais domésticos, estando frequentemente envolvidos em relações conflituosas com as populações humanas (Alves *et al.*, 2009, Santos-Fita *et al.*, 2010).

### Quadro 36 Espécies cinegéticas de mamíferos terrestres para região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais.

Táxon	Nome Popular	Classificação	
		Dados Secundários (Golder, 2016)	Dados Primários
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	Caça para alimentação	Caça para alimentação
<i>Cabassous unicinctus</i>	tatu-de-rabo-mole	Caça para alimentação	-
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	tatu-galinha	Caça para alimentação	Caça para alimentação
<i>Dasyopus septemcinctus</i>	tatu	Caça para alimentação	-
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba	Caça para alimentação	-
<i>Mazama gouazoubira</i>	veado-catingueiro	Caça para alimentação	Caça para alimentação
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	Caça por retaliação	Caça por retaliação
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	-	Caça por retaliação
<i>Puma yagouaroundi</i>	gato-mourisco	Caça por retaliação	-
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	-	Caça por retaliação
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	Caça por retaliação	-
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapeti	Caça para alimentação	-
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	Caça para alimentação	Caça para alimentação
<i>Cuniculus paca</i>	Paca	Caça para alimentação	Caça para alimentação
<i>Dasyprocta azarae</i>	Cutia	Caça para alimentação	-

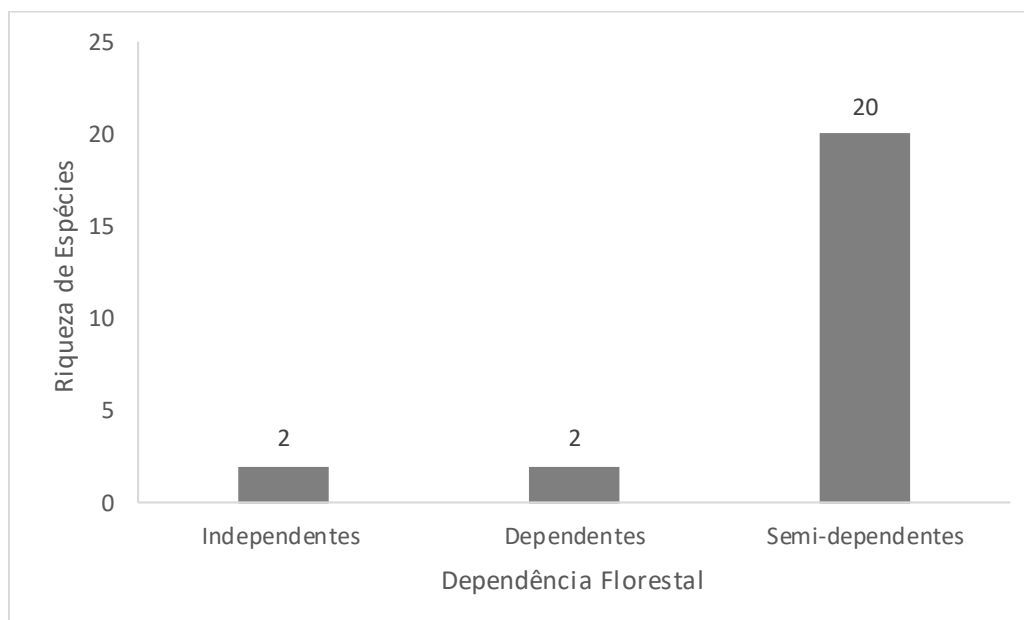


### ***Dependência de habitats ou espécies indicadoras de habitat***

As espécies consideradas semi-dependentes de habitats florestais são aquelas que podem utilizar tanto ambientes florestais como áreas abertas, sendo que podem ser registradas também em locais que apresentam algum tipo de antropização. A maioria das espécies registradas no estudo (considerando dados primários e secundários) são classificadas como semi-dependentes (n = 20), Figura 84. Assim, esses táxons possuem melhor adaptação as mudanças na paisagem e em geral constituem a maioria das comunidades de mamíferos. Alguns exemplos da mastofauna registrada que se enquadra nessa categoria foram: *M. gouazoubira*; *C. thous*; *N. nasua*; *D. novemcinctus*; *D. albiventris*; *S. brasiliensis*; *H. hydrochaeris*.

Os mamíferos também foram classificados como especialistas de habitat, podendo ser dependentes ou independentes de fisionomias florestais. Portanto, esses são os integrantes da mastofauna que precisam de fragmentos de vegetação florestal ou de áreas naturais abertas, como o Cerrado savânico, por exemplo, para manterem suas necessidades ecológicas e consequente sobrevivência. Das espécies levantadas, quatro foram considerados especialistas, sendo duas espécies dependentes e duas independentes de áreas florestais. As espécies com dependência florestal são o primata (*C. penicillata*) e a cutia (*D. azarae*). Agora os registros de espécie independente de áreas florestais foram o lobo-guará (*C. brachyurus*) e a raposinha (*L. vetulus*).

**Figura 84 Dependência quanto ao habitat das espécies de mamíferos terrestres na região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais.**





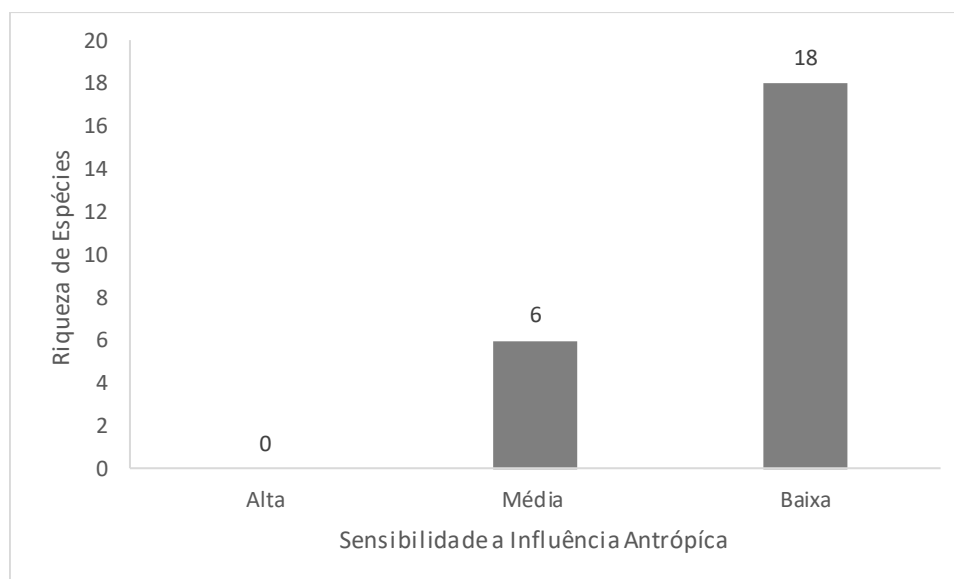


### ***Sensibilidade a Distúrbios Antrópicos***

As espécies podem se comportar de diferentes maneiras frente as alterações humanas, sendo que algumas podem se adaptar melhor as mudanças no ambiente. Essas são conhecidas como espécies plásticas (tolerantes as alterações antrópicas) e, por isso, apresentam sensibilidade baixa a influência humana. A maioria dos mamíferos registrados foram categorizados por apresentarem alta tolerância a antropização (n = 18), Figura 85.

As demais espécies registradas possuem sensibilidade média a alterações antrópicas (n = 6). Esses táxons conseguem suportar algumas alterações na paisagem, mas observadas em regiões que ainda apresentem percentuais mínimos de fragmentos naturais para suprir suas necessidades ecológicas. Os mamíferos registrados foram: *C. brachyurus*; *L. vetulus*; *L. pardalis*, *P. yagouaroundi*; *L. longicaudis* e *D. azarae*. Nenhum táxon registrado por dados primários foi considerado de alta sensibilidade a alterações antrópicas.

**Figura 85 Sensibilidade das espécies da mastofauna a perturbações antrópicas na região do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima / Minas Gerais.**





### 14.2.7.2.3 Conclusão

Durante o levantamento de mamíferos de médio e grande porte na área de estudo, foram registradas 13 espécies por dados primários. Quatro espécies registradas (*C. brachyurus*, *L. vetulus*, *L. pardalis* e *L. longicaudis*) são listadas com ameaçadas (vulnerável) nas listas nacional, estadual e/ou internacional. Quanto ao endemismo o mico-estrela (*C. penicillata*) apresenta sua distribuição original no Cerrado e a raposinha (*L. vetulus*) sua distribuição relacionada a áreas naturais abertas (Cerrado e Caatinga). Ainda em relação aos dados primários, oito espécies registradas são consideradas cinegéticas, ou seja, sofrem de alguma forma com pressões de caça. Em relação aos dados regionais (compilação de dados secundários) foram registradas 22 espécies de mamíferos de ocorrência para a região de estudo, sendo duas endêmicas do Cerrado (*C. penicillata* e *L. vetulus*) e uma endêmica da Mata Atlântica (*G. brasiliensis*). Agora quanto as espécies de ocorrência regional (revisão bibliográfica) três foram classificadas como ameaçadas.

Assim, a fauna de mamíferos amostradas demonstrou predomínio de espécies generalistas, mas ainda com presença de táxons mais sensíveis, exemplificados pelos mamíferos ameaçados. Os dados primários demonstraram predomínio de espécies semi-dependentes de ambientes florestais, de forma que a maioria ainda precisa minimamente de ambientes florestais/naturais para sua manutenção. A maioria dos táxons observados suportam algum tipo de alteração antrópica em seus ambientes. Esses táxons conseguem suportar algumas alterações na paisagem, mas necessitam de regiões que ainda apresentem percentuais mínimos de fragmentos naturais para suprir suas necessidades ecológicas.

O cenário observado é de matriz já antropizada, onde o empreendimento já se encontra em operação. Muitos distúrbios já foram realizados, alterando a paisagem natural, devido ao histórico de ocupação da área de estudo. A implantação do novo empreendimento irá ocorrer em região que já apresenta alterações humanas, assim, provavelmente, a estrutura atual observada da mastofauna não será diretamente afetada. É importante ressaltar a importância da manutenção dos remanescentes florestais ainda existentes para que os mamíferos registrados possuam fragmentos mínimos de vegetação para a realização de suas necessidades ecológicas a curto prazo. De toda forma, considerando um cenário dinâmico, sempre são necessários estudos mais aprofundados para realmente diagnosticar alterações em ambientes naturais, e de como as espécies se adaptam a ambientes antropizados.

### 14.2.7.3 Herpetofauna

#### 14.2.7.3.1 Metodologia

##### 14.2.7.3.1.1 Levantamento dos dados secundários:

Para a caracterização da assembleia da herpetofauna regional foi utilizada a lista de espécies levantada pela GOLDER (2016) para o Estudo de Impacto Ambiental – EIA para o projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados, na área da Planta Industrial do Queiroz, em campanhas realizadas em 2015 e 2016.



#### 14.2.7.3.1.2 Complementação com dados primários:

Com o objetivo de complementar os levantamentos realizados em 2015 e 2016 (GOLDER, 2016), foi realizada uma campanha única de amostragem de herpetofauna nos dias 07 e 08 de agosto de 2019, nos pontos apresentados na Figura 86 e nas Fotos 52 a 54. No Quadro 37 é apresentada a localização e a descrição dos pontos de amostragem.

**Quadro 37 Localização e descrição dos pontos de amostragem da Herpetofauna na área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1.**

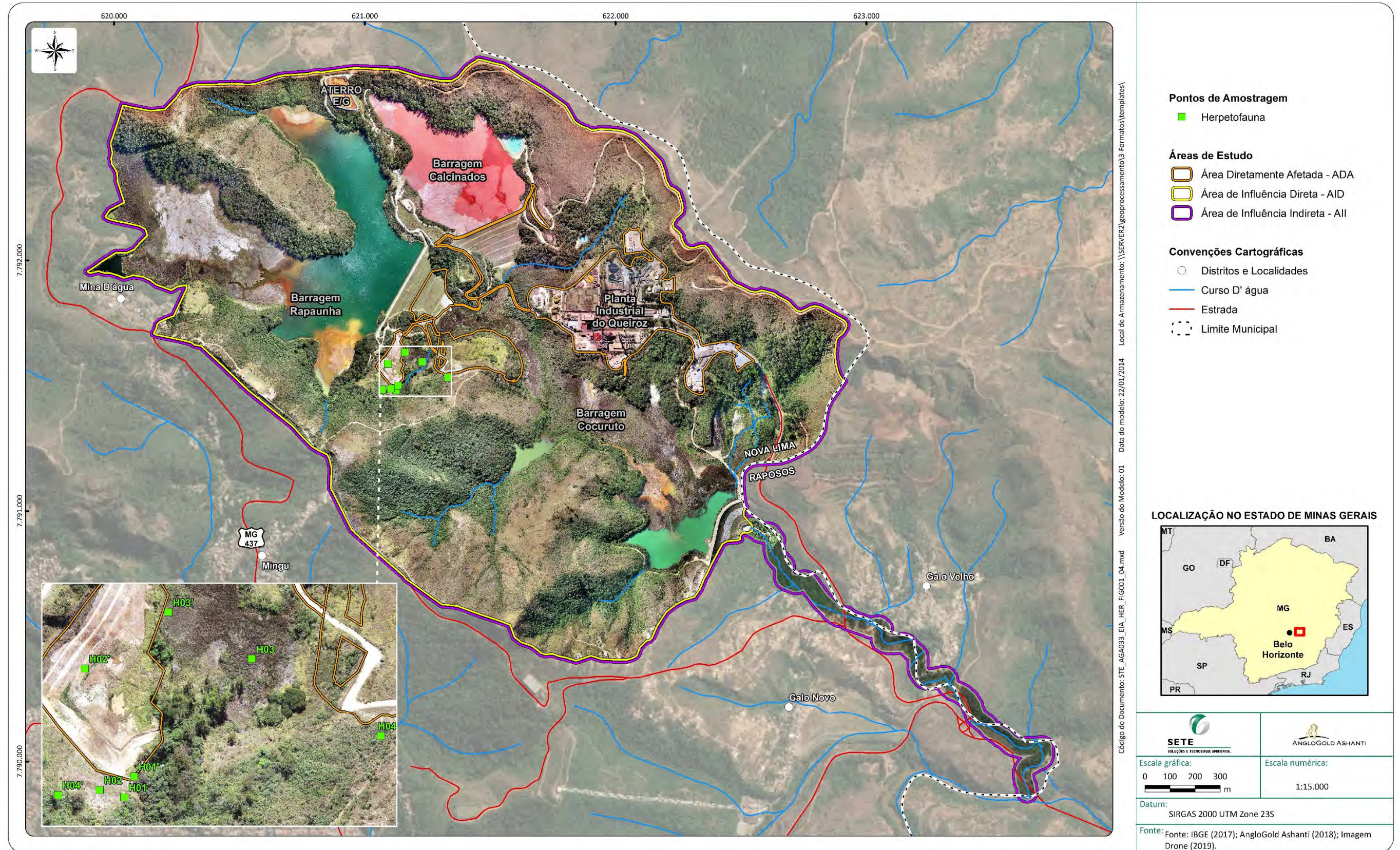
Pontos	Coordenadas Geográficas UTM (SAD69 Fuso 23S)		Método de Amostragem	Descrição da área de Estudo
	Leste	Norte		
H01	621168	7791528	Transecto de Busca Ativa Noturna	Trecho de estreita mata de galeria com presença de nascente (seca)
H01'	621176	7791545		
H02	621148	7791534	Transecto de Busca Ativa Noturna	Área aberta de brejo e alguns trechos de água corrente advinda de insurgência da Barragem Rapaunha
H02'	621136	7791633		
H03	621272	7791641	Transecto de Busca Ativa Noturna	Brejo parcialmente seco com vegetação aquática
H03'	621204	7791679		
H04	621377	7791578	Transecto de Busca Ativa Diurna	Junção das três áreas amostradas em período noturno
H04'	621114	7791530		

Fonte: Sete, 2019.





Figura 86 Pontos de amostragem da Herpetofauna na área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG.



Fonte: Sete, 2019.







Foto: Andrea Oliveira

**Foto 52 Surgência na área do transecto H02-H02' e ao fundo, Mata de Galeria do transecto H01-H01'**



Foto: Pedro Neto

**Foto 53 Brejo do transecto H03-H03'**



Foto: Andrea Oliveira

**Foto 54 Visão geral da região onde foram realizados os quatro transectos.**



Foto: Marcelo Alves

**Foto 55 Busca ativa diurna**

Para a realização dos trabalhos de campo foram utilizados seguintes métodos, conforme descrição apresentada a seguir:

- Procura Ativa Limitada por Tempo (Busca Ativa)



A metodologia utilizada para amostragem na área de influência do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz em Nova Lima/MG, foi a Procura Ativa Limitada por Tempo – PALT, no período diurno e/ou noturno, em determinados pontos amostrais escolhidos sobretudo com base na presença de corpos d'água, ambientes preferenciais para a ocupação principalmente de anfíbios. Esta metodologia consiste na busca ativa ao longo de um trecho ou localidade durante um período pré-determinado, sendo que o número de exemplares de cada espécie ouvida/observada é registrado em um banco de dados. Para padronização dos métodos, cada trecho amostrado foi percorrido durante aproximadamente uma hora no período diurno e noturno (CORN & BURY, 1990). Os pontos amostrados foram caracterizados no período diurno no que diz respeito à estrutura da vegetação, ocorrência de perturbações e demais informações pertinentes.

Os transectos foram percorridos por dois técnicos (um biólogo com ênfase em herpetologia e um auxiliar de campo), sendo o caminhamento efetuado de forma lenta e, vistoriados todos os ambientes possíveis para a ocorrência de anfíbios e répteis como pedras, serapilheira, vegetação marginal, áreas alagadas, poças e margens do ribeirão (Foto 55), através da procura ativa em todos os microambientes passíveis de abrigar algum espécime da herpetofauna.

Assim, foram registradas e fotografadas as espécies herpetofaunísticas detectadas diretamente (visualização e/ou vocalização no caso dos anuros) ou por meios indiretos, como presença de restos mortais, trocas de pele ou mesmo desovas, girinos e jovens recém-metamorfoseados (a fim de verificar se os ambientes e o micro-habitats são utilizados como sítios reprodutivos).

- Encontro ocasional

É o encontro de espécimes durante outras atividades do pesquisador que não seja propriamente a procura, como deslocamento na área de estudo. Nesse método por tanto, são considerados todos os registros, principalmente fotográficos, fora das unidades amostrais da herpetofauna ou mesmo observados pelas equipes de amostragem dos demais grupos faunísticos durante seus respectivos trajetos e metodologias.

- Identificação de espécies

Chaves e guias de identificação, bem como artigos de descrição e revisão de grupos de espécies foram utilizados para identificar os espécimes. Para a verificação da ocorrência de espécies oficialmente ameaçadas de extinção foi consultada a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais (DN COPAM 147/2010), o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de extinção (ICMBio, 2018) e a Lista Vermelha de Espécies Globalmente Ameaçadas (Red List of Threatened Species) da International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2019). Cabe aqui ressaltar que para identificação de espécies ameaçadas a nível nacional foi utilizado o Livro Vermelho de 2018 por se tratar da referência mais recente quanto ao assunto. Tal citação utiliza a Lista Oficial de Espécies Ameaçadas de 2014 (Portaria MMA nº 444/2014), somando-a às listas de espécies “Quase Ameaçadas” e espécies “Deficiente de dados” (ICMBio, 2014), atualizando-as por fim. É possível ainda que o novo Livro Vermelho, provavelmente dê origem a uma futura lista oficial.



A nomenclatura das espécies de anfíbios e répteis registrados seguiu as listas organizadas por SEGALLA *et al.* (2019) e COSTA & BÉRNILS (2018), respectivamente, que constam no site da Sociedade Brasileira de Herpetologia ([www.sbherpetologia.org.br](http://www.sbherpetologia.org.br)).

### 14.2.7.3.2 Resultados

#### 14.2.7.3.2.1 Lista de espécies de potencial ocorrência

O levantamento da herpetofauna de possível ocorrência para a região do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, no município de Nova Lima, realizado conforme dados primários apresentados por GOLDBERGER (2016), revelou a potencialidade da região para abrigar cerca de 25 espécies, sendo elas 16 de anfíbios anuros e nove de répteis (Quadro 38).

**Quadro 38 Espécies da herpetofauna com potencial ocorrência para a área do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG**

Legenda: Endemismo: MA= Mata Atlântica; Status de Ameaça: LC=Pouco Preocupante; “-“= Não Avaliado.

Táxon	Nome comum	Endemismo	Status de Ameaça		
			MG (COPAM, 2010)	Brasil (ICMBio, 2018)	Global (IUCN, 2019)
<b>AMPHIBIA</b>					
<b>ANURA</b>					
<b>Brachycephalidae</b>					
<i>Ischnocnema juipoca</i>	Rãzinha de Folhço	-	-	LC	LC
<b>Bufo</b>					
<i>Rhinella granulosa</i>	Sapo Cururu	-	-	LC	LC
<i>Rhinella crucifer</i>	Sapo Cururu	MA	-	LC	LC
<i>Proceratophrys boiei</i>	Sapo de Chifre	MA	-	LC	LC
<b>Hylidae</b>					
<i>Bokermannohyla circumdata</i>	Perereca	MA	-	LC	LC
<i>Dendropsophus minutus</i>	Perereca de Ampulheta	-	-	LC	LC
<i>Boana albopunctata</i>	Perereca cabritinha	MA	-	LC	LC
<i>Boana crepitans</i>	Perereca	-	-	LC	LC
<i>Boana faber</i>	Sapo Martelo	-	-	-	LC
<i>Boana lundii</i>	Perereca	-	-	LC	LC
<i>Boana polytaenia</i>	Perereca de Pijama	MA	-	LC	LC
<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca de Banheiro	-	-	LC	LC
<b>Leptodactylidae</b>					
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Rã Cachorro	-	-	LC	LC
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rã Assobiadora	-	-	LC	LC
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	Rã Pimenta	-	-	LC	LC
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Rã Assobiadora	-	-	LC	LC





Legenda: Endemismo: MA= Mata Atlântica; Status de Ameaça: LC=Pouco Preocupante; “-”= Não Avaliado.

Táxon	Nome comum	Endemismo	Status de Ameaça		
			MG (COPAM, 2010)	Brasil (ICMBio, 2018)	Global (IUCN, 2019)
<b>AMPHIBIA</b>					
<b>ANURA</b>					
<b>REPTILIA</b>					
<b>SQUAMATA – “LAGARTOS”</b>					
<b>Amphisbaenidae</b>					
<i>Amphisbaena alba</i>	Cobra de duas cabeças	-	-	LC	LC
<b>Leiosauridae</b>					
<i>Enyalius bilineatus</i>	Camaleãozinho	-	-	LC	-
<b>Mabuidae</b>					
<i>Notomabuya frenata</i>	Briba	-	-	LC	-
<b>Teiidae</b>					
<i>Ameiva ameiva</i>	Calango Verde	-	-	LC	-
<i>Salvator merianae</i>	Teiú	-	-	LC	LC
<b>Tropiduridae</b>					
<i>Tropidurus torquatus</i>	Calango	-	-	LC	LC
<b>Gekkonidae</b>					
<i>Hemidactylus mabouia</i>	Lagartixa	-	-	-	-
<b>SQUAMATA – “SERPENTES”</b>					
<b>Dipsadidae</b>					
<i>Phimophis guerini</i>	Cobra bicuda	-	-	-	-
<i>Thamnodynastes hypoconia</i>	Cobra cipó	-	-	LC	-

Fonte: GOLDER (2016)

Dentre as 25 espécies listadas como de potencial ocorrência para a área aqui avaliada, nenhuma é considerada ameaçada a nível estadual, nacional ou mundial (COPAM, 2010; ICMBIO, 2018; IUCN, 2019). Todavia, cinco espécies, todas de anfíbios anuros são tidas como endêmicas do bioma Mata Atlântica, sendo elas: *Rhinella crucifer*, *Proceratophrys boiei*, *Bokermannohyla circumdata*, *Boana albopunctata* e *Boana polytaneia* (ROSSA-FERES *et al.*, 2018).

A família mais representativa, dentre anfíbios e répteis, é a família de anuros Hylidae, com oito espécies citadas para a herpetofauna regional. Tal resultado é comum, sendo também observado em outros estudos semelhantes, inclusive em municípios próximos ao aqui estudado (SÃO-PEDRO & FEIO, 2010; SÃO-PEDRO & FEIO, 2011; PIRANI *et al.*; 2013). Esse expressivo número de espécies quando comparado às demais famílias do grupo se justifica principalmente por dois motivos: Os anfíbios da família Hylidae possuem discos adesivos nas extremidades de seus artelhos, o que dá a eles a capacidade de ocupar diversos extratos da vegetação (HADDAD *et al.*, 2013). Além disso, dentre os anuros, essa família é a segunda maior mundialmente (FROST, 2019), o que também justifica a facilidade de seu registro.



#### 14.2.7.3.2.2 Lista de dados primários

Em campanha única realizada nos dias 07 e 08 e agosto de 2019 foram registradas quatro espécies da herpetofauna na área de influência do projeto de Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, amostrada complementarmente; sendo duas espécies de anfíbios anuros e duas de répteis (Quadro 39).

### Quadro 39 Espécies da herpetofauna registradas durante campanha única, nas áreas de influência do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta do Queiroz, Nova Lima/MG

Legenda: Tipo de registro: V= visual; Endemismo: MA= Mata Atlântica; Status de Ameaça: LC=Pouco Preocupante; “-“= Não Avaliado

Táxon	Nome comum	Transecto	Tipo de registro	Endemismo	Status de Ameaça		
					MG (COPAM, 2010)	Brasil (ICMBio, 2018)	Global (IUCN, 2019)
<b>AMPHIBIA</b>							
<b>ANURA</b>							
<b>Hylidae</b>							
<i>Boana pardalis</i>	Perereca porco	H01-H01'	V	MA	-	LC	LC
<i>Bokermannohyla circumdata</i>	Perereca	H03-H03'	V	MA	-	-	LC
<b>REPTILIA</b>							
<b>SQUAMATA - LAGARTOS</b>							
<b>Teiidae</b>							
<i>Ameiva ameiva</i>	Calango verde	H04-H04'	V	-	-	LC	-
<b>SQUAMATA - SERPENTES</b>							
<b>Dipsadidae</b>							
<i>Erythrolamprus aescullapii</i>	Coral falsa	H01-H01'	V	-	-	LC	-

Das quatro espécies ocorrentes nessa campanha, duas não haviam sido registradas pelo estudo anterior realizado pela GOLDER (2016), sendo elas o hilídeo *Boana pardalis* e a serpente *Erythrolamprus aescullapii*.

Nenhuma das espécies acima citadas é considerada ameaçada a nível estadual, nacional ou mundial (COPAM, 2010; ICMBIO, 2018 e IUCN, 2019), porém os dois anfíbios registrados, *Boana pardalis* e *Bokermannohyla circumdata* são endêmicos de Mata Atlântica. Ambas são consideradas espécies que ocupam locais de média a alta altitude e de ampla distribuição (ARAUJO, *et al.*, 2010; CONDEZ *et al.*, 2009). Nenhuma das espécies de anfíbios visualizadas foi registrada em atividade de vocalização, o que pode demonstrar que nenhuma das espécies se encontra em período reprodutivo. Porém, pouco se sabe sobre o padrão sazonal das mesmas, sendo esse padrão muitas vezes classificado com “não definido” por autores (PIRANI *et al.*, 2013; SÃO PEDRO & FEIO, 2010).

Quanto aos répteis registrados, *Ameiva ameiva*, conhecido como calango verde, é um lagarto de médio a grande porte, forrageio ativo e hábitos generalistas. Geralmente, observa-se populações abundantes nas regiões onde a espécie ocorre (VITT & COLLI, 1994; SILVA *et al.*, 2003).



*Erythrolamprus aesculapii* é uma espécie de falsa coral que em fase adulta, se alimenta de outras serpentes (ofiófaga). Apesar de ser um ofídio de dentição opistóglifa, é considerado sem importância médica, de forma que casos de envenenamento são raros e o quadro clínico pós acidente ofídico é discreto, por vezes até mesmo ausente (SILVEIRA *et al.*, 2010; ASSIS, *et al.*, 2018). Não foi possível fotografar o indivíduo visualizado durante as amostragens aqui realizadas. Porém, tendo em vista que a única espécie de falsa coral que apresenta o padrão de coloração com díades pretas na região estudada é a espécie em questão (comunicação pessoal Henrique Caldeira Costa), foi possível identificá-la ao máximo nível taxonômico.

O baixo registro de espécies pode ser justificado pelo período de realização da campanha tendo em vista que anfíbios são altamente influenciados pela temperatura e pluviosidade, apresentando maior atividade em estações quentes e úmidas (CONTE & ROSSA FERES; 2006). Durante esse estudo, observou-se algumas áreas se encontravam com baixa disposição hídrica, como por exemplo é o caso da nascente Grota Sul localizada no transecto H01-H01'. Com a restrição dos habitats favoráveis a ocupação da anurofauna, é coerente que também haja diminuição de registros.

No caso dos répteis, o baixo número de indivíduos registrados pode ser abonado pelo fato de que o grupo geralmente possui encontro fortuito, sendo dificilmente amostrado através da metodologia de busca ativa, a única aqui realizada. Dessa forma, inventários desse grupo muitas vezes não geram resultados satisfatórios, pois demandam grande esforço e período amostral, bem como, a combinação de variados métodos de coleta, como por exemplo o uso de armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*).

Praticamente todas as espécies citadas no levantamento de dados primários, além de serem tidas como de ampla distribuição, são consideradas tolerantes com relação a qualidade ambiental do ambiente em que habitam, sendo comumente encontradas em ambientes alterados, antropizados e até mesmo urbanos (HARTMANN, 2005; CRUZ *et al.*, 2014; VITT e COLLI, 1994; ZOCCA *et al.*, 2014). A exceção, *Bokermannohyla circumdata*, embora relativamente mais exigente a alterações ambientais, tendo sua presença associada a ambientes florestados/matias de galeria (SERAFIM *et al.*, 2008; ARAÚJO *et al.*, 2010; TORRES, 2012), é também considerada uma espécie de ampla distribuição (CONDEZ *et al.*, 2009) (Fotos 56 a 58).



Foto: Larissa Arruda

**Foto 56 *Boana pardalis***

Foto: Larissa Arruda

**Foto 57 *Bokermannohyla circumdata***



Foto: Jussara Dayrell

**Foto 58 Ameiva ameiva**

### **14.2.7.3.3 Conclusão**

A área diretamente afetada pelas instalações do aterro trata-se de um ambiente já alterado por ações antrópicas advindas das atividades realizadas na Planta do Queiroz, o que já limita sua ocupação a espécies, tanto de anfíbios quanto de répteis, de maior resistência a esse tipo de antropização.

Além disso, é importante ressaltar que ambientes como o aqui estudado para a implantação do Aterro de resíduos, passam por constantes modificações advindas das atividades do empreendimento, o que acarreta tanto na extinção quanto no surgimento de microhabitats propícios a ocupação da herpetofauna, principalmente se relacionados a dinâmica hídrica local. Porém, ainda que ocorra a criação desses ambientes favoráveis à habitação da mesma, a ocupação se dá por espécies pouco exigentes com relação a qualidade ambiental.

Tal relação entre a qualidade do ambiente e ocupação de espécies pouco exigentes pode ser corroborada pelo levantamento de dados aqui apresentado, tendo em vista que tanto a lista de espécies de dados secundários quanto a de dados primários demonstraram predominância de espécies com maior tolerância a alterações ambientais e de ampla distribuição. Sendo assim, sugere-se que a futura instalação do aterro de resíduos influencie pouco na composição da herpetofauna ali habitante.

## **14.3 Meio Socioeconômico**

### **14.3.1 Metodologia**

A análise relativa ao meio socioeconômico e cultural nas áreas de influência do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1, tomou como base a metodologia desenvolvida pelo IBGE, apresentada na publicação “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, Brasil 2015” (IBGE, 2015) e a caracterização das comunidades consideradas como área de influência direta descrita em Golder (2016).

Assim, a caracterização do contexto regional da área de estudos, bem como dos municípios de Raposos e Nova Lima, considerados como Área de Influência Indireta – AII, não serão apresentados novamente nesse estudo.





A seguir é apresentado, de forma sucinta, a caracterização das Áreas de Influência Direta – AID, consideradas como os bairros do Mingu, Mina d'Água e Galo Novo, localizados em Nova Lima e Galo Velho que se divide entre Nova Lima e Raposos.

#### **14.3.1.1 Área de Influência Direta (AID) – Mingu**

O bairro Mingu está localizado no município de Nova Lima próximo ao centro, com seus primeiros moradores surgindo com as vilas operária em função das atividades de exploração na Mina de Morro Velho. Segundo relatos da comunidade, houve uma tentativa de instalação de uma colônia chinesa na região, mas sem sucesso, pois os trabalhadores não se adaptaram ao trabalho nas minas que então introduziram a cultura do plantio de uma árvore nativa do Brasil chamada Mingu, de boa extração para trabalhos de marchetaria, e então o bairro ficou conhecido como bairro do Mingu.

Segundo o representante da associação dos moradores do bairro, há aproximadamente 500 famílias residentes, compostas por três pessoas em média, valores bem maiores que os registrados pelos Agentes Comunitários de Saúde, responsáveis pela área do Mingu, com aproximadamente 287 famílias cadastradas. Já segundo o IBGE, havia 304 domicílios particulares em 2010.

A população do bairro tem à disposição o Centro de Saúde Vera Wanderley Dias, que também atende o bairro Mina D'Água, conta com dentistas, genecologia, pediatra, assistente social, fonoaudiólogo, fisioterapeuta, nutricionista, psicólogo, terapeuta ocupacional e uma Equipe do Programa Saúde da Família (ESF/PSF), que inclui um médico generalista, uma enfermeira, um técnico em enfermagem e cinco agentes comunitários de saúde. Segundo a enfermeira do PSF, os casos mais frequentes de doenças entre a população atendida são as doenças crônicas, incluindo diabetes e hipertensão, sendo as demandas não atendidas encaminhadas para a Policlínica Municipal de Nova Lima e para o Hospital Nossa Senhora de Lourdes, nos casos infantis, instalado no mesmo município, que se encarregam de encaminhar os casos necessários para Belo Horizonte e receber de volta a contra referência.

A Escola Municipal Vera Wanderley Dias (Escola do Mingu) atende os alunos dos bairros Mingu, Mina D'Água e Boa Vista, oferecendo educação infantil e ensino fundamental (Maternal I e II, 1º e 2º Período e 1ª, 2ª, 3ª e 4ª Série) no turno da manhã e tarde. O transporte das crianças do 1º e 2º maternal fica sob a responsabilidade da própria família e as crianças da educação infantil, matriculadas no 1º e 2º Período, e do ensino fundamental (1ª a 4ª série), residentes do bairro Mina D'Água e Boa Vista, são transportadas pela Prefeitura Municipal de Nova Lima através de convênio firmado com a empresa Via Ouro. A avaliação da diretora da escola em relação ao transporte e merenda escolar é positiva, considera baixo o índice de reprovação, praticamente não existe evasão escolar, não há déficit de vagas e o maior problema é a falta de apoio da Prefeitura para aquisição de bens.

Existe coleta de lixo e rede de esgoto em parte do bairro. Em parte do bairro, especificamente na parte baixa na Rua Abel Saturnino, o esgoto é lançado direto no curso d'água. Segundo o representante da associação de moradores, não haver residências sem fornecimento de água que é prestado pela COPASA.



A população do bairro reivindica maior policiamento no trecho da estrada de Nova Lima – Sabará (MG 437) e alguns moradores relatam problemas crônicos com pessoas já conhecidas e impunes do bairro Taquaril que cometem roubos no Mingu e bairros vizinhos. Há uma linha de ônibus que atende o bairro, entretanto os moradores reclamam do não cumprimento dos horários e do trajeto, pois quando está chovendo o motorista não passa na parte de baixo do bairro.

No Mingu existe oferta de serviços e comércio concentrada em parte do bairro nas proximidades da escola e do posto de saúde. Entretanto, segundo alguns entrevistados, há uma preferência dos moradores em ir até o centro da cidade onde se encontra produtos com preços melhores. Segundo informações da liderança de bairro, a população trabalha em comércios ou na prestação de serviços em Nova Lima ou nos municípios da região em atividades econômicas representativas do circuito inferior da economia, que apresenta baixas remunerações.

#### **14.3.1.2 Área de Influência Direta (AID) – Mina D'Água**

O bairro Mina D'Água está localizado no município de Nova Lima e recebeu esse nome pela existência de 18 nascentes, atualmente assoreadas e/ou inexistentes, tendo as primeiras construções sido erguidas, muito provavelmente, nas décadas finais do século XIX para dar suporte à produção agrícola que abastecia a antiga Mina do Morro Velho. A origem do bairro também se deu por influência da Fazenda Ana da Cruz, segundo liderança local, com o registro dos primeiros moradores e casas construídas entre os anos de 1960.

Ao longo dos anos várias edificações foram removidas em função do enchimento da Barragem da Rapaunha, no início da década de 1980, em virtude da proximidade das aglomerações urbanas, novamente em 2001 com a elevação de seu volume e construção da quadra de esportes e praça como forma de compensação.

O bairro é subdividido em Mina D'Água I, II e III, mas de maneira extraoficial. Segundo uma liderança do bairro, a população de Mina D'Água I e Mina D'Água II gira em torno de 800 habitantes e 218 domicílios, mas não soube informar os números de Mina D'Água III, embora a liderança garanta que seja menor que a do restante do bairro. De acordo com os agentes comunitários de saúde que atendem no bairro, existem 153 domicílios ocupados, conforme cadastros para visitas domiciliares. Já os dados do IBGE reportam 137 domicílios particulares em 2010.

O bairro não conta com Posto de Saúde, com o atendimento sendo feito no Centro de Saúde Vera Wanderley Dias do bairro Mingu e a Escola Municipal Vera Wanderley Dias (Escola do Mingu) é a que atende os alunos do bairro oferecendo a educação infantil e o ensino fundamental, conforme caracterização do bairro Mingu.



Existe coleta de lixo no bairro, sendo o esgoto é lançado diretamente no curso d'água ou nos quintais das casas e o abastecimento de água é feito pela COPASA. Para as atividades de lazer, o bairro conta com uma quadra e uma praça, construída pela AngloGold Ashanti. O bairro possui ruas asfaltadas, mas próximo à estrada que dá acesso à Sabará na saída do bairro há uma parte ainda sem asfalto. Existem reivindicações para melhoria da segurança ao longo dessa estrada, aonde vem ocorrendo casos recorrentes de assalto.

Mina D'Água é um bairro majoritariamente residencial e restrito em atividades de comércio e serviços, levando seus moradores a se deslocarem para o centro de Nova Lima, e com menos frequência, para o Mingu. A população conta com uma linha de ônibus que os leva até o centro de Nova Lima. Segundo informações da liderança de bairro, a população trabalha em comércios ou na prestação de serviços em Nova Lima ou nos municípios da região em atividades econômicas representativas do circuito inferior da economia, que apresenta baixas remunerações.

#### **14.3.1.3 Área de Influência Direta (AID) – Galo (Galo Velho e Galo Novo)**

O bairro do Galo tem sua formação com a atividade minerária e construção de vilas operárias, sendo dividido em Galo Novo, pertencente integralmente ao município de Nova Lima, e Galo Velho que se divide entre Raposos e Nova Lima.

As lideranças do Galo Novo e do Galo Velho não souberam informar sobre a população do bairro e segundo um agente comunitário de saúde que atende no Centro de Saúde David Finlay haviam 59 famílias residentes no Galo Velho e 80 famílias no Galo Novo, incluindo aproximadamente 40 famílias residentes na ocupação irregular denominada Ocupação Boa Esperança que vem sendo apropriada pela população desde 2009, apesar de todas as famílias residentes nessa área ainda não estarem cadastradas. Já o IBGE apontou, no ano de 2010, 34 endereços cadastrados no Galo Velho, localizados no município de Raposos, e 107 domicílios no Galo (Nova Lima) sem, no entanto, especificar se é no Galo Velho ou no Galo Novo.

A estrutura física para atendimento de saúde fica localizada no Galo Novo e atende também a população do Galo Velho em Nova Lima, e esporadicamente a população do Galo Velho localizada em Raposos. A unidade de saúde conta com uma equipe com clínico geral, pediatra, ginecologista, fonoaudiólogo e um agente comunitário de saúde, que informou haver um problema de falta de cobertura do Sistema Único de Saúde - SUS pela necessidade de comprovação de residência e, por isso, apenas oito das quarenta famílias residentes em área irregular no Galo Novo estão cadastradas.



A Escola Municipal David Finlay, localizada no Galo Novo, oferta a educação infantil e ensino fundamental (1º e 2º Período e 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª Série) para alunos residentes no bairro, sejam no município de Nova Lima ou Raposos, nos períodos da manhã e tarde (7 horas às 17 horas). Os alunos de Raposos contam com transporte gratuito da Prefeitura Municipal, o que não ocorre com os alunos de Nova Lima que vão para a escola caminhando ou transportados por vans particulares. A diretora da escola avalia que, de modo geral, a falta do serviço gratuito constitui-se um problema, pois nem todas as famílias têm condições de pagar o serviço de transporte escolar. A escola conta com o acompanhamento de nutricionista da Secretaria Municipal de Educação de Nova Lima para o fornecimento da merenda que a diretora avalia como positiva. Ela considera bom o índice de aprovação, com retenção mínima, e o índice de evasão é muito baixo, fato que é justificado pelo trabalho comprometido e pela parceria da escola com as famílias.

Parte das residências do bairro são de baixo padrão construtivo e estão em área de ocupação irregular recente, carecendo de infraestrutura básica. Existem ruas asfaltadas ou de calçamento, mas não há calçamento ou asfalto nas ruas que dão acesso à parte nova do Galo (área de ocupação). O bairro conta com coleta de lixo, abastecimento de água feito pela COPASA e não há rede de esgoto.

O bairro do Galo Novo abriga pequenos comércios, entretanto na parte da ocupação Boa Esperança não há estrutura de prestação de serviços e comércio e a população, quando necessita suprir suas necessidades de consumo, o faz no centro de Nova Lima ou nos comércios que se localizam à beira da MG 150. Segundo informações da liderança de bairro, a população trabalha em comércios ou na prestação de serviços em Nova Lima, ou nos municípios da região em atividades econômicas representativas do circuito inferior da economia, que apresenta baixas remunerações.





## 15. ANÁLISE INTEGRADA

O Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, destina-se à disposição de resíduos sólidos classe I gerados na Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETE (resíduo arsenical) e no novo sistema de desaguamento de rejeito (rejeito calcinado), necessário para a continuidade das operações de beneficiamento na Planta do Queiroz.

A unidade está inserida na sub-bacia do córrego da Mina d'Água, pertencente à bacia hidrográfica estadual do rio das Velhas, que por sua vez, faz parte da bacia hidrográfica federal do rio São Francisco. Na área ocorrem nascentes de diversos córregos que são afluentes do rio das Velhas, cujo gerenciamento dos recursos hídricos é feito pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do rio das Velhas – CRH Rio das Velhas.

O empreendimento está situado na borda norte do Quadrilátero Ferrífero, por isso a geomorfologia das áreas próximas ao projeto é caracterizada por um conjunto de relevo predominantemente montanhoso e fortemente condicionado pelo substrato litoestrutural do Quadrilátero Ferrífero.

Os solos presentes na área apresentam fortes limitações ao uso agrícola, sendo, de modo geral, rasos, com afloramentos rochosos, capeamentos de canga, de baixa fertilidade e elevada acidez, ocorrendo em terrenos declivosos e com elevada susceptibilidade a processos erosivos ou movimentos de massa.

Com relação à espeleologia, considerando as informações levantadas de estudos e caminhamentos realizados, a área apresenta muito baixo potencial para a ocorrência de cavidades naturais.

As Unidades de Conservação – UCs são encontradas nos municípios de Belo Horizonte e Nova Lima, na sua maioria inseridas na Área de Proteção Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte – APA Sul RMBH. A Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Mata do Jambreiro e o Parque Natural Municipal Rego dos Carrapatos, localizados em Nova Lima, estão a cerca de 2 km da área do Aterro H1. O empreendimento também se encontra próximo à extremidade nordeste da Serra do Gandarela, onde recentemente foi criado o Parque Nacional da Serra do Gandarela, que abrange parte dos municípios de Nova Lima, Raposos, Caeté, Santa Bárbara, Mariana, Ouro Preto, Itabirito e Rio Acima.

Considerando o histórico dos monitoramentos da qualidade das águas, ar e ruído, a qualidade ambiental da área pode ser considerada satisfatória quando comparados os resultados analisados com os padrões de referência estabelecidos pela legislação vigente.



Apesar de estar inserido na Cadeia do Espinhaço e no Quadrilátero Ferrífero, áreas definidas como de importância biológica extrema para a conservação da biodiversidade, o Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais – ZEE-MG classifica a área de localização do Aterro H1 como Zona de Desenvolvimento 1, que pode ser definida como terras de baixa vulnerabilidade em locais de alto potencial social. Isso pode ser evidenciado, pelo fato do Aterro H1 estar dentro da Planta do Queiroz, uma área de uso industrial consolidado, onde a cobertura vegetal já se encontra muito alterada devido à implantação das estruturas que integram a planta de beneficiamento já licenciadas. A comunidade vegetal presente na área do projeto, apresenta baixa diversidade florística, sendo composta predominantemente por espécies exóticas pioneiras e de ampla distribuição geográfica. Para as comunidades faunísticas, também se observa a ocorrência de espécies generalistas, de grande plasticidade ambiental, ou seja, que ocupam áreas em diferentes graus de conservação e possuem ampla distribuição geográfica.

A força do setor industrial no município de Nova Lima se reflete na arrecadação de impostos relacionados à essas atividades como o ICMS, ISSQN e CFEM e à manutenção de um contingente significativo de empregados diretos e indiretos. É nesse contexto econômico que se insere a Planta do Queiroz e o Aterro H1, necessário para a continuidade das operações da AngloGold Ashanti – AGA no Brasil e para a manutenção de cerca de 5.000 empregos diretos e indiretos, e da renda direta e/ou indiretamente vinculada, em âmbito municipal, estadual e federal.



## 16. PROGNÓSTICO AMBIENTAL

As alterações no projeto de engenharia do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1 não alteram o prognóstico ambiental apresentado para a área no Estudo de Impacto Ambiental – EIA (Sete, 2018).

Mesmo assim, são destacados a seguir os principais pontos que demonstram que a não implantação do projeto do Aterro H1 causa impactos socioeconômicos negativos mais significativos do que os benefícios ambientais gerados para a área.

A paisagem atual da área de estudo reflete seu uso e aptidão para atividades de mineração e beneficiamento de minério. Sendo assim, mesmo sem a implantação do projeto do Aterro H1, a tendência é que as atividades antrópicas existentes permaneçam. Importante destacar também a baixa aptidão agrícola dos solos na maior parte da área o que inviabiliza o desenvolvimento de atividades agropecuárias, comprometendo significativamente a empregabilidade e consequente a geração de renda para o município caso o projeto do Aterro H1 não seja implantado.

Mas não só o município de Nova Lima será impactado com a não implantação desse projeto. O Aterro H1 é fundamental para a continuidade da operação da Planta do Queiroz que beneficia minérios oriundos das Minas Cuiabá e Lamego, localizadas em Sabará/MG. Sem esse novo aterro, empregos e impostos gerados na planta industrial em Nova Lima e nas minas de ouro em Sabará ficarão comprometidos. Também sofrerão impactos diretos as minas de Córrego do Sítio (CDSI e CDSII), localizadas em Santa Bárbara/MG e a Mineração Serra Grande em Crixás/GO, que dependem diretamente da operação da Planta do Queiroz para o refino do ouro existente no minério proveniente de tais minas.

Portanto, para o cenário sem a implantação do Aterro H1, as projeções futuras para os níveis de qualidade ambiental da área apontam para a manutenção das condições atuais, uma vez que as atividades antrópicas já existentes no entrono serão mantidas. Assim, a não instalação do Aterro H1 deixa as condições ambientais da área semelhantes às que existem hoje, já os municípios envolvidos serão fortemente atingidos pelos impactos socioeconômicos decorrentes da não continuidade das operações da Planta do Queiroz.



## 17. CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

As atividades necessárias para a implantação do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 apresentam potencial para gerar impactos ao meio ambiente e às comunidades vizinhas, por isso precisam ser bem gerenciadas para que esses impactos sejam minimizados.

Segundo a Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA é considerado como 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 afetem a saúde, segurança e bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Segundo as definições utilizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR ISO 14.001:2015, podemos dizer que o Impacto Ambiental é uma modificação no meio ambiente, seja ela adversa ou benéfica, total ou parcial, que resulte dos aspectos ambientais de um empreendimento. Esses Aspectos Ambientais são os elementos das atividades, produtos ou serviços realizados por empresas, que interagem ou podem interagir com o meio ambiente.

É importante ressaltar que das inúmeras formas de impacto ambiental, as que mais chamam a atenção dizem respeito a questões ligadas à preservação das espécies, da biodiversidade e dos ecossistemas e às alterações causadas no meio físico (qualidade do ar, águas, solo). Porém, o conceito de impacto ambiental, de acordo com a definição do CONAMA, inclui também questões relacionadas às sociedades locais.

O processo de Avaliação de Impacto Ambiental – AIA deve ser iniciado na fase de planejamento para a implantação do empreendimento, estendendo-se por toda a sua vida útil. A previsão e análise dos possíveis impactos ambientais, com vistas ao estabelecimento de controles e monitoramentos, deve ser feita com base na natureza das atividades a serem desempenhadas, nas tecnologias a serem empregadas e nos materiais a serem utilizados.

Os estudos e avaliações prévias dos impactos ambientais são hoje uma real necessidade que, além do atendimento a uma obrigação legal, devem ser realizados com vistas a tornar-se um verdadeiro instrumento de garantia da saúde dos investimentos e da melhor qualidade de vida para as comunidades bióticas relacionadas (Vieira, 1986).

Normalmente intervenções para a implantação de empreendimentos podem causar alterações no meio, tais como:

- Na morfologia do relevo e paisagem local; associadas à supressão da vegetação, remoção do *topsoil* e movimentação do solo;
- Nas propriedades do solo com potencial desenvolvimento de processos erosivos nas áreas com solo exposto, em especial durante o período de chuvas;





- Na qualidade das águas superficiais dos cursos d'água localizados à jusante do empreendimento, pelo carreamento de sedimento pela drenagem pluvial;
- Na qualidade das águas superficiais e subterrâneas e nas propriedades dos solos pelos efluentes sanitários e oleosos e pelos resíduos sólidos gerados;
- Na qualidade do ar e nos níveis de pressão sonora nos locais de obra e nos canteiros, pela movimentação de pessoas e veículos/equipamentos;
- Nas comunidades da flora e fauna local com o afugentamento e perda de indivíduos, pela supressão da vegetação e movimentação de pessoas e veículos/equipamentos;
- Nas populações vizinhas com incômodos e alterações nas suas rotinas diárias, pelas atividades realizadas e resíduos/efluentes gerados nos locais de obra e nos canteiros, além da movimentação de pessoas e veículos/equipamentos.

Contudo, a simples identificação dos impactos ambientais não é suficiente para definir a abrangência das ações que devem ser estabelecidas para o seu controle. Para isso, é necessário realizar a avaliação dos impactos identificados, através de uma análise conjunta com as características dos meios físico, biótico e socioeconômico onde as atividades serão realizadas, considerando cada uma das etapas previstas para a implantação, operação e fechamento do empreendimento.

Para a avaliação dos impactos ambientais para a etapa de implantação, operação e fechamento do Aterro de Resíduos Industriais H1, foram adotando os critérios de classificação descritos a seguir:

***Efeito:***

- Positivo (+): impacto benéfico ao meio;
- Negativo (-): impacto adverso ao meio.

***Incidência:***

- Direta (D): quando decorre de uma ação do empreendimento;
- Indireta (I): quando é consequência de outro impacto.

***Abrangência:***

- Pontual (P): quando se restringe a um ou mais pontos localizados dentro da área onde ocorrerão as intervenções (área diretamente afetada – ADA);
- Local (L): quando ocorre em locais restritos ao entorno da área onde ocorrerão as intervenções (área de influência direta – AID);
- Regional (R): quando o impacto tem interferência ou alcance áreas distantes de onde ocorrerão as intervenções (área de influência indireta – AII), abrangendo a sub-bacia ou municípios envolvidos;
- Supra regional (S): quando extrapola a AII do empreendimento.



**Duração:**

- Curto prazo (C): quando ocorre em tempo igual ou inferior a um ano;
- Médio prazo (M): quando ocorre no intervalo de 1 a 10 anos;
- Longo prazo (L): quando ocorrer em um intervalo superior a 10 anos.

**Reversibilidade:**

- Reversível (R): se o meio tem potencial para se recompor quando cessada ou controlada a origem do impacto;
- Irreversível (I): quando o impacto se mantém mesmo se controlada ou cessada a sua origem.

**Periodicidade:**

- Temporário (T): quando ocorre uma única vez durante a fase avaliada;
- Permanente (P): quando depois de ocorrido não tem fim definido na fase avaliada;
- Cíclico (C): quando se repete na fase avaliada.

**Magnitude:**

**Desprezível (D):**

- Meio Físico: o impacto não é percebido ou medido e não altera a qualidade ambiental da área de abrangência.
- Meio Biótico: o impacto não é percebido ou verificável e não altera a qualidade ambiental da área de abrangência (ocorre em empreendimentos já instalados, onde não existem habitats naturais).
- Meio Socioeconômico: o impacto não provoca alterações na estrutura e na dinâmica socioeconômica da área de abrangência.

**Baixa (B):**

- Meio Físico: o impacto é percebido ou medido e gera uma baixa alteração na qualidade ambiental da área de abrangência, sendo que os padrões ambientais legais são mantidos.
- Meio Biótico: o impacto é passível de ser percebido ou verificável, sem caracterizar perdas na qualidade ambiental da área de abrangência (ocorre quando o ecossistema afetado é pouco complexo e já se encontra descaracterizado em sua composição e estrutura).
- Meio Socioeconômico: o impacto provoca pequenas alterações, sem gerar mudanças na estrutura e na dinâmica socioeconômica da área de abrangência.



### *Média (M):*

- **Meio Físico:** o impacto é percebido ou medido e gera uma média alteração na qualidade ambiental da área de abrangência, sendo que os padrões ambientais podem ser eventualmente ultrapassados (eventos isolados).
- **Meio Biótico:** o impacto caracteriza perdas na qualidade ambiental da área de abrangência. As alterações podem ser expressas na supressão ou alteração de habitats pouco complexos e na perda de espécies da flora e da fauna pouco restritivas. O impacto pode atingir áreas ou espécies sobre as quais existem restrições legais (áreas de preservação permanente – APPs, espécies imunes de corte, ameaçadas, etc.). Os impactos não são reversíveis, mas podem ser minimizados por ações de controle ambiental ou recuperação de ecossistemas.
- **Meio Socioeconômico:** o impacto provoca alterações na estrutura e na dinâmica socioeconômica da área de abrangência, as quais podem ser absorvidas com ações de ajuste na estrutura socioeconômica municipal.

### *Alta (A):*

- **Meio Físico:** o impacto é percebido ou medido e gera uma grande alteração na qualidade ambiental da área de abrangência. Os padrões ambientais podem ser ultrapassados com maior frequência, não demonstrando uma curva de tendência evolutiva.
- **Meio Biótico:** o impacto caracteriza perdas expressivas na qualidade ambiental da área de abrangência. Tais perdas podem estar relacionadas à supressão de habitats bem conservados ou habitats e espécies restritivos e/ou para os quais existem restrições legais (APPs, espécies imunes de corte, ameaçadas, etc.). Os impactos não são reversíveis, mas podem ser compensados.
- **Meio Socioeconômico:** o impacto provoca alterações significativas na estrutura e na dinâmica socioeconômica da área de abrangência, as quais só podem ser absorvidas com ações de transformação da estrutura socioeconômica.

### *Crítica (C):*

- **Meio Físico:** o impacto é percebido ou medido e gera uma alteração crítica da qualidade ambiental da área de abrangência considerada. Os padrões ambientais podem ser ultrapassados com maior frequência, demonstrando uma curva de tendência evolutiva.
- **Meio Biótico:** o impacto atinge áreas que possuem impedimentos legais (como unidades de conservação – UCs) ou caracteriza perdas muito significativas na qualidade ambiental da área de abrangência, com repercussão que extrapola as áreas de influência consideradas. Ocorre quando os habitats afetados são únicos ou representados regionalmente. Os impactos não são mitigáveis, nem compensáveis.
- **Meio Socioeconômico:** o impacto provoca alterações estruturais, gerando desajustes e conflitos no que diz respeito à dinâmica socioeconômica da área de abrangência, que só podem ser absorvidos com ações de transformação da estrutura socioeconômica e de forte compensação socioambiental.

Assim, nos Quadros a seguir (40, 41 e 42) são apresentados os impactos ambientais associados as atividades necessárias para a implantação, operação e fechamento do Aterro H1.



**Quadro 40 Matriz Geral da Avaliação de Impactos Ambientais – Etapa de Implantação**

Impacto Ambiental	Atividade / Tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Periodicidade	Magnitude	Categoria	Ação / Programa
<b>ETAPA DE IMPLANTAÇÃO</b>												
Alteração das propriedades do solo	Execução das obras de abertura da vala, construção do sistema de drenagem e supressão da vegetação	Dispositivos de drenagem provisórios como <i>sumps</i> leiras de proteção	MF	-	D	P	M	I	P	B	2	- Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamentos - Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
Alteração da qualidade das águas em função do carreamento de sedimentos	Decapeamento e movimentação do solo	Dispositivos de drenagem provisórios e <i>sumps</i>	MF	-	D	R	M	R	C	B	1	- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes
											2	- Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamentos - Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
Alteração da qualidade das águas e das propriedades do solo pela geração de efluentes	Execução das obras de abertura da vala, construção do sistema de drenagem, supressão da vegetação e instalação do canteiro de obras	Banheiros químicos, fossas sépticas	MF / MB	-	D	L	M	R	P	B	1	- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes
Alteração da qualidade das águas e das propriedades do solo em função da geração de resíduos sólidos	Execução das obras de abertura da vala, construção do sistema de drenagem, supressão da vegetação e instalação do canteiro de obras	Descarte adequado dos resíduos	MF	-	D	P	M	R	C	B	2	- Programa de Gestão de Resíduos Sólidos
Alteração da qualidade do ar pela geração de material particulado	Trânsito de máquinas, veículos e equipamentos em vias não pavimentadas	Aspersão das vias de acesso	MF/MB/MS	-	D	R	M	R	C	B	1/2	- Programa de Gestão da Qualidade do Ar
Alteração da qualidade do ar pela emissão de gases de combustão	Operação e funcionamento de máquinas, veículos e equipamentos	Manutenção preventiva periódica	MF/MB/MS	-	D	R	M	R	C	B	1/2	- Programa de Gestão da Qualidade do Ar
Alteração dos níveis de pressão sonora	Execução das obras de abertura da vala, construção do sistema de drenagem e supressão da vegetação	-	MF/MS	-	D	L	M	R	T	B	1	- Programa de Gestão de Ruído Ambiental
Perda da fauna local pela movimentação de máquinas e geração de ruídos	Supressão da vegetação e execução das obras do Aterro H1	-	MB	-	D	R	C	R	T	B	2	- Programa de Educação Ambiental - Programa de Supressão Vegetal
Perda da fauna local pela intensificação da pressão antrópica sobre os biótopos	Caça, xerimbabo e à coleta predatória e a ocorrência eventual de atropelamentos e incêndios acidentais	-	MB	-	I	L	C	R	T	B	2	- Programa de Educação Ambiental - Programa de Supressão Vegetal
Perda de vegetação local	Supressão da vegetação	-	MB	-	D	P	C	I	P	B	3	- Programa de Compensação Ambiental







Impacto Ambiental	Atividade / Tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Periodicidade	Magnitude	Categoria	Ação / Programa
<b>ETAPA DE IMPLANTAÇÃO</b>												
Perda da fauna local em decorrência da supressão da vegetação	Supressão da vegetação	-	MB	-	D	L	C	I	T	B	2	- Programa de Supressão Vegetal
											3	- Programa de Compensação Ambiental
Geração de incômodos à população vizinha pela movimentação de equipamentos	Execução de limpeza e escavação da área, implantação dos dispositivos de drenagem interna	Aspersão das vias de acesso	MS	-	I	L	C	R	P	B	2	- Programa de Comunicação Social
											1/2	- Programa de Gestão da Qualidade do Ar
											1	- Programa de Gestão do Ruído Ambiental
Geração de empregos temporários	Supressão da vegetação e execução das obras do Aterro H1	-	MS	+	D	L	C	R	P	B	2	- Programa de Comunicação Social
Geração de impostos	Supressão da vegetação e execução das obras do Aterro H1	-	MS	+	D	L	C	R	P	B	NA	NA

Legenda: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MSC); positivo (+); negativo (-); direta (D); indireta (I); pontual (P); local (L); regional (R); supra-regional (S); curto prazo (C); médio prazo (M); longo prazo (L); reversível (R); irreversível (I); temporário (T); permanente (P); cíclico (C); desprezível (D); baixa (B); média (M); alta (A) ou crítica (C). Ação Proposta - Categorias: Monitoramento (1); Mitigação (2); Medida Compensatória (3); Não se aplica (NA).

**Quadro 41 Matriz Geral da Avaliação de Impactos Ambientais – Etapa de Operação**

Impacto Ambiental	Atividade / Tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Periodicidade	Magnitude	Categoria	Ação / Programa
<b>ETAPA DE OPERAÇÃO</b>												
Alteração da qualidade das águas e das propriedades do solo em função da geração de resíduos sólidos	Execução das obras de abertura da vala, construção do sistema de drenagem, supressão da vegetação e instalação do canteiro de obras	Descarte adequado dos resíduos	MF	-	D	P	M	R	C	B	2	- Programa de Gestão de Resíduos Sólidos
Alteração da qualidade das águas e das propriedades do solo pela geração de efluentes	Geração de efluentes industriais e sanitários	-	MF/MB	-	D	R	L	R	P	D	1	- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes
											2	- Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamentos - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
Alteração das propriedades do solo em função da disposição dos resíduos industriais	Disposição dos resíduos industriais formando o Aterro H1	-	MF	-	D	L	L	T	P	B	1	- Programa de Monitoramento Geotécnico
Alteração da qualidade do ar pela geração de material particulado	Movimentação de máquinas, veículos e equipamentos	Aspersão das vias não pavimentadas	MF/MS	-	D	L	L	R	P	B	1/2	- Programa de Gestão da Qualidade do Ar
Alteração da qualidade do ar por gases de combustão	Movimentação de máquinas, veículos e equipamentos	Manutenção periódica dos veículos e equipamentos	MF/MS	-	D	L	L	R	P	B	1/2	Programa de Gestão da Qualidade do Ar





Impacto Ambiental	Atividade / Tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Periodicidade	Magnitude	Categoria	Ação / Programa
<b>ETAPA DE OPERAÇÃO</b>												
Alteração dos níveis de pressão sonora	Movimentação de máquinas, veículos e equipamentos	-	MF/MS	-	D	L	L	R	C	D	1/2	- Programa de Gestão de Ruído Ambiental
Perda da fauna pela movimentação de máquinas e geração de ruídos	Movimentação de máquinas, veículos e equipamentos	-	MB	-	D	R	C	R	T	B	2	- Programa de Educação Ambiental
Perda da fauna pela intensificação da pressão antrópica sobre os biótopos	Movimentação de máquinas, veículos e equipamentos	-	MB	-	I	L	C	R	T	B	2	- Programa de Educação Ambiental
Continuidade das Atividades da Planta Industrial do Queiroz	Operação do aterro industrial H1	-	MS	+	D	R	C	I	P	A	2	- Programa de Comunicação Social

Legenda: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MSC); positivo (+); negativo (-); direta (D); indireta (I); pontual (P); local (L); regional (R); supra-regional (S); curto prazo (C); médio prazo (M); longo prazo (L); reversível (R); irreversível (I); temporário (T); permanente (P); cíclico (C); desprezível (D); baixa (B); média (M); alta (A) ou crítica (C). Ação Proposta - Categorias: Monitoramento (1); Mitigação (2); Medida Compensatória (3); Não se aplica (NA).







### Quadro 42 Matriz Geral da Avaliação de Impactos Ambientais – Etapa de Fechamento

Impacto Ambiental	Atividade / Tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Periodicidade	Magnitude	Categoria	Ação / Programa
<b>ETAPA DE FECHAMENTO</b>												
Alteração da qualidade das águas e das propriedades do solo em função da geração de resíduos sólidos	Execução das obras para fechamento do aterro	NA	MF	-	D	P	M	R	C	B	2	- Programa de Gestão de Resíduos Sólidos
Alteração da qualidade do ar pela geração de material particulado	Trânsito de máquinas, veículos e equipamentos	Aspersão das vias de acesso	MF/MB/MS	-	D	R	M	R	C	B	1/2	- Programa de Gestão da Qualidade do Ar
Alteração da qualidade do ar pela emissão de gases de combustão	Operação e funcionamento de máquinas, veículos e equipamentos	Manutenção preventiva periódica	MF//MB/MS	-	D	R	M	R	C	B	1/2	- Programa de Gestão da Qualidade do Ar
Alteração dos níveis de pressão sonora	Execução das obras de construção dos drenos, estação elevatória, tubulações	-	MF/MS	-	D	L	M	R	T	B	1	- Programa de Gestão de Ruído Ambiental
Alteração da qualidade das águas em função do carreamento de sedimentos	Movimentação de solo e areia de recobrimento	-	MF	-	D	R	M	R	C	B	1	- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes
											2	- Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamentos - Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

Legenda: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MSC); positivo (+); negativo (-); direta (D); indireta (I); pontual (P); local (L); regional (R); supra-regional (S); curto prazo (C); médio prazo (M); longo prazo (L); reversível (R); irreversível (I); temporário (T); permanente (P); cíclico (C); desprezível (D); baixa (B); média (M); alta (A) ou crítica (C). Ação Proposta - Categorias: Monitoramento (1); Mitigação (2); Medida Compensatória (3); Não se aplica (NA).



## **18. AÇÕES, PLANOS, PROGRAMAS DE CONTROLE, MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL**

Visando minimizar os impactos decorrentes do projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1, foram elaborados programas que apresentam as medidas de prevenção, controle/mitigação, monitoramento e compensação ambiental, os quais são descritos no Plano de Controle Ambiental elaborado pela Sete(2018) e seu Adendo (Sete, 2019) que também compõe o processo de licenciamento do Aterro H1.

Na Figura 87, é apresentada a representação esquemática dos programas ambientais propostos para o Aterro H1.

Importante destacar que, como o Aterro H1 é uma continuidade da atividade operacional da Planta do Queiroz, os programas apresentados já fazem parte da rotina da AngloGold Ashanti – AGA para controlar os impactos ambientais decorrentes de suas atividades e garantir a qualidade ambiental da região onde está inserida.



**Figura 87 Programas ambientais propostos para o Aterro de Resíduos Industriais H1 da AngloGold Ashanti – Planta do Queiroz/Nova Lima.**



Fonte: Sete, 2019.





### **18.1 Programa de controle de processos erosivos e assoreamento**

Tem como principal objetivo desenvolver ações operacionais preventivas e corretivas destinadas ao controle efetivo dos processos erosivos decorrentes da desagregação e exposição do solo. Essas ações devem evitar o carreamento de sedimentos para os corpos hídricos localizados a jusante do empreendimento, impedindo o seu assoreamento. Com isso espera-se que ocorra a manutenção da qualidade das águas superficiais e o aumento da taxa de infiltração das águas pluviais no solo.

### **18.2 Programa de monitoramento geotécnico**

Tem como principal objetivo a manutenção e incremento do monitoramento geotécnico do Aterro H1, durante a sua vida útil, além de propor medidas eficientes de controle das condições de segurança e operacionalização da estrutura.

### **18.3 Programa de gestão da qualidade do ar**

Os principais objetivos desse programa são:

- Acompanhar os resultados das concentrações de material particulado (PTS) durante a etapa de implantação e operação do Aterro H1;
- Possibilitar a avaliação da necessidade de se implementar ações de melhoria no controle e gestão das emissões atmosféricas com maior eficácia;
- Propor medidas de controle da emissão de material particulado.

### **18.4 Programa de gestão de ruído ambiental**

O objetivo fundamental desse programa é:

- Acompanhar os níveis de ruído das fontes reconhecidas como potencialmente capazes de influenciar a qualidade ambiental;
- Fornecer diretrizes que orientem o monitoramento e o controle da geração de ruído, de modo a garantir que estes causem o menor impacto possível ao seu entorno, preservando a saúde dos empregados e a qualidade de vida das comunidades vizinhas;
- Acompanhar o atendimento aos padrões estabelecidos pela legislação de referência.

### **18.5 Programa de monitoramento da qualidade das águas e efluentes**

O objetivo fundamental desse monitoramento é oferecer uma avaliação periódica da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e dos efluentes, visando o acompanhamento de parâmetros indicadores da manutenção da qualidade ambiental da área.



## **18.6 Programa de gestão de resíduos sólidos**

O principal objetivo desse programa é estabelecer as diretrizes e regras gerais a serem seguidas na etapa de implantação para o adequado gerenciamento dos resíduos sólidos gerados no Aterro H1, em conformidade com as exigências legais.

## **18.7 Programa de supressão vegetal**

O objetivo desse programa é propor as melhores formas da retirada da vegetação arbórea, que será necessária para a implantação do Aterro H1, e a melhor forma de aproveitamento do material lenhoso gerado, além de apresentar os procedimentos relacionados ao acompanhamento da supressão de vegetação e ações de afugentamento e eventual resgate da fauna.

## **18.8 Programa de compensação ambiental**

Esse programa tem como objetivo a adoção das medidas compensatórias cabíveis, de acordo com a legislação vigente e em consonância com os órgãos ambientais competentes, a fim de viabilizar a supressão da vegetação na área do projeto do Aterro H1 considerando:

- A supressão de vegetação primária ou secundária em estágio médio ou avançado de regeneração no Bioma Mata Atlântica;
- A supressão de vegetação nativa por empreendimentos minerários;
- O corte de espécies ameaçadas de extinção;
- A intervenção em área de preservação permanente – APP.

## **18.9 Programa de recuperação de áreas degradadas**

Esse programa tem como objetivo executar as seguintes medidas de mitigação em todas as áreas que sofrerão intervenções para a implantação do Aterro H1.

Reintegração das áreas degradadas à paisagem dominante da região;

- Proteção do solo e o controle dos processos erosivos;
- Redução da geração de particulados;
- Recuperação e restabelecimento da vegetação nas áreas alteradas;
- Minimização do impacto visual causado pela modificação no relevo.



### **18.10 Programa de comunicação social**

Tem como objetivo integrar oportunidades de posicionamento e relacionamento com os públicos que estão sob a influência direta e indireta do projeto do Aterro H1, com o intuito de contribuir para a potencialização do capital social existente, além de fornecer informações sobre o empreendimento, procedimentos inerentes ao licenciamento ambiental e, em especial, informações referentes aos possíveis incômodos às comunidades vizinhas.

### **18.11 Programa de educação ambiental**

Tem como objetivo garantir a continuidade do tratamento de temas ambientais relacionados a impactos ao meio físico, biótico e socioeconômico, sensibilizando os trabalhadores que atuam diretamente na empresa, a comunidade escolar e os moradores das comunidades vizinhas.

### **18.12 Programa de fechamento do Aterro H1**

Tem como objetivo garantir a impermeabilização e recuperação da área onde será implantado o Aterro H1 após a exaustão da sua capacidade útil de recebimento de resíduos industriais classe I. Deve ser iniciado com a construção dos sistemas de drenagem interna que suportarão o recolhimento de líquidos percolados após o fechamento da estrutura.



## 19. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 – Aterro H1 destina-se a deposição dos resíduos industriais originados no processo de precipitação de arsênio, sob a forma de arsenato férrico (resíduo originado na Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETE), e do resíduo calcinado (originado no novo sistema de desaguamento) na Planta Industrial do Queiroz, em Nova Lima/MG. A atividade a ser licenciada consiste de um aterro para resíduos Classe I, de origem industrial e enquadra-se no código F-05-11-8 da Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, sendo o empreendimento enquadrado na Classe 6, levando em consideração a sua área útil, ou seja, a área total necessária para a implantação do projeto (9,75 ha), distribuídos na área efetivamente ocupada pelo Aterro H1 (4,84 ha), área de deposição de material excedente (2,03 ha), tubulações e acessos (1,15 ha), canteiro de obras (0,32 ha), além da antiga área de empréstimo da adequação hidráulica da Barragem Calcinações que será objeto de recuperação ambiental (1,41 ha).

O Aterro H1 caracteriza-se como uma ampliação das atividades já executadas pela AngloGold Ashanti na Planta do Queiroz, uma vez que já existem 07 aterros industriais desse tipo na unidade, sendo que 5 já se encontram descomissionados e 2 estão atualmente em operação (Aterros E/G). Com base no diagnóstico ambiental realizado e nos impactos ambientais avaliados, não há impedimentos para o licenciamento ambiental do Projeto, através da LAC1, conforme solicitado pela empresa. A implantação e operação do Aterro H1 é indispensável para a manutenção das operações industriais desenvolvidas na Planta do Queiroz, conforme configurações de processo implantadas.

Os benefícios socioeconômicos da manutenção da produção de ouro pela AngloGold Ashanti em Mina Gerais são seguramente maiores que os impactos ambientais negativos gerados pela implantação e operação do Aterro H1. Ainda mais quando se considera o nível atual de antropização da área selecionada e as medidas de controle, mitigação, compensação e monitoramento desses impactos já adotados pela empresa e os propostos para esse novo projeto.

Portanto, com base em todas as razões apresentadas acima, a conclusão desta análise e pela viabilidade ambiental do Projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1 e as estruturas que compõem o mesmo.





## 20. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.R.N.; MENDONÇA, L.E.T.; CONFESSOR, M.V.A.; VIEIRA, W.L.S. & LOPEZ, L.C.S. 2009. Hunting strategies used in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5: 12.

AMARAL, P.H.C.; VERÍSSIMO, J.A.O.; BARRETO, P.G.; VIDAL, E.J.S. 1998. Floresta para sempre: um manual para produção de madeira na Amazônia. Imazon. Belém. 130p.

AMATA. 2012. Manejo florestal sustentável: procedimentos operacionais – Censo Florestal. São Paulo, SP. Disponível em : <<http://www.amatabrasil.com.br/conteúdo/biblioteca>>APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121, 2009.

ANM – Agência Nacional de Mineração. Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios. Maiores Arrecadadores CFEM. Disponível em:

<[https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/maiores\\_arrecadadores.aspx](https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/maiores_arrecadadores.aspx)>.

Acesso em: Acesso em 16/07/2019.

ARAÚJO, C.O., CONDEZ, T.H., BOVO, R.P., CENTENO, F.C. & LUIZ, A.M. 2010. Amphibians and reptiles of the Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP: an Atlantic Forest remnant of southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 10(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?inventory+bn01710042010>.

ASSIS, C.L.; GUEDES, J.J.M.; COSTA, H.C.; FEIO, R.N. 2018. Serpentes de Viçosa e Região. Viçosa: FAPEMIG, Viçosa, 47p.

ATLAS DA VULNERABILIDADE SOCIAL. Disponível em: <<http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/sobre>>. Acesso em: 11/07/2019.

ADHB - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 15/07/2019.

ATLAS ESGOTOS. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>> Acesso em: 12/07/2019.

BARBOSA, W.A. 1995. Dicionário Histórico Geográfico de Minas Gerais. Itatiaia; Belo Horizonte.

BECA G.; VANCINE, M.H.; CARVALHO, C.S.; PEDROSA, F.; ALVES, R.S.C.; BUSCARIOL, D.; PERES C.A.; RIBEIRO, M.C.; GALETTI, M. 2017. High mammal species turnover in forest patches immersed in biofuel plantations. *Biological Conservation*. 1-8 p.

BIBBY, C.J.; BURGESS, N.D.; HILL, D.A. 1993. Bird Census Techniques. Academic Press: London. 257p.

BIODIVERSITAS. 2007. Revisão das listas das espécies da flora e fauna ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais. Relatório Final Vol 2. Belo Horizonte.



- BURTON, R.F. 1976. Viagem do rio de Janeiro a Morro Velho. Trad. David Jardim Jr. Itatiaia, São Paulo.
- CARMIGNOTTO, A.P. & ASTÚA, D. 2017. Mammals of the Caatinga: Diversity, Ecology, Biogeography, and Conservation. In: Silva J.M.C., Leal I.R., Tabarelli M. (eds) Caatinga. Springer, Cham. 211 - 254 p.
- CHAPMAN, C.A. & PERES, C.A. 2001. Primate conservation in the new millennium: the role of scientists. *EvolAnthropol* 10:16–33.
- CHIARELLO, A.G. 1999. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biological Conservation* 89: 71-82.
- COELHO, T.P. 2012. Mineração e dependência no quadrilátero ferrífero - aquífero: o discurso do desenvolvimento minerador e o projeto Apolo. Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 160 p.
- CONDEZ, T.H.; SAWAYA, R.J.; DIXO, M. 2009. Herpetofauna dos remanescentes de Mata Atlântica da região de Tapiraí e Piedade, SP, sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 9(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n1/en/abstract?inventory+bn01809012009>. (último acesso em 20/04/2010).
- CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA – CITES. Appendices I, II and III – valid from 03 april 2012. Geneva: Cites, 2012. 46 p. Disponível em: < <http://www.cites.org/eng/app/2012/E-2012Apr03.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2012.
- COPAM – Conselho Estadual De Política Ambiental. Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010: Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. Minas Gerais (Diário do Executivo), 04/05/2010. 2010.
- CONTE, C.E.; ROSSA-FERES, D. de C. 2006. Diversidade e ocorrência temporal da anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 1, p. 162-175.
- CORN, P.S.; BURY, R.B. 1990. Sampling Methods for Terrestrial Amphibians and Reptiles. In CAREY, A.B.; RUGGIERO, L.F. *Wildlife-Habitat Relationships: Sampling Procedures for Pacific Northwest Vertebrates*. USDA Forest Service. 34 p.
- COSTA, H.C.; BÉRNILS, R.S. 2018. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. Versão 2018. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Disponível em: < <http://www.sbherpetologia.org.br/>>. Acesso em: 26 de outubro de 2018.
- COSTA, R.R.G., DIAS, L.A. 2013. Mortalidade de vertebrados por atropelamentos em um trecho da GO-164, no Sudeste Goiano. *Revista de Biotecnologia & Ciência*, 2(2):58-70.
- CRUZ, A.J.R.; DRUMMOND, L.O., LUCENA, V.D.; MAGALHÃES, A.P.; BRAGA, C.A.C.; ROLIN, J.M. E PIRES, M.R.S. 2014. Lizard fauna (Squamata, Sauria) from Serra do Ouro Branco, southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Check List* 10(6): 1290–1299



Cupania in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB20893>>. Acesso em: 19 Dez. 2019.

Dalbergia in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22915>>. Acesso em: 19 Dez. 2019.

Deliberação Normativa COPAM nº 114, de 10 de abril de 2008. Disciplina o procedimento para autorização de supressão de exemplares arbóreos nativos isolados, inclusive dentro dos limites do Bioma Mata Atlântica, conforme mapa do IBGE.

DRUMMOND, G.M., et al. (orgs.). 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, 2. ed. Belo Horizonte. 222 p.

EISENBERG, J.F & REDFORD, K.M. 1999. Mammals of the neotropics: The Central Neotropics. Chicago: University of Chicago Press.

FERREIRA, J.P. 1959. Enciclopédia dos municípios brasileiros. Rio de Janeiro: IBGE.

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Índice FIRJAN de desenvolvimento municipal (IFDM). Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/ifdm/>> Acesso em 10/07/2019.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. 1995. Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no estado de Minas Gerais e outras regiões do país. Belo Horizonte , 295p. (relatório final).

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit Habitacional Municipal no Brasil 2010. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos1/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acesso em 11/07/2019.

FUZESSY, L.F.; SILVA, I.O.; MALUKIEWICZ, J., SILVA, F.F.R.; PÔNZIO, M.C.; BOERE, V.; ACKERMANN, R.R. 2014. Morphological variation in wild marmosets (*Callithrix penicillata* & *C. geoffroyi*) and their hybrids. *Evolutionary Biology* 41: 480.

Cecropia in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15039>>. Acesso em: 19 Dez. 2019.

GIMENES, M.R.; ANJOS, L. 2003. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Maringá, 25 (2): 391-402.

GOLDER ASSOCIATES. 2016. Estudo de Impacto Ambiental para o Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados da Planta Industrial do Queiroz – Nova Lima/MG. 1.805p.

GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G.I.; DUEVER, M.J. 1978. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. 1 ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 256p.



GRAIPEL, M.E.; CHEREM, J.J.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A.; CARMIGNOTTO, A.P. 2017. Mamíferos da Mata Atlântica. Pp. 391-482 in Monteiro-Filho ELA, Conte CE (Org.). Revisões em Zoologia: Mata Atlântica. Ed. UFPR, Curitiba. 528p. ISBN 978-85-8480-092-6.

GRELLE, C.E.V., ALVES, M.A.S., BERGALLO, H.G., GEISE, L., ROCHA, C.F.D., VAN SLUYS, M. & CARAMASCHI, U. 2005. Prediction of threatened tetrapods based on the species-area relationship in Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Zoology* 265: 359-364.

GUTIÉRREZ, E.E; MARINHO-FILHO, J. 2017. The mammalian faunas endemic to the Cerrado and the Caatinga. *ZooKeys* 644: 105–157.

HADDAD, C.F.B.; TOLEDO, L.F.; PRADO, C.P.A.; LOEBMANN, D.; GASPARINI, J.L.; SAZIMA, I. 2013. Guia dos anfíbios da Mata Atlântica – diversidade e biologia. São Paulo: Anolis Books, 542 pp.

HARTMANN, P.A. 2005. História natural e ecologia de duas taxocenoses de serpentes na Mata Atlântica. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2015. Nº. 10. IBGE, 2015. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>>. Acesso em: 09/07/2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em 15/07/2019a.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: Acesso em 15/07/2019b.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 1991 Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censodem/default\\_censo1991.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censodem/default_censo1991.shtm)>. Acesso em: Acesso em 15/07/2019c.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 1980 Disponível em: <<http://www.biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=771>>. Acesso em: Acesso em 15/07/2019d.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 1970 Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?view=detalhes&id=769>>. Acesso em: Acesso em 15/07/2019e.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: Acesso em 15/07/2019f.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da População. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/estimapop/tabelas>>. Acesso em Acesso em 15/07/2019g.





IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto Interno Bruto dos Municípios. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>>. Acesso em: Acesso em 15/07/2019h.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sinopses Estatísticas da Educação Básica. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>>. Acesso em: 01/07/2019a.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. IDEB – Resultados e Metas. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/ideb>> Acesso em: 11/07/2019b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências nº 1. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2 ed. Rev. Ampl. 275p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO); MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1 ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018. 492 p.: il., gráfs., tabs.

IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acesso em 13 de agosto 2019.

JOHNS, A.D. & SKORUPA, J.P., 1987. Response of rain-forest primates to habitat disturbance: a review. *International Journal of Primatology*. 8(2): 157–191.

LEITE, A.M.P. 2000. Preparo inicial do solo: desmatamento mecanizado. Viçosa: Editora UFV.

MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (eds.). 2008. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 1. ed. Brasília, DF: MMA (Biodiversidade 19), 2 volumes.

MACHADO, C.C. 2008. Colheita Florestal. 2 ed. Viçosa: Editora UFV.

MARINI, M.A.; GARCIA, F.I. 2005. Conservação de Aves no Brasil. *Megadiversidade*, 01 (1): 95-102.

MAZZONI, L.G.; PERILLO, A.; MALACCO, G.B.; ALMEIDA, T.O.; PEIXOTO, H.J.C.; SOUZA, T.O.; DUTRA, E.O. & FRANÇA, E.A. 2012 Aves, *Micropygia schomburgkii* (Schomburgk, 1848), *Veniliornis mixtus* (Boddaert, 1783), *Culicivora caudacuta* (Vieillot, 1818) and *Coryphaspiza melanotis* (Temminck, 1822): Documented records in the southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Check List*, v. 8, n. 1, p.138-142.

MCNEELY, J.A., MOONEY, H.A., NEVILLE, L.E., SCHEI, P.; WAAGE, J.K. (eds.), 2001. A Global Strategy on Invasive Alien Species. IUCN Gland, Switzerland, And Cambridge, UK., in collaboration with the Global Invasive Species Programme. 50 pp.

MELO, R.S., SILVA, O.C., SOUTO, A., ALVES, R.R.N. & SCHIEL, N. 2014. The role of mammals in local communities living in conservation areas in the Northeast of Brazil: an ethnozoological approach. *Tropical Conservation Science* Vol.7 (3):423-439.



MINISTÉRIO DA CIDADANIA. Relatório de Programas e Ações. Disponível em: <<https://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/Rlv3/geral/index.php>>. Acesso em: 10/07/2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0204&id=6906>>. Acesso em 11/07/2019a.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS). Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=6927&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defctohtm.exe?sih/cnv/nr>>. Acesso em 11/07/2019b.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. RAIS - Relação Anual de Informações Sociais. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>>. Acesso em 15/07/2019.

MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS A.B.; WILSON D.E. (editors). 2013. Handbook of the mammals of the world. vol 3. Primates. Barcelona: LynxEdicions. LynxEdiciones, Barcelona, Spain, 953 pp. ISBN: 978-84-96553-89-7.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2008. Lista das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Instrução Normativa nº 6. Setembro de 2008.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº444 IBAMA de 17 de dezembro de 2014. Lista Oficial das Espécies da fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, incluindo a Lista das Espécies Quase Ameaçadas e Deficientes em Dados. MMA, Brasília. 2014.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLEMBERG, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: John Wiley & Sons. 547p.

NASCIMENTO, F.O. & FEIJÓ, A. 2017. Taxonomic revision of the oncillas *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1775)(Carnivora, Felidae). *Papeis Avulsos de Zoologia* (Sao Paulo) 57:231-264.

PARDINI, R.; DITT, E.H.; CULLEN J.R., L.; BASSI, C. & RUDRAN, R. 2003. Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte. In: Metodologia de estudos em biologia da conservação e no manejo da vida silvestre. (Cullen Jr., L.; Rudran, R. & Valladares-Pádua, C. org.) Ed. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná e Fundação O Boticário de Proteção da Natureza. p.181-201.

PARDINI, R.; DITT, E.H.; CULLEN JR., L.; BASSI, C. & RUDRAN, R. 2004. Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte. In: Metodologia de estudos em biologia da conservação e no manejo da vida silvestre. (Cullen Jr., L.; Rudran, R. & Valladares-Pádua, C. org.) Ed. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná e Fundação O Boticário de Proteção da Natureza. p.181-201.

PATTON, J.L; PARDIÑAS, U.F.J & D'ELÍA, G. 2015. Mammals of South America, Volume 2. University of Chicago Press. 1384 p.

PECERQUILLO, A.R.; GREGORIN R. 2017. Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. Disponível:<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=64> (acessado em 03 maio 2018).



PERES, C.A. 2000. Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in amazonian forests. *Conservation Biology*.14: 240-253.

PIACENTINI, V.Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C.E.; MAURÍCIO, G.N.; PACHECO, J.F.; BRAVO, G.A.; BRITO, G.R.R.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; SILVEIRA, L.F.; BETINI, G.S.; CARRANO, E.; FRANZ, I. LEES, A.C.; LIMA, L.M.; PIOLI, D.; SCHUNCK, F.; AMARAL, F.R.; BENCKE, G.A.; COHN-HAFT, M.; FIGUEIREDO, L.F.A.; STRAUBE, F.C.; CESARI, E. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23(2): 91–298.

PIRANI, R.M.; NASCIMENTO, L.B.; FEIO, R.N. 2013. Anurans in a Forest remnant in the transition zone between cerrado and atlantic rain Forest domains in southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(3): 1093-1104.

Portaria nº 149, de 30 de dezembro de 1992. Define os procedimentos relativos ao registro e licenciamento das atividades ligadas a comercialização e uso de motosserras.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA LIMA. Disponível em: < <http://www.novalima.mg.gov.br/>> acesso em 18/06/2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RAPOSOS. Disponível em: <http://www.raposos.mg.gov.br/>>. Acesso em: 03/08/2017.

Resolução CONAMA nº 378, de 19 de outubro de 2006. Define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1º, art. 19 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências.

Resolução conjunta SEMAD/IEF nº 1.905, de 12 de agosto de 2013. Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais.

RIDGELY, R.S., TUDOR, G., GWYNNE, A.J., ARGEL, M. 2015. Wildlife Conservation Society. *Aves do Brasil: Mata Atlântica do Sudeste*. São Paulo: Editora Horizonte, vol. 2, 417p.

ROCHA, C.F.D.; ANJOS, L.A. 2007. Feeding ecology of a nocturnal invasive alien lizard species, *Hemidactylus mabouia* Moreau de Jonnés, 1818 (Gekkonidae), living in an outcrop rocky area in southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 67(3): 485-491.

REZENDE, J.P. & SCHIAVETTI, A. 2010. Conhecimentos e usos da fauna cinegética pelos caçadores indígenas “Tupinambá de Olivença” (Bahia). *Biota Neotropica*. 10(1): 175-183.

ROCHA, C.F.D.; ANJOS, L.A.; BERGALLO, H.G., 2011. Conquering Brazil: the invasion by the exotic gekkonid lizard *Hemidactylus mabouia* (Squamata) in Brazilian natural environments. *Zoologia*, vol. 28, no. 6, p. 711-723. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702011000600007>.



ROSSA-FERES, D.C.; GAREY, M.V.; CARAMASCHI, U.; NAPOLI, M.F.; NOMURA, F.; BISPO, A.A.; BRASILEIRO, C.A.; THOMÉ, M.T.C.; SAWAYA, R.J.; CONTE, C.E.; CRUZ, C.A.G.; NASCIMENTO, L.B.; GASPARINI, J.L.; ALMEIDA, A.P.; HADDAD, C.F.B. 2018. Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação in Revisões de Zoologia – Mata Atlântica, Curitiba. Editora UFPR, p. 237.

ROSSI R.; CARMIGNOTTO A.P.; DE OLIVEIRA M.V.B.; MIRANDA C.L. & CHEREM J. 2012. Diversidade taxonômica de marsupiais Didelphideos. In: Cáceres NC (ed). Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação. Campo Grande, UFMS, pp 23-73.

RYLANDS, A.B, KIERULFF, M.C.M. & MITTERMEIER, R.A. 2005. Some notes on the taxonomy and distributions of the tufted capuchin monkeys (*Cebus*, Cebidae) of South America. *Lundiana* 6: 97–110.

SANTOS-FITA, D.S.; COSTA NETO, E.M. & SCHIAVETTI, A. 2010. ‘Offensive’ snakes: cultural beliefs and practices related to snakebites in a Brazilian rural settlement. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 6: 13.

SÃO-PEDRO, V.A. & FEIO, R.N. 2010. Distribuição espacial e sazonal de anuros em três ambientes na Serra do Ouro Branco, extremo sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. *Biotemas*. 23:143–154.

SÃO-PEDRO, V.A.; FEIO, R.N. 2011. Anuran species composition from Serra do Ouro Branco, southernmost Espinhaço Mountain Range, state of Minas Gerais, Brazil. *Check List*. 7 (5): 671-680.

SANQUETTA, C.R.; CÔRTE, A.P.D; FERNANDES, L.A.V.; SIQUEIRA, J.D.P.; WATZLAWICK, L.F. 2009. Inventários Florestais: Planejamento e Execução. 2 ed – Revista e ampliada. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora. 316p.

SEGALLA, M.V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C. A; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; SANTANA, D. J.; TOLEDO, L. F.; LANGONE, J. A. 2019. Brazilian amphibians – List of species. *Sociedade Brasileira de Herpetologia*. Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br/index.php/anfibios>. Acessado em Julho de 2019.

SERAFIM, H.; IENNE, S.; CICCHI, P.J.P.; JIM, J. 2008. Anurofauna de remanescentes de floresta Atlântica do município de São José do Barreiro, Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 8(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/en/abstract?article+bn01008022008>.

SESP/MG - Secretaria de Estado de Segurança Pública de Minas Gerais. Registro de Eventos de Defesa Social – REDS. Disponível em: <<http://www.seds.mg.gov.br/integracao/estatisticas/estatisticas-criminais>>. Acesso em: 26/04/2019.

SETE Soluções e Tecnologia Ambiental. 2018. Estudo de Impacto Ambiental do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta Industrial do Queiroz – Nova Lima/MG. 582p.

SETE Soluções e Tecnologia Ambiental. 2018. Plano de Controle Ambiental do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta Industrial do Queiroz – Nova Lima/MG. 211p.





SETE Soluções e Tecnologia Ambiental. 2018. Plano de Utilização Pretendida do Aterro de Resíduos Industriais H1, Planta Industrial do Queiroz – Nova Lima/MG. 191p.

SICONFI - Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro. Disponível em: <<https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf>>. Acesso em 15/07/2019.

SICK, H. 1997. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro. Ed. Nova Fronteira.

SIGRIST, T. 2014. Avifauna Brasileira. Guia de Campo Avis Brasilis. Avisbrasilis. São Paulo. 608 p.

SILVA, T.F.; DE ANDRADE, B.F.E.; TEIXEIRA, R.L.; GIOVANELLI, M. 2003. Ecologia de Ameiva ameiva (Sáuria, Teiidae) na restinga de Guriri, São Mateus, Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Boletim do Museu Mello Leitão 15 (1): 5-15.

SILVEIRA, A.L.; PIRES, M.R.S.; COTTA, G.A. 2010. Serpentes de uma área de transição entre o Cerrado e Mata Atlântica no sudeste do Brasil. Arquivo Museu Nacional 68:79-110.

SOARES, C.P.B; 2011. Dendrometria e inventário florestal. Viçosa: Editora UFV.

Solanum in Flora do Brasil. 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB14809>>. Acesso em: 19 Dez. 2019.

SOLARI, S.; VELAZCO P.M. & PATTERSON B.D. 2012. Hierarchical organization of Neotropical mammal diversity and its historical basis. In: (B.D. Patterson and L.P. Costa, eds.) Bones, clones, and biomes: the history and geography of Recent Neotropical mammals. University of Chicago Press, Chicago. pp. 145 – 156.

SOULÉ, M.E. 2000. The social and biological universals of nature protection. In: Anais do 2º Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Rede Nacional de Conservação/ Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. Campo Grande, Mato Grosso do Sul. p. 85-91.

STOTZ, D.F.; FITZPATRICK, J.W.; PARKER, T.A.; MOSKOVITS, D.K. 1996. Neotropical Birds: Ecology and Conservation. The University of Chicago Press. 502 p.

VASCONCELOS, M.F. 2008 Mountaintop endemismo in eastern Brazil: why some bird species from campos rupestres of the Espinhaço Range are not endemic to the Cerrado region? Revista Brasileira de Ornitologia, 16 (4): 348-362.

TERBORGH, J. 1986. Keystone plant resources in the tropical forest. In: Soulé, M. E. (Ed.). Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Massachusetts: Sinauer associates. p. 330-344.

TORRES, P.F. 2012. Uso de ambiente por anfíbios anuros em seis parques urbanos de Belo Horizonte, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais.



TRAVASSOS, L. 2011. Impacto da sobrecaça em populações de mamíferos e suas interações ecológicas nas florestas neotropicais. *Oecologia Australis*. 15(2): 380-411.

VIELLIARD, J.M.E.; ALMEIDA, M.E.; ANJOS, L.; SILVA, W.R. 2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o índice Pontual de Abundância (IPA). In: Matter, S.V.; Straube, F. C.; Accordi, I.; Piacentini, V.; Cândido-Jr, J. F. *Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*

VITT, L.J.; COLLI, G.R. 1994. Geographical ecology of a Neotropical lizard: Ameiva ameiva (Teiidae) in Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 72: 1986-2008.

VOSS, R.S.; DÍAZ-NIETO, J.F. & JANSA, S.A. 2018. A Revision of Philander (Marsupialia: Didelphidae), Part 1: *P. quica*, *P. canus*, and a New Species from Amazonia. *American Museum Novitates*. 3891: 1-70.

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental. 2019. Aterro de Resíduo Industrial H1 – Relatório de Critérios e Premissas de Projeto, Rev. 01 – AA-104-WA-0547-202-CP-001. 06p.

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental. 2019. Aterro de Resíduo Industrial H1 – Relatório de Consolidação de Dados, Rev. 01 – AA-104-WA-0547-202-RL-002. 14p.

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental. 2019. Aterro de Resíduo Industrial H1 – Relatório Técnico, Rev. 05 – AA-104-WA-0547-202-RL-004. 124p.

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental. 2019. Aterro de Resíduo Industrial H1 – Especificações Técnicas Construtivas, Rev. 02 – AA-104-WA-0547-202-ET-001. 29p.

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental. 2019. Aterro de Resíduo Industrial H1 – Especificações Técnicas de Ensaios Geotécnicos de Campo e de Laboratório, Rev. 01 – AA-104-WA-0547-202-ET-002. 35p.

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental. 2019. Aterro de Resíduo Industrial H1 – Quantitativos de Projeto, Rev. 03 – AA-104-WA-0547-202-PQ-001.

ZOCCA, C.Z.; TONINI, J.F.R.; FERREIRA, R.B. 2014. Uso do espaço por anuros em ambiente urbano de Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitao*, v. 35, p. 105- 117.





# ANEXOS







# ANEXO 01

## ART E CTF





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

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO	Data: 28/08/2019 2:48:24 PM
---------------------------------	-----------------------------

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 2019/07312
--	----------------

**CONTRATADO**

Nome: ANDREA DE OLIVEIRA	Registro CRBio: 044378/04-D
CPF: 03718688662	Tel: 975247895
E-mail: deia_o2001@yahoo.com.br	
Endereço: R. INDIANA, 696 APT0102	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: JARDIM AMERICA
CEP: 30421-379	UF: MG

**CONTRATANTE**

Nome: SETE SOLUCOES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA	
Registro profissional:	CPF/CGC/CNPJ: 02.052.511/0001-82
Endereço: AV. DO CONTORNO, 6777, 2 ANDAR	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: SANTO ANTONIO
CEP: 30110-935	UF: MG
Site: <a href="http://www.sete-sta.com.br/">http://www.sete-sta.com.br/</a>	

**DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL**

Natureza: Prestação de Serviços - Realização de consultorias/assessorias técnicas			
Identificação: BIÓLOGA - COORDENAÇÃO E MEIO BIÓTICO - ESTUDOS AMBIENTAIS			
Município do trabalho: NOVA LIMA	UF: MG	Município da sede: BELO HORIZONTE	UF: MG
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR	
Área do conhecimento: Ecologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: ELABORAÇÃO/CONSOLIDAÇÃO DAS ADEQUAÇÕES NOS ESTUDOS AMBIENTAIS (ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL-EIA, RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL-RIMA, CRITÉRIOS LOCACIONAIS, PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL-PCA, PLANO DE UTILIZAÇÃO PRETENDIDA-PUP) PARA O ATERRO DE RESÍDUOS INDUSTRIAL H1 DA PLANTA DO QUEIROZ DE PROPRIEDADE DA ANGLOGOLD ASHANTI, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE NOVA LIMA/MG.			
Valor: R\$ 4800,00		Total de horas: 80	
Início: 31/07/2019		Término:	

**ASSINATURAS**

<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>		Para verificar a autenticidade desta ART acesse o <b>CRBio-04 Online</b> em nosso site e depois o serviço <b>Conferência de ART</b>
Data: 28/08/2019  Assinatura do profissional	Data: 28/08/19  Assinatura e carimbo do contratante	

<p><b>Solicitação de baixa por distrato</b></p> <p>Data: / /</p> <p>Assinatura do profissional</p> <p>Data: / /</p> <p>Assinatura e carimbo do contratante</p>	<p><b>Solicitação de baixa por conclusão</b></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>Nº do protocolo: 52815/NET</p> <p>Data: / / Assinatura do profissional</p> <p>Data: / / Assinatura e carimbo do contratante</p>
--	---

[Imprimir ART](#)





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

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO	Data: 20/08/2019 10:39:25 PM
---------------------------------	------------------------------

<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>	Nº: 2019/07065
---	----------------

**CONTRATADO**

Nome: BARBARA LUIZA TEIXEIRA BARRETO	Registro CRBio: 098948/04-D
CPF: 11261376692	Tel: 31 99926663
E-mail: babiluiza@gmail.com	
Endereço: R CORONEL EGIDIO BENICIO DE ABREU, 285	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: SANTA EFIGENIA
CEP: 30270-170	UF: MG

**CONTRATANTE**

Nome: SETE SOLUCOES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA	
Registro profissional:	CPF/CGC/CNPJ: 02.052.511/0001-82
Endereço: AV. DO CONTORNO, 6777, 2 ANDAR	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: SANTO ANTONIO
CEP: 30110-935	UF: MG
Site: <a href="http://www.sete-sta.com.br/">http://www.sete-sta.com.br/</a>	

**DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL**

Natureza: Prestação de Serviços - Realização de consultorias/assessorias técnicas			
Identificação: Complementação de dados da Avifauna para estudos na Planta do Queiroz, da AngloGold Ashanti, NL/MG.			
Município do trabalho: Nova Lima	UF: MG	Município da sede: Nova Lima	UF: MG
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: Biólogos	
Área do conhecimento: Zoologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: COMPLEMENTAÇÃO DE DADOS SOBRE AVIFAUNA PARA ADEQUAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS (EIA/RIMA/PCA/PUP) DO ATERRO DE RESÍDUOS INDUSTRIAL H1 DA PLANTA DO QUEIROZ DE PROPRIEDADE DA ANGLOGOLD ASHANTI, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE NOVA LIMA/MG.			
Valor: R\$ 2134,08		Total de horas: 48	
Início: 31/07/2019		Término:	

**ASSINATURAS**

<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>		Para verificar a autenticidade desta ART acesse o <b>CRBio-04 Online</b> em nosso site e depois o serviço <b>Conferência de ART</b>
Data: 20/08/2019  Assinatura do profissional	Data: 20/08/19  Assinatura e carimbo do contratante	

<p><b>Solicitação de baixa por distrato</b></p> <p>Data: / /</p> <p>Assinatura do profissional</p> <p>Data: / /</p> <p>Assinatura e carimbo do contratante</p>	<p><b>Solicitação de baixa por conclusão</b></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>Nº do protocolo: <b>52482/NET</b></p> <p>Data: / / Assinatura do profissional</p> <p>Data: / / Assinatura e carimbo do contratante</p>
--	--





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Leinº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-MG**

Via da Obra/Serviço  
Página 1/1

**ART de Obra ou Serviço  
14201900000005517355**

**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais**

1. Responsável Técnico

**DAIANE VANESSA DE MIRANDA**

Título profissional:  
**GEOGRAFO;**

RNP: 1410669238

Registro: 04.0.0000151455

2. Dados do Contrato

Contratante: **SETE SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

CNPJ: 02.052.511/0001-82

Logradouro: **AVENIDA DO CONTORNO**

Nº: 006777

Complemento: **2º ANDAR**

Bairro: **FUNCIONÁRIOS**

Cidade: **BELO HORIZONTE**

UF: **MG**

CEP: 30110935

Contrato:

Celebrado em:

Valor: **2.000,00**

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

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **ESTRADA QUEIROZ**

Nº: 000000

Complemento: **FAZENDA RAPAUNHA**

Bairro:  **GALO NOVO**

Cidade: **NOVA LIMA**

UF: **MG**

CEP: 34002882

Data de início: **31/07/2019** Previsão de término: **30/12/2019**

Fnalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **ANGLOGOLD ASHANTI CÔRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO S.A.**

CNPJ: 18.565.382/0001-66

4. Atividade Técnica

**1 - CONSULTORIA**

Quantidade: Unidade:

**ESTUDO, MEIO AMBIENTE, ESTUDO IMPACTO AMBIENTAL E REL. IMPACTO 1.00 un**  
**AMBIEN.-EIA/RIMA**

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

5. Observações

6. Declarações

7. Entidade de Classe

**ASSOC. DOS PROFISSIONAIS GEÓGRAFOS DO ESTADO DE**

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Bele Horizonte, 24 de setembro de 2019

Daiane Vanessa de Miranda

**DAIANE VANESSA DE MIRANDA**

RNP: 1410669238

SETE SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMB CNPJ: 02.052.511/0001-82

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](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confrea.org.br](http://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\$128.613,96. ÁREA DE ATUAÇÃO: CARTOGRAFIA,

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732



Valor da ART: 85,96

Registrada em: 13/09/2019

Valor Pago: 85,96

Nosso Número: 000000005333734



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART CREA-MG**

Leinº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

**ART de Obra ou Serviço  
14201900000005573370**

COMPLEMENTAR À ART  
14201700000003954358

1. Responsável Técnico

**EDUARDO CHRISTOFARO DE ANDRADE**

Título profissional:  
**ENGENHEIRO AGRONOMO;**

RNP: 1404305300

Registro: 04.0.0000059118

Empresa contratada:  
**SETE SOLUCOES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA**

Registro: 22118

2. Dados do Contrato

Contratante: **ANGLO GOLD ASHANTI - CÓRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO LTDA**

CNPJ: 18.565.382/0006-70

Logradouro: **RUA GALO NOVO**

Nº: 000000

Complemento: **FAZENDA RAPAUNHA, S/**

Bairro: **GALO NOVO**

Cidade: **NOVA LIMA**

UF: **MG**

CEP: 34002870

Contrato:

Celebrado em: **14/06/2017**

Valor: **3.000,00**

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

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **RUA GALO NOVO**

Nº: 000000

Complemento: **FAZENDA RAPAUNHA, S/**

Bairro: **GALO NOVO**

Cidade: **NOVA LIMA**

UF: **MG**

CEP: 34002870

Data de início: **14/06/2017** Previsão de término: **14/06/2020**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **ANGLO GOLD ASHANTI CÓRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO LTDA**

CNPJ: 18.565.382/0006-70

4. Atividade Técnica

1 - CONSULTORIA

Quantidade:

Unidade:

ESTUDO, MEIO AMBIENTE, ESTUDO IMPACTO AMBIENTAL E REL. IMPACTO AMBIEN.-EIA/RIMA	20.00	h
PROJETO, MEIO AMBIENTE, PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL-PCA	20.00	h
PROJETO, MEIO AMBIENTE, PLANO DE RECUPERACAO DE AREAS DEGRADADAS-PRAD.	20.00	h

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

5. Observações

EIA/RIMA, PCA, PUP, PRAD DO ATERRO DE RESÍDUOS H1 - PLANTA INDUSTRIAL DO QUEIROZ.....

6. Declarações

7. Entidade de Classe

**ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E AGRÔNOMOS DE LAVRA**

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

*Edo* de *outubro* de *2017*

**EDUARDO CHRISTOFARO DE ANDRADE**

RNP: 1404305300

**ANGLO GOLD ASHANTI - CÓRREGO DO** CNPJ: 18.565.382/0006-70

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](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confea.org.br](http://www.confea.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\$3.000,00. ÁREA DE ATUAÇÃO: MEIO AMBIENTE, MEIO AMBIENTE, MEIO AMBIENTE,



[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Leinº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-MG**

**ART de Obra ou Serviço  
14201900000005517367**

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

1. Responsável Técnico

**GUILHERME D'ANGELES MENDES**

Título profissional:

**ENGENHEIRO SANITARISTA E AMBIENTAL;**

RNP: 1418300454

Registro: 04.9.0000239415

2. Dados do Contrato

Contratante: **SETE SOLUÇÕES TECNOLOGIA AMBIENTAL**

CNPJ: 02.052.511/0001-82

Logradouro: **AVENIDA CONTORNO**

Nº: 006777

Complemento: **2º ANDAR**

Bairro: **SANTO ANTÔNIO**

Cidade: **BELO HORIZONTE**

UF: **MG**

CEP: 30110935

Contrato:

Celebrado em:

Valor: **4.200,00**

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

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **ESTRADA QUEIROZ**

Nº: 000000

Cidade: **NOVA LIMA**

Bairro: **GALO NOVO**

UF: **MG**

CEP: 34002882

Data de início: **31/07/2019** Previsão de término: **30/12/2019**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **ANGLOGOLD ASHANTI CÓRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO S.A.**

CNPJ: 18.565.382/0006-70

4. Atividade Técnica

**1 - ELABORAÇÃO**

Quantidade:

Unidade:

**ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL, MEIO AMBIENTE, ESTUDO IMPACTO AMBIENTAL 100.00 h**  
**E REL. IMPACTO AMBIEN.-EIA/RIMA**

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

5. Observações

6. Declarações

7. Entidade de Classe

**SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE**

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

*Belo Horizonte, 24 de setembro de 2019*

*Guilherme D'Angeles M. G. Nequero*  
**GUILHERME D'ANGELES MENDES** RNP: 1418300454

**SETE SOLUÇÕES TECNOLOGIA AMBIE** CNPJ: 02.052.511/0001-82

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](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confrea.org.br](http://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\$128.613,96. ÁREA DE ATUAÇÃO: MEIO AMBIENTE,

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732



Valor da ART: 85,96

Registrada em: 23/09/2019

Valor Pago: 85,96

Nosso Número: 000000005333743





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART **CREA-MG**

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

ART de Obra ou Serviço  
14201900000005554195

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

1. Responsável Técnico

JUNEVAL GERALDO DOS SANTOS

Título profissional:  
ENGENHEIRO FLORESTAL;

RNP: 1407320874

Registro: 04.0.0000115107

2. Dados do Contrato

Contratante: SETE SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA

CNPJ: 02.052.511/0001-82

Logradouro: AVENIDA CONTORNO

Nº: 006777

Complemento: 2º ANDAR

Bairro: FUNCIONÁRIOS

Cidade: BELO HORIZONTE

UF: MG

CEP: 30110935

Contrato:

Celebrado em:

Valor: 4.144,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: RUA ENFERMEIRO JOSÉ CALDEIRA

Nº: 000200

Complemento: FAZENDA RAPA UNHA

Bairro: BOA VISTA

Cidade: NOVA LIMA

UF: MG

CEP: 34000495

Data de início: 31/07/2019 Previsão de término: 30/12/2019

Finalidade: FLORESTAL

Proprietário: ANGLOGOLD ASHANTI CÓRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO S.A.

CNPJ: 18.565.382/0001-66

4. Atividade Técnica

1 - CONSULTORIA

Quantidade:

Unidade:

ESTUDO, AGRONOMIA, INVENTARIO FLORESTAL

1.00

un

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

5. Observações

INVENTARIO FLORESTAL PARA COMPOSIÇÃO DE EIARIMA, PUP E PCA, PARA AS OBRAS DO PROJETO DO ATERRO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS H1 NA PLANTA QUEIROZ.....

6. Declarações

7. Entidade de Classe

SOCIEDADE MINEIRA DE ENGENHEIROS FLORESTAIS

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

BeLo Horizonte, 29 de Outubro de 2019

Juneval Geraldo dos Santos  
JUNEVAL GERALDO DOS SANTOS RNP: 1407320874

SETE SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBI CNPJ: 02.052.511/0001-82

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](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confex.org.br](http://www.confex.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\$128.613,96. ÁREA DE ATUAÇÃO: FLORESTAL,

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732



Valor da ART: 85,96

Registrada em: 30/09/2019

Valor Pago: 85,96

Nosso Número: 000000005366153





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

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 4 / 1 / 2020	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART		Nº: 2020/00005	
<b>CONTRATADO</b>			
Nome: LARISSA FERREIRA DE ARRUDA		Registro CRBio: 104192/04-D	
CPF: 09944731684		Tel: 85491437	
E-Mail: larissaf.arruda@gmail.com			
Endereço: AV. MARECHAL CASTELO BRANCO, 1501/12			
Cidade: VICOSA		Bairro: SANTO ANTONIO	
CEP: 36576-042		UF: MG	
<b>CONTRATANTE</b>			
Nome: SETE SOLUCOES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA			
Registro Profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 02.052.511/0001-82	
Endereço: AV. DO CONTORNO, 6777, 2 ANDAR			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SANTO ANTONIO	
CEP: 30110-935		UF: MG	
Site:			
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
Natureza: Prestação de Serviços - 1.7			
Identificação: Complementação de dados de herpetofauna nos estudos ambientais da Planta do Queiroz			
Município do Trabalho: Nova Lima		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: Complementação de dados sobre herpetofauna para a adequação dos estudos ambientais (EIA/RIMA/PCA/PUP/Estudo de critérios locais) dos Aterro de resíduos industrial H1 da Planta do Queiroz de propriedade da AngloGold Ashanti localizada no município de Nova Lima/MG			
Valor: R\$ 2400,00		Total de horas: 20	
Início: 07/08/2019		Término:	
<b>ASSINATURAS</b>			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 03/01/2020 <i>Larissa F. de Arruda</i> Assinatura do profissional		Data: 03/01/2020 <i>E. Moura</i> Assinatura e carimbo do contratante	
<b>Solicitação de baixa por distrato</b>		<b>Solicitação de baixa por conclusão</b>	
Nº do protocolo:		Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.	
Data: / /		Nº do protocolo:	
Assinatura do Profissional		Data: / / Assinatura do profissional	
Data: / /		Data: / / Assinatura e Carimbo do contratante	
Assinatura e carimbo do contratante			

Para verificar a autenticidade desta ART acesse o CRBio04-24 horas 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: 26/09/2019 11:31:58 AM
---------------------------------	------------------------------

<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>	Nº: 2019/08374
---	----------------

**CONTRATADO**

Nome: PEDRO LEANDRO MOREIRA NETO	Registro CRBio: 087751/04-D
CPF: 05653042676	Tel: 988071416
E-mail: pedrolm.neto@gmail.com	
Endereço: R MANSUETO FILIZZOLA 771	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: SANTA AMELIA
CEP: 31560-270	UF: MG

**CONTRATANTE**

Nome: SETE SOLUCOES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA	
Registro profissional:	CPF/CGC/CNPJ: 02.052.511/0001-82
Endereço: AV. DO CONTORNO, 6777, 2 ANDAR	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: SANTO ANTONIO
CEP: 30110-935	UF: MG
Site: <a href="http://www.sete-sta.com.br/">http://www.sete-sta.com.br/</a>	

**DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL**

Natureza: Prestação de Serviços - Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços			
Identificação: Elaboração de estudos ambientais para o Projeto do Aterro de Resíduos Industriais H1			
Município do trabalho: Nova Lima	UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte	UF: MG
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: Eng. Florestal, Biólogos e Geógrafo	
Área do conhecimento: Botânica		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: TRABALHOS DE CAMPO E ESCRITÓRIO NECESSÁRIOS À ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS (ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL, PLANO DE UTILIZAÇÃO PRETENDIDA E PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL) QUE SUBSIDIARÃO O PROCESSO DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO, REFERENTE ÀS OBRAS DO PROJETO DO ATERRO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS H1 NA PLANTA QUEIROZ, OPERADA PELA ANGLOGOLD ASHANTI, NO MUNICÍPIO DE NOVA LIMA - MG.			
Valor: R\$ 4200,00		Total de horas: 70	
Início: 01/09/2019		Término:	

**ASSINATURAS**

**Declaro serem verdadeiras as informações acima**

Data: 27/09/2019  Assinatura do profissional	Data: 27/09/19  Assinatura e carimbo do contratante	Para verificar a autenticidade desta ART acesse o <b>CRBio-04 Online</b> em nosso site e depois o serviço <b>Conferência de ART</b>
--	---	---

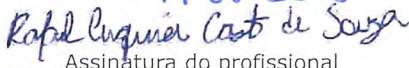
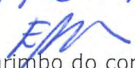
<b>Solicitação de baixa por distrato</b>  Data: / /  Assinatura do profissional  Data: / /  Assinatura e carimbo do contratante	<b>Solicitação de baixa por conclusão</b> Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.  Nº do protocolo: <b>54119/NET</b>  Data: / / Assinatura do profissional  Data: / / Assinatura e carimbo do contratante
---	---

**Imprimir ART**





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

Situação: <b>TRABALHO EM ANDAMENTO</b>		Data: <b>19/08/2019 4:43:50 PM</b>	
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>		Nº: <b>2019/07018</b>	
<b>CONTRATADO</b>			
Nome: <b>RAFAEL CERQUEIRA CASTRO DE SOUZA</b>		Registro CRBio: <b>076543/04-D</b>	
CPF: <b>06601850675</b>		Tel: <b>31 91813945</b>	
E-mail: <b>rafael.ccdesouza@gmail.com</b>			
Endereço: <b>R MAJOR LOPES n.º 597 APTO 204</b>			
Cidade: <b>BELO HORIZONTE</b>		Bairro: <b>SAO PEDRO</b>	
CEP: <b>30330-050</b>		UF: <b>MG</b>	
<b>CONTRATANTE</b>			
Nome: <b>SETE SOLUCOES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA</b>			
Registro profissional:		CPF/CGC/CNPJ: <b>02.052.511/0001-82</b>	
Endereço: <b>AV. DO CONTORNO, 6777, 2 ANDAR</b>			
Cidade: <b>BELO HORIZONTE</b>		Bairro: <b>SANTO ANTONIO</b>	
CEP: <b>30110-935</b>		UF: <b>MG</b>	
Site: <b>http://www.sete-sta.com.br/</b>			
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
Natureza: <b>Prestação de Serviços - Realização de consultorias/assessorias técnicas</b>			
Identificação: <b>Complementação de dados sobre mastofauna para adequação dos estudos ambientais (EIA/RIMA/PCA/PUP)</b>			
Município do trabalho: <b>Nova Lima</b>		UF: <b>MG</b>	Município da sede: <b>Nova Lima</b>
UF: <b>MG</b>		UF: <b>MG</b>	
Forma de participação: <b>Individual</b>		Perfil da equipe:	
Área do conhecimento: <b>Ecologia</b>		Campo de atuação: <b>Meio ambiente</b>	
Descrição sumária da atividade: <b>COMPLEMENTAÇÃO DE DADOS SOBRE A MASTOFAUNA PARA ADEQUAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS (EIA/RIMA/PCA/PUP) DO ATERRO DE RESÍDUOS INDUSTRIAL H1 DA PLANTA DO QUEIROZ DE PROPRIEDADE DA ANGLOGOLD ASHANTI, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE NOVA LIMA/MG.</b>			
Valor: <b>R\$ 2227,20</b>		Total de horas: <b>50</b>	
Início: <b>31/07/2019</b>		Término:	
<b>ASSINATURAS</b>			
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: <b>19/08/2019</b>  Assinatura do profissional		Data: <b>19/08/19</b>  Assinatura e carimbo do contratante	
<b>Solicitação de baixa por distrato</b>  Data: / /  Assinatura do profissional  Data: / /  Assinatura e carimbo do contratante		<b>Solicitação de baixa por conclusão</b> Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.  Nº do protocolo: <b>52397/NET</b>  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](#)





CADASTRO TÉCNICO FEDERAL  
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
5472082	21/01/2020	21/01/2020	21/04/2020

**Dados básicos:**

CPF: 037.186.886-62  
Nome: ANDRÉA DE OLIVEIRA

**Endereço:**

logradouro: RUA INDIANA  
N.º: 696 Complemento: APTO 102  
Bairro: JARDIM AMÉRICA Município: BELO HORIZONTE  
CEP: 30421-379 UF: MG

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

<b>Código CBO</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área de Atividade</b>
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.

<b>Chave de autenticação</b>	22APCZF1FR53IWHB
------------------------------	------------------



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL  
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
6366930	06/12/2019	06/12/2019	06/03/2020

**Dados básicos:**

CPF: 112.613.766-92

Nome: BÁRBARA LUIZA TEIXEIRA BARRETO

**Endereço:**

logradouro: RUA CORONEL EGIDIO BENICIO DE ABREU

N.º: 285 Complemento: CASA

Bairro: SANTA EFIGENIA Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30270-170 UF: MG

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

<b>Código CBO</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área de Atividade</b>
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.

<b>Chave de autenticação</b>	E1S9IFV9WGIXUJTJ
------------------------------	------------------



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



<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
7374679	15/01/2020	15/01/2020	15/04/2020

**Dados básicos:**

CPF: 087.790.896-66

Nome: DAIANE VANESSA DE MIRANDA

**Endereço:**

logradouro: RUA FRANCISCO AUGUSTO ROCHA

N.º: 101 Complemento: APTO 404 - BL02

Bairro: PLANALTO Município: BELO HORIZONTE

CEP: 31720-260 UF: MG

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

Código	Descrição
23-15	outras atividades sujeitas a licenciamento não especificadas anteriormente

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
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas
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.

<b>Chave de autenticação</b>	786M2D4WLXIA3QPS
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL  
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
197751	16/01/2020	16/01/2020	16/04/2020

**Dados básicos:**

CPF: 566.015.736-04

Nome: EDUARDO CHRISTOFARO DE ANDRADE

**Endereço:**

logradouro: RUA JOAQUIM LINHARES

N.º: 284 Complemento: 102

Bairro: ANCHIETA Município: BELO HORIZONTE

CEP: 30310-400 UF: MG

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

<b>Código CBO</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área de Atividade</b>
2221-10	Engenheiro Agrônomo	Planejar atividades agrossilvipecuárias e do uso de recursos naturais renováveis e ambientais
2221-10	Engenheiro Agrônomo	Coordenar atividades agrossilvipecuárias e o uso de recursos naturais renováveis 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.

<b>Chave de autenticação</b>	XZCI2N7XVFYWUQKR
------------------------------	------------------





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



<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
7391808	15/01/2020	15/01/2020	15/04/2020

**Dados básicos:**

CPF: 017.916.616-61  
Nome: GUILHERME D'ANGELES MENDES CHAVES NOGUEIRA

**Endereço:**

logradouro: NÍSIO BATISTA DE OLIVEIRA  
N.º: 325 Complemento: 204  
Bairro: NOVO SÃO LUCAS Município: BELO HORIZONTE  
CEP: 30240-510 UF: MG

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

<b>Código CBO</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área de Atividade</b>
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.

<b>Chave de autenticação</b>	N9K88YWNQYCW6C
------------------------------	----------------



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



<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
5039267	12/09/2019	12/09/2019	12/12/2019

**Dados básicos:**

CPF: 064.235.346-83  
Nome: JUNEVAL GERALDO DOS SANTOS

**Endereço:**

logradouro: RUA NISIO BATISTA DE OLIVEIRA  
N.º: 622 Complemento: CASA  
Bairro: SÃO LUCAS Município: BELO HORIZONTE  
CEP: 30240-510 UF: MG

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

<b>Código CBO</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área de Atividade</b>
2221-20	Engenheiro Florestal	Planejar atividades agrossilvipecuárias e do uso de recursos naturais renováveis e ambientais
2221-20	Engenheiro Florestal	Coordenar atividades agrossilvipecuárias e o uso de recursos naturais renováveis e ambientais
2221-20	Engenheiro Florestal	Prestar assistência e consultoria técnicas e extensão rural
2221-20	Engenheiro Florestal	Executar atividades agrossilvipecuárias e do uso de recursos naturais renováveis e ambientais
2221-20	Engenheiro Florestal	Elaborar documentação técnica e científica
2221-20	Engenheiro Florestal	Desenvolver tecnologia

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.

<b>Chave de autenticação</b>	TS7V8WH1SCNB5P62
------------------------------	------------------



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL  
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
5309940	05/12/2019	05/12/2019	05/03/2020

**Dados básicos:**

CPF: 099.447.316-84

Nome: LARISSA FERREIRA DE ARRUDA

**Endereço:**

logradouro: AVENIDA MARECHAL CASTELO BRANCO 1501

N.º: 1501

Complemento: APTO 12

Bairro: SANTO ANTÔNIO

Município: VICOSA

CEP: 36570-000

UF: MG

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

<b>Código CBO</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área de Atividade</b>
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
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.

<b>Chave de autenticação</b>	6MQD79QYQ84VE7S6
------------------------------	------------------



Ministério do Meio Ambiente  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL  
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
6784910	14/01/2020	14/01/2020	14/04/2020

**Dados básicos:**

CPF: 115.157.266-73  
Nome: PAULO HENRIQUE BOTELHO DE OLIVEIRA LEITE

**Endereço:**

logradouro: RUA FLOR DE ÍNDIO  
N.º: 100 Complemento: BLOCO O APT. 301  
Bairro: LIBERDADE Município: BELO HORIZONTE  
CEP: 31270-215 UF: MG

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

<b>Código CBO</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área de Atividade</b>
2512-05	Economista	Elaborar projetos (pesquisa econômica, de mercados, viabilidade econômica etc)

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.

<b>Chave de autenticação</b>	SL833TDCHSKR5ILM
------------------------------	------------------





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



<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
5655804	22/10/2019	22/10/2019	22/01/2020

**Dados básicos:**

CPF: 056.530.426-76  
Nome: PEDRO LEANDRO MOREIRA NETO

**Endereço:**

logradouro: RUA MONSUETO FILIZOLA  
N.º: 771 Complemento: CASA  
Bairro: SANTA AMÉLIA Município: BELO HORIZONTE  
CEP: 31560-270 UF: MG

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

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>
23-12	Mineração
23-15	outras atividades sujeitas a licenciamento não especificadas anteriormente

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**

<b>Código CBO</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área de Atividade</b>
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.

<b>Chave de autenticação</b>	RRBCLI7F6R9EXY69
------------------------------	------------------



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



<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
2312664	27/12/2019	27/12/2019	27/03/2020

**Dados básicos:**

CPF: 066.018.506-75  
Nome: RAFAEL CERQUEIRA CASTRO DE SOUZA

**Endereço:**

logradouro: MAJOR LOPES  
N.º: 597 Complemento: APTO 204  
Bairro: SÃO PEDRO Município: BELO HORIZONTE  
CEP: 30330-050 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	Estudar seres vivos
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Inventariar biodiversidade
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Realizar consultoria e assessoria na área biológica e ambiental
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais
2211-05	Biólogo	Realizar diagnósticos biológicos, moleculares e ambientais
2140-10	Tecnólogo em Meio Ambiente	Prestar consultoria, assistência e assessoria
2140-10	Tecnólogo em Meio Ambiente	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.

<b>Chave de autenticação</b>	I1K4ARS3PMRILEMI
------------------------------	------------------





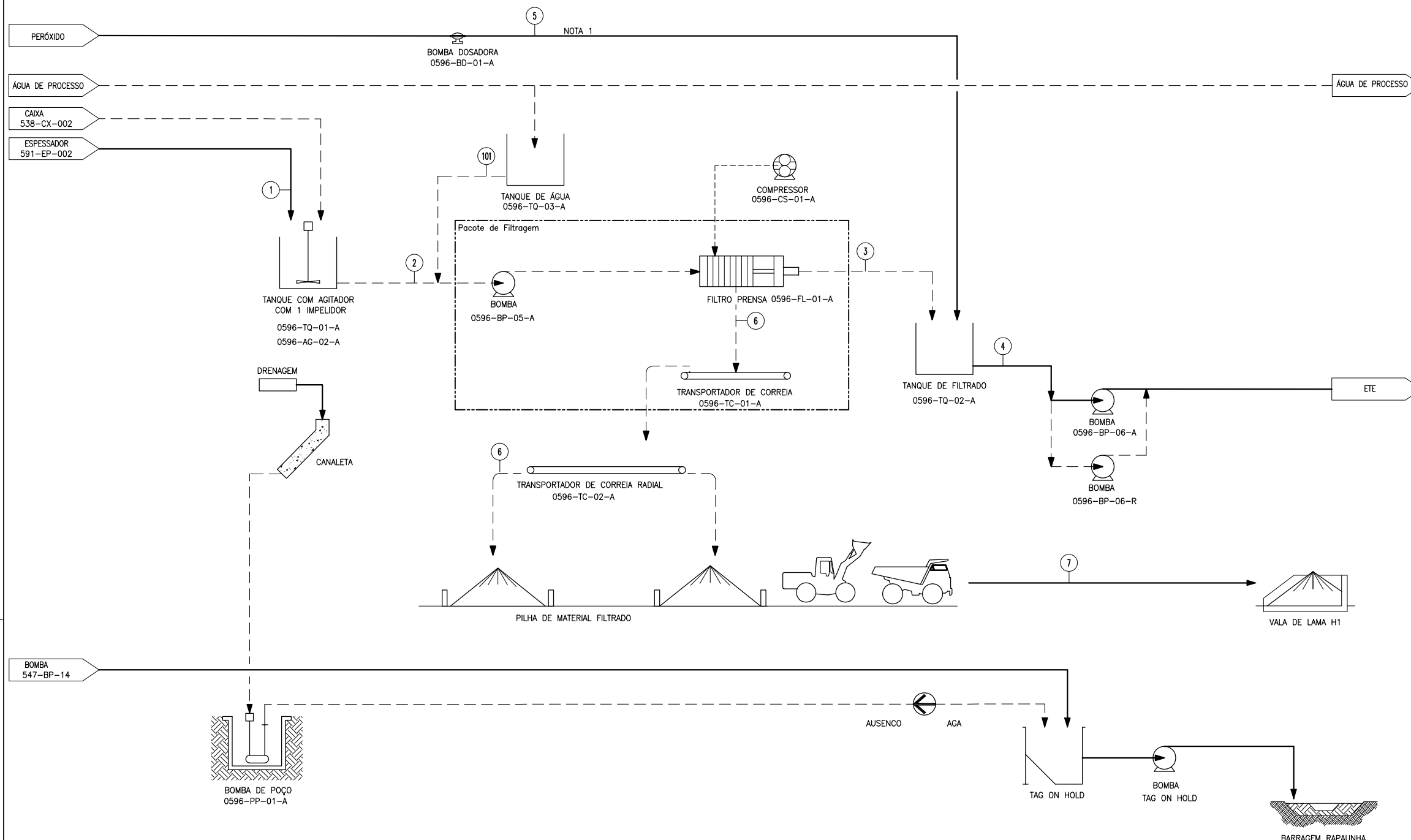
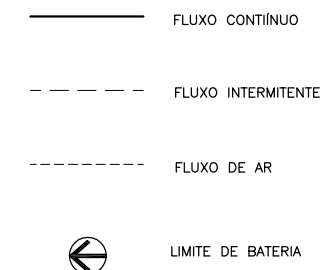
# ANEXO 02

## FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE DESAGUAMENTO DE REJEITOS









NÚMERO DA LINHA		1	2	3	4	5	6	7	101
DESCRIÇÃO		Alimentação do tanque de filtragem (UF espessador 591-EP-002)	Alimentação do filtro prensa	Filtrado	Filtrado enviado pra ETE	Alimentação de peróxido	Torta de rejeito enviada para pilha de rejeito	Torta de rejeito enviada para vala de lama H1	Água de processo para filtro prensa
Nominal	SÓLIDOS	tph	32,85	0,00	0,00	0,00	32,85	32,85	-
	ÁGUA	tph	40,15	40,15	22,46	22,46	17,69	17,69	10,00
	POLPA	m <sup>3</sup> /h	49,00	49,00	22,46	22,46	0,07	26,54	10,00
% SÓLIDOS		%	45,00	45,00	0,00	0,00	65,00	65,00	-
SÓLIDOS S.G.		-	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71	-
DENSIDADE DA POLPA		t/m <sup>3</sup>	1,49	1,49	1,00	1,00	1,24	1,90	1,00

REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. DES. COORD.
0	08/08/19	EMISSÃO INICIAL	C
1	23/08/19	APROVADO - ATENDENDO COMENTÁRIOS	B
2	04/09/19	APROVADO - ATENDENDO COMENTÁRIOS	B

NOTAS	
1)	CONSUMO DE PERÓXIDO: 69L/h a 50%.

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO

**Ausenco**

104145-01-0000-DWG-I-0001

RESPONSÁVEL	NOME	RÚBRICA	DATA
DESENHO	ALJ		08/08/19
VERIFICAÇÃO	KMF		08/08/19
SUPERVISOR	LFS		08/08/19
COORDENADOR	DGR		08/08/19

ESCALA: 1/XX

PROPÓSITO DAS EMISSÕES

(A) PRELIMINAR  
 (B) PARA CONHECIMENTO  
 (C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO  
 (D) APROVADO  
 (E) PARA COTAÇÃO  
 (F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO  
 (G) LIBERADO P/COMPRA  
 ( )

ANGLOGOLD ASHANTI MINERAÇÃO QUEIRÓZ

TÍTULO: PROJETO SISTEMA DE DESAGUAMENTO DE REJEITOS PLANTA DE FILTRAGEM MÓVEL QUEIROZ FLUXOGRAMA DE PROCESSO

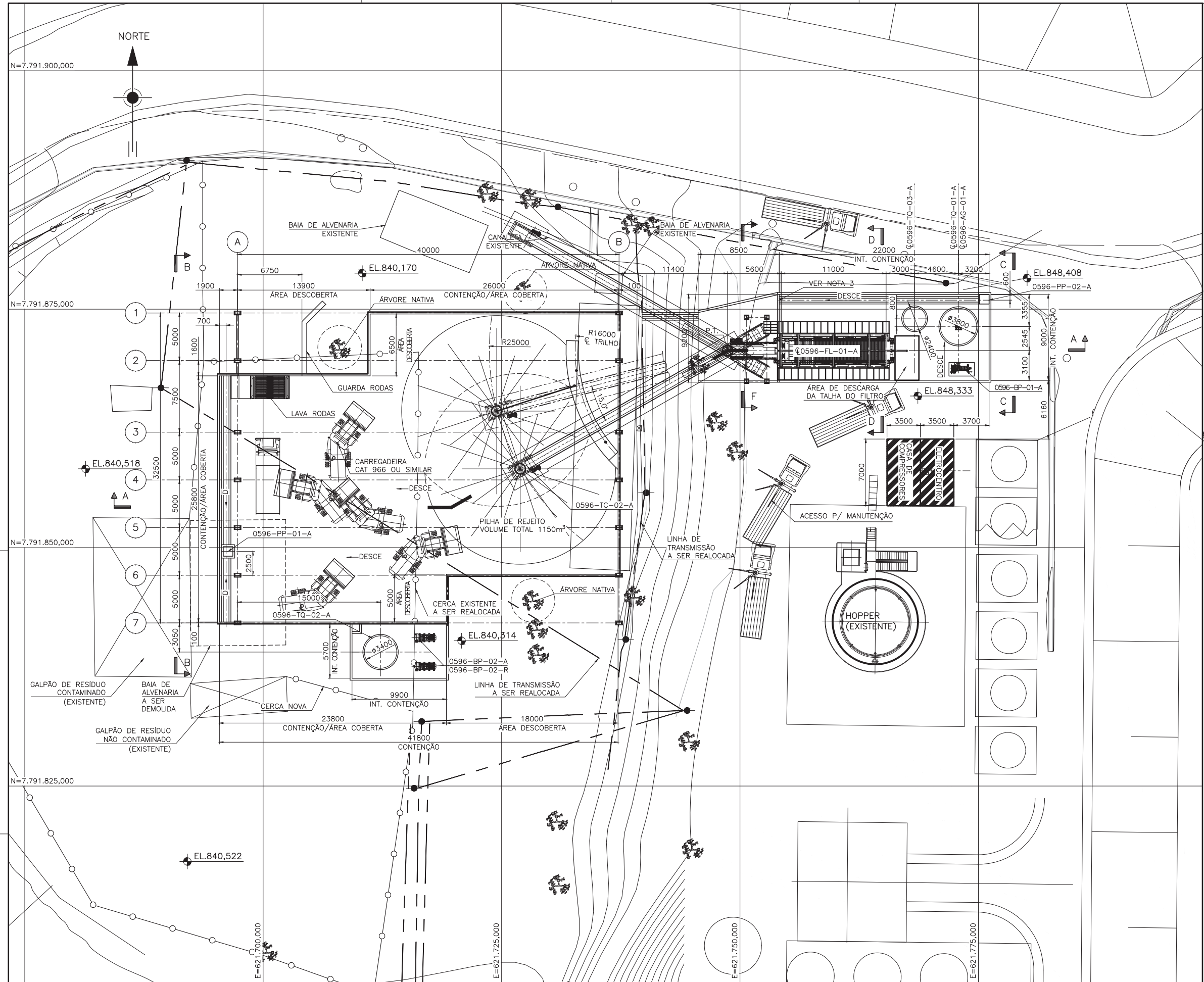
DESENHO Nº: AA-182-AS-0596-103-FL-001

COORD. PROJ. DATA  
 CLIENTE DATA

REV. 2

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. DES. COORD.
01	08/08/19	EMISSÃO INICIAL	C
02	23/08/19	APROVADO - ATENDENDO COMENTÁRIOS	B
03	04/09/19	APROVADO - ATENDENDO COMENTÁRIOS	B

ESTA CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJE.



REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. VISTOS DES/COORD
0	09/08/19	EMISSÃO INICIAL	C
1	03/09/18	REVISÃO GERAL	C

**NOTAS**

1-DIMENSÕES EM MILÍMETRO, ELEVACÃO E COORDENADAS EM METRO (E.A.), EXCETO ONDE ANOTADO.  
 2-PARA CORTES VER DES. Nº AA-182-AS-0596-402-DS-002  
 3-VÁLVULA PARA ISOLAMENTO DA ÁREA DE TANCAGEM.  
 MANTER A VÁLVULA SEMPRE FECHADA, ABRIR SOMENTE PARA DRENAGEM DA ÁREA.  
 (VAI PARA POÇO DA BOMBA 05-96-PP-01-A).

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO
AA-182-AS-0596-103-FL-001	FLUXOGRAMA DE PROCESSO.
005_C180159_02_00_A	GA Cube Filterpress and Belt conveyor
AA-104-EM-0500-402-DS-001	PLANO DIRETOR
1618-0005264-TC-REV-0	LEVANTAMENTO PLANALTIMÉTRICO CADASTRAL

<b>Ausenco</b>			
104145-01-0000-DWG-M-0001			
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESENHO	TNO		09/08/19
VERIFICAÇÃO	CSE		09/08/19
SUPERVISOR	DPS		09/08/19
COORDENADOR	DGR		09/08/19

ESCALA: 1/200

PROPÓSITO DAS EMISSÕES

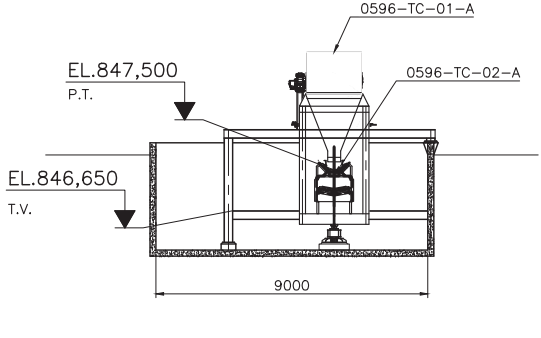
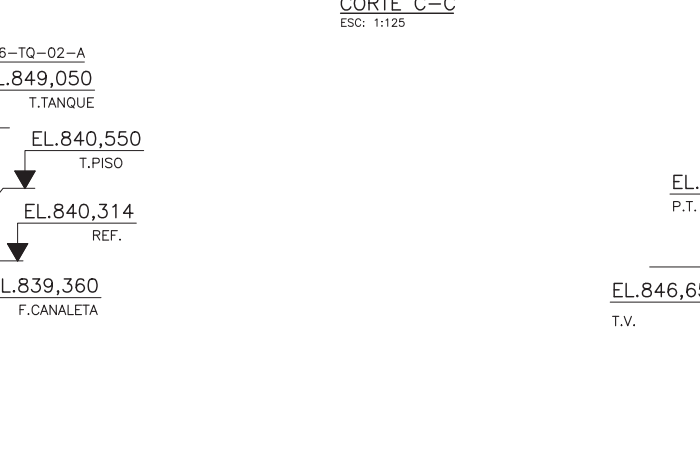
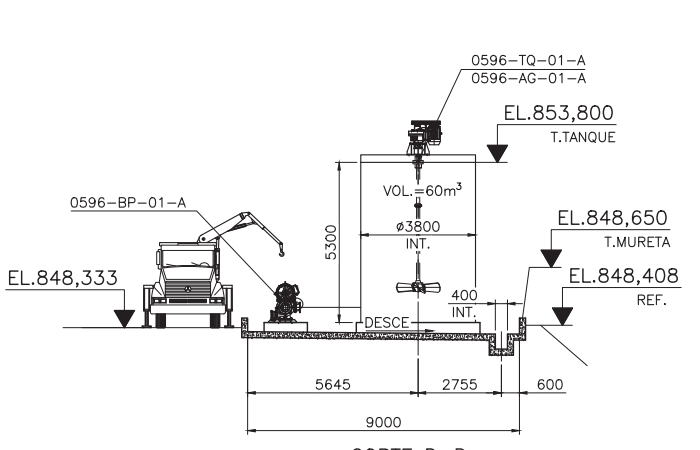
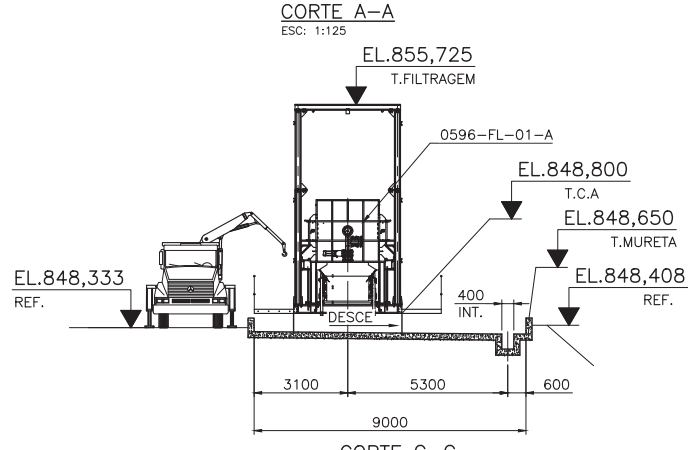
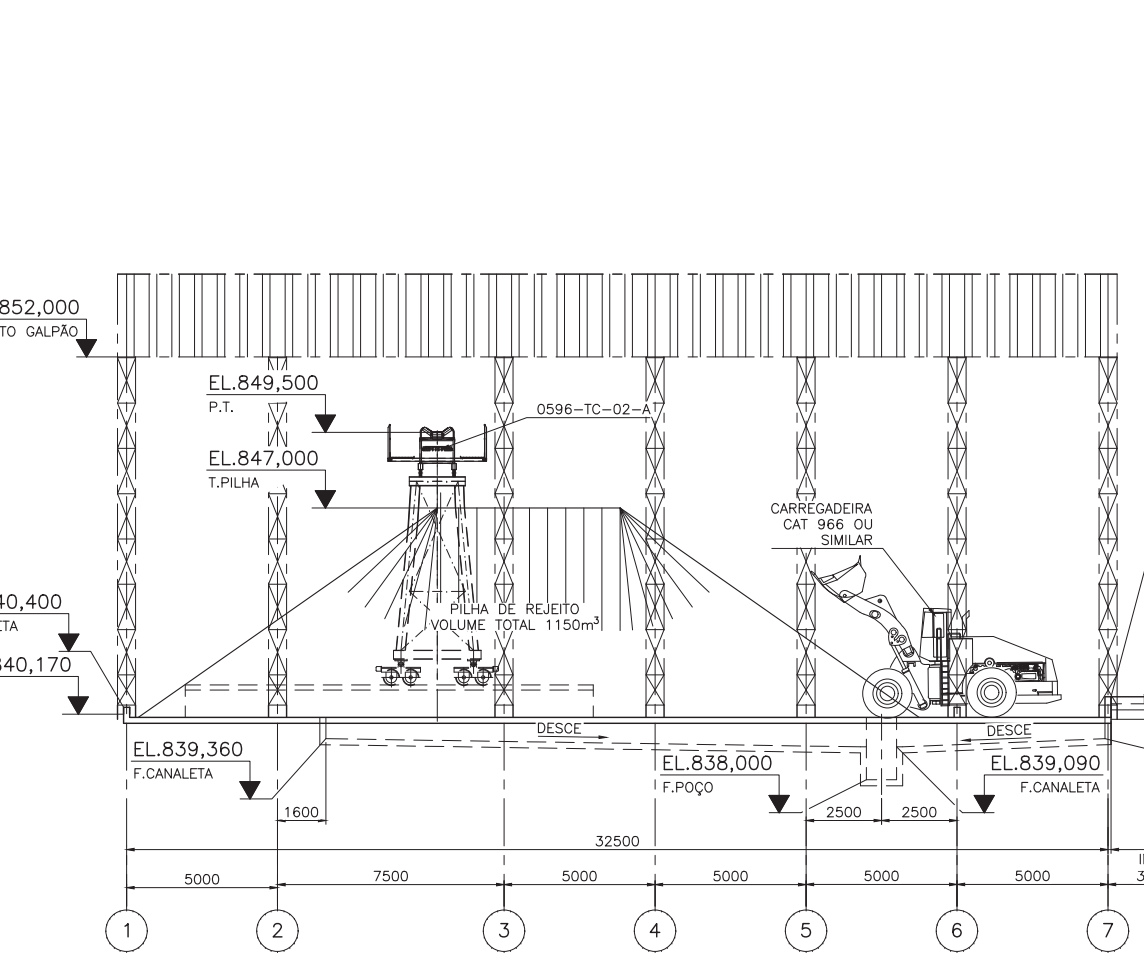
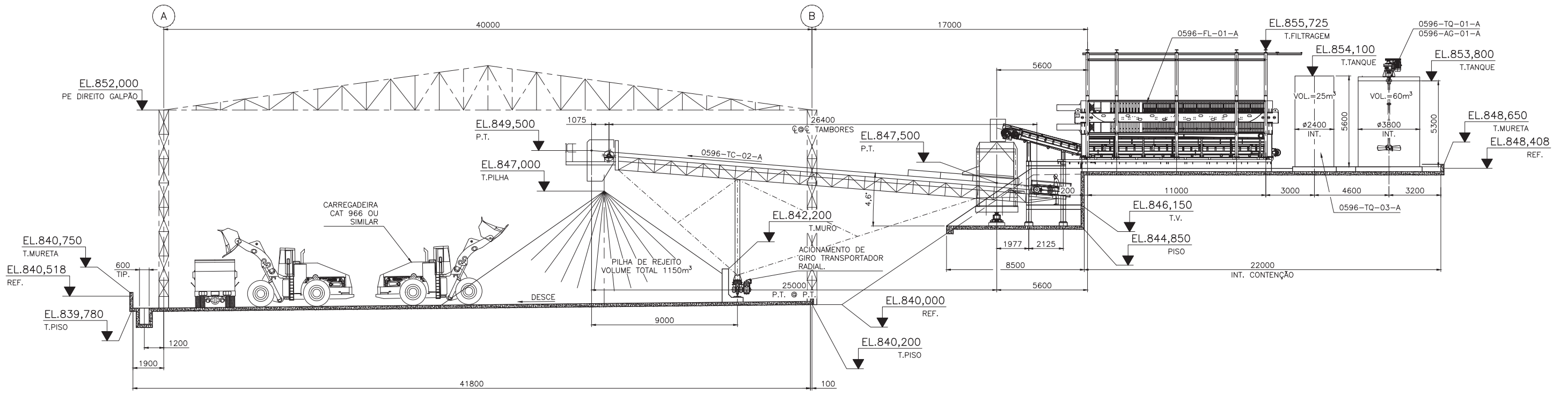
(A) PRELIMINAR  
 (B) PARA CONHECIMENTO  
 (C) P/COMENTÁRIO/APROVAÇÃO  
 (D) APROVADO  
 (E) PARA COTAÇÃO  
 (F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO  
 (G) LIBERADO P/COMPRA  
 ( )

**ANGLOGOLD ASHANTI MINERAÇÃO**  
**QUEIROZ**

TÍTULO: PROJETO SISTEMA DE DESAGUAMENTO DE REJEITO PLANTA DE FILTRAGEM MÓVEL QUEIROZ ARRANJOS MECÂNICOS - CONCEITUAL PLANTA GERAL

DESENHO Nº: AA-182-AS-0596-402-DS-001 REV. 1





VISTA B-B  
ESC: 1:125

CORTE A-A  
ESC: 1:125

CORTE C-C  
ESC: 1:125

CORTE D-D  
ESC: 1:125

CORTE E-E  
ESC: 1:125

REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. DES/COORD.
0	09/08/19	EMISSÃO INICIAL	C
1	03/09/19	REVISÃO GERAL	C

NOTAS

1-DIMENSÕES EM MILÍMETRO, ELEVACÃO E COORDENADAS EM METRO (E.A.), EXCETO ONDE ANOTADO.  
2-PARA PLANTA E INDICAÇÃO DE CORTES VER DES. Nº AA-182-AS-0596-402-DS-001.

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO

**Ausenco**

RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESENHO	TNO		09/08/19
VERIFICAÇÃO	CSE		09/08/19
SUPERVISOR	DPS		09/08/19
COORDENADOR	DGR		09/08/19

ESCALA: 1/125

PROPOSITO DAS EMISSÕES

(A) PRELIMINAR  
(B) PARA CONHECIMENTO  
(C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO  
(D) APROVADO  
(E) PARA COTAÇÃO  
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO  
(G) LIBERADO P/COMPRA  
( )

ANGLOGOLD ASHANTI MINERAÇÃO  
QUEIROZ

TÍTULO: PROJETO SISTEMA DE DESAGUAMENTO DE REJEITO  
PLANTA DE FILTRAGEM MÓVEL QUEIROZ  
ARRANJOS MECÂNICOS - CONCEITUAL  
CORTES

DESENHO Nº: AA-182-AS-0596-402-DS-002

COORD. PROJ DATA  
CLIENTE DATA

REV. 1



# ANEXO 03

**REVISÃO DO PROJETO DO ATERRO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS H1 -**

**WALM, 2019.**









 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## Índice

1.	INTRODUÇÃO .....	5
2.	LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	5
3.	DOCUMENTOS DISPONIBILIZADOS .....	6
4.	CRITÉRIOS E PREMISSAS DO PROJETO.....	7
5.	ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.....	9
6.	PLANO DE DIRETOR .....	12
7.	ESTUDOS GEOLÓGICO E GEOTÉCNICOS .....	12
7.1	MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	12
7.2	ANÁLISE DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS DISPONIBILIZADOS .....	13
8.	ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.....	15
8.1	PRECIPITAÇÃO .....	15
8.2	CHUVAS DE PROJETO .....	16
9.	ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1.....	24
9.1	GEOMETRIA DO ATERRO .....	24
9.2	ANÁLISES DE ESTABILIDADE.....	26

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

9.2.1	PREMISSAS ADOTADAS .....	26
9.2.2	PARÂMETROS ADOTADOS .....	27
9.2.3	SEÇÕES ANALISADAS .....	27
9.2.4	RESULTADOS OBTIDOS .....	29
9.3	SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTOS .....	34
9.4	SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	35
9.5	SISTEMA DE COLETA E REMOÇÃO DOS LÍQUIDOS PERCOLADOS .....	36
9.5.1	CONDIÇÃO INICIAL – DRENAGEM DE ÁGUA DE CHUVA.....	36
9.5.2	CONDIÇÃO FINAL – DRENAGEM PELO ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL .....	39
9.5.3	SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE PERCOLADOS .....	40
9.6	CAIXA DE INSPEÇÃO .....	40
9.7	SISTEMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL .....	41
9.8	SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL.....	42
10.	ACESSOS .....	44
11.	SEQUENCIA CONSTRUTIVA.....	45
12.	PLANO DE DESATIVAÇÃO DA ESTRUTURA.....	45
12.1	SISTEMA DE DRENAGEM DO FECHAMENTO.....	46
13.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	47

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

14.	BIBLIOGRAFIA.....	49
	ANEXOS.....	50
	ANEXO A – DESENHOS DO PROJETO .....	51
	ANEXO B – MEMÓRIA DE CÁLCULO – MURO .....	52
	ANEXO C - SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTOS .....	81
	ANEXO D – DIMENSIONAMENTO DA GEOMEMBRANA .....	93
	ANEXO E – MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL .....	109





		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIROZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta o projeto de engenharia detalhada do Aterro Industrial H1, a ser construído para atender ao atual “*Life of Mine*” e futuras expansões da Planta do Queiroz. São apresentados os estudos, cálculos e dimensionamentos elaborados pela Walm Engenharia com os dados fornecidos pela ANGLOGOLD ASHANTI (AGA).

O Aterro de Resíduo Industrial H1 será implantado à montante da Barragem Cocoruto na Planta Metalúrgica do Queiroz e a jusante da barragem Rapaunha, no município de Nova Lima/MG. Esse aterro tem por finalidade armazenar os resíduos sólidos originados do processo de precipitação de arsênio sob a forma de arsenato férrico, produzidos na planta de tratamento de minério aurífero de Queiroz.

Este projeto faz parte do contrato número 4600009498.19, celebrado entre WALM e a AGA, que possui como escopo principal: “*Elaboração de estudos e projetos de engenharia conceitual, básica e detalhada nas áreas de geotecnia de barragens e diques para disposição de rejeitos, acumulação de água e para contenção de sedimentos, mina a céu aberto e subterrânea, pilhas para disposição de estéril de mina, pilhas para disposição de rejeitos e infraestrutura civil*”.

## 2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Planta Metalúrgica do Queiroz está localizada no município de Nova Lima/MG, próximo à divisa com o município de Raposos, a cerca de 25 km de Belo Horizonte. O principal acesso à planta, a partir de Belo Horizonte, se dá pela rodovia MG-030 até o trevo com a rodovia MG-437, seguindo nesta até a portaria principal da unidade. A planta situa-se às margens do córrego Mina d’Água (ou do Queiroz), tributário pela margem esquerda do rio das Velhas. A Figura 2-1 apresenta uma visão geral da área incluindo a planta de tratamento de minério e as estruturas anexas.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura 2-1: Vista geral da área em estudo.**

### 3. DOCUMENTOS DISPONIBILIZADOS

Os documentos utilizados para o desenvolvimento do projeto de engenharia detalhada foram disponibilizados pela AGA e são listados a seguir.

- VALA G (Aterro de Resíduos Industrial G) - AA-104-DM-0547-201-DS-001-0.DWG /AA-104-DM-0547-201-DS-002-0.DWG/ AA-104-DM-0547-201-DS-002-0 BYT-E-EG-DE-3.PDF/AA-104-DM-0547-201-RT-001-1.DOC;
- Alçamento Vala G: AA-104-DM-0547-202-DS-021-0.DWG/AA-104-DM-0547-202-DS-022-0.DWG/AA-104-DM-0547-202-DS-021-0/BYT-E-EG-DE.PDF/AA-104-DM-0547-202-DS-022-0 BYT-E-EG-DE.PDF/AA-104-DM-0547-206-RT-003-0.DOC/BYT-E-EG-GR-010.XLS;
- TOPOGRAFIA: 1229-T000266-LT-REV-1\_Emprestimo.DWG/ACAD-VALE QUEIROZ 07 08 15 REV00.GWG;
- DADOS GEOLÓGICOS: D1-039-5111-5130-0003-00.DWG/Log Sondagem 25&26;
- KMZ: ADA Novo Aterro H1/APP Queiroz/Brejo\_e\_NovaAPP – QZ/Nascentes QZ/Novas Surgências Queiroz/SPT 25/SPT 26/Usos do Solo AEL/Valas em Queiroz 15 09 16;

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

- ESTUDOS LOCACIONAIS:ACAD-Vala em Cocoruto 13 09 16.DWG/ACAD-Vala em Rapaunha 13 09 16.DWG/Vala em Cocoruto 13 09 16\_A3.PDF/Vala em Rapaunha 13 09 16\_A3.PDF;
- ATERRO INDUSTRIAL H1:AA-104-DM-0547-102-DS-001-1.DWG e AA-104-DM-0547-102-DS-001-2.DWG/AA-104-DM-0547-201-DS-003-2.DWG A AA-104-DM-0547-202-DS-020-2.DWG/AA-104-DM-0547-102-RT-001-0\_comentado.DOC/AA-104-DM-0547-201-RT-002-2.DOC/AA-104-DM-0547-206-ET-002-3.DOC/AA-104-DM-0547-206-RT-002-4.DOC/AA-104-DM-0547-206-PO-002-3.XLS/AA-104-DM-0547-206-PO-003-3.XLS;
- SONDAGENS E ENSAIOS:Log Sondagem 25&26/Ensaio Alteamto Calcinos (partes 1, 2 e 3) /RT-GTR-1142\_R02\_Lama Arsenical&Emprestimo/Relatório Vala G.

#### 4. CRITÉRIOS E PREMISSAS DO PROJETO

Para a elaboração do projeto de engenharia detalhada do Aterro de Resíduo Industrial H1 foram considerados os critérios e premissas apresentados no documento AA-104-WA-0547-202-CP-001 e listados a seguir:

- A base topográfica utilizada foi fornecida pela AGA nos arquivos 1229-T000266-LT-REV-1\_Emprestimo.DWG e ACAD-VALE QUEIROZ 07 08 15 REV00.GWG. Esses arquivos foram fornecidos em SAD 69 e serão convertidos para SIRGAS 2000, conforme requisitado na Especificação de Serviços. Desta forma, os documentos gerados terão coordenadas UTM no sistema SIRGAS 2000;
- O Aterro de Resíduo Industrial H1 foi dimensionado visando a máxima capacidade volumétrica de resíduo arsenical;
- Para implantação do Aterro de Resíduo Industrial H1 foram respeitados os limites da ADA fornecidos pela AGA;
- Para análise da fundação, foram utilizados os logs de sondagem disponibilizados pela AGA até o presente (SP 25 e SP 26) e o mapeamento geológico-geotécnico realizado pela Walm;

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

- Os parâmetros geotécnicos de resistência, compressibilidade e permeabilidade da fundação e da estrutura de contenção foram estimados baseados no mapeamento superficial, nos logs das sondagens disponibilizados até o momento, na literatura técnica e na experiência dos profissionais da Walm.
- Os parâmetros geotécnicos da resíduo arsenical foram obtidos da interpretação dos ensaios disponibilizados pela AGA e que foram depositados na vala G (documento RT-GTR- 1042\_R00\_LB);
- Para a validação da geometria do aterro e da contenção, foram realizadas análises de estabilidade com o software Slide 7.0, em que foram adotados o critério de ruptura de Mohr- Coulomb para os materiais existentes e teoria do equilíbrio limite com o uso do método de análise de estabilidade proposto por Bishop;
- A contenção em torno da bacia foi projetada para ser construída em solo reforçado. A altura máxima deverá ser inferior à 10m.
- Devido ao tipo de resíduo industrial, o fundo da bacia deverá ser revestido com uma geomembrana de proteção para que não haja contaminação do lençol freático. Foi dimensionado um sistema de detecção de vazamentos dessa geomembrana. Esta proteção será constituída por materiais permeáveis de modo a permitir a coleta e direcionamento dos fluxos para uma caixa de monitoramento;
- Foi dimensionado um sistema de coleta de líquidos percolados sobre a geomembrana. Este sistema de coleta foi dimensionado considerando duas condições de operação distintas: verificação da condição de drenagem da água de chuva incidente diretamente sobre a bacia e verificação da condição de drenagem da água de infiltração pelo resíduo arsenical;
- Todo o líquido coletado deverá ser destinado para uma ETE instalada na Planta Metalúrgica do Queiróz;
- Os projetos para eventuais relocações de interferências não estão contemplados no escopo deste projeto;



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

- Foram projetados os acessos operacionais para execução do aterro;
- Para a determinação das chuvas de projeto foi utilizada a estação Mineração Morro Velho (1943000), que está localizada próxima à área de estudo;
- As vazões de projeto das estruturas constituintes do sistema de drenagem superficial foram determinadas segundo o Método Racional;
- Os dispositivos de drenagem deverão suportar as vazões de projeto estabelecidas pela NBR 13.29 (ABNT, 2017), a qual recomenda os seguintes tempos de retorno mínimos para chuvas de projeto:
  - 100 anos para dispositivos de pequena vazão, tais como canaletas de berma e proteção e descidas de água entre taludes;
  - 500 anos para os canais periféricos de coleta e condução de águas superficiais.

## 5. ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Segundo a NBR 10.157(1987), o local de implantação de um aterro de resíduos perigosos deverá obedecer aos seguintes critérios:

- a. O impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro deverá ser minimizado;
- b. A aceitação da instalação pela população deverá ser maximizada;
- c. Deverá estar de acordo com o zoneamento da região;
- d. Poderá ser utilizado por um longo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para início da operação.

Além desses critérios, segundo a norma, para a avaliação da adequabilidade de um local, diversas considerações técnicas devem ser feitas, a saber:

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

- a. topografia - é um fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem para a construção da instalação. Recomendam-se locais com declividade superior a 1 % e inferior a 20 %;
- b. geologia e tipos de solos existentes - são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração;
- c. recursos hídricos - deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água; a critério do OECA - Órgão Estadual de Controle Ambiental, essa distância poderá ser alterada;
- d. vegetação - o estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores;
- e. acessos - fator de evidente importância em um projeto de aterro, uma vez que são utilizados durante toda a sua operação;
- f. tamanho disponível e vida útil - em um projeto estes fatores encontram-se inter-relacionados e recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos;
- g. custos - os custos de um aterro têm grande variabilidade conforme o seu tamanho e o seu método construtivo. A elaboração de um cronograma físico-financeiro é necessária para permitir a análise de viabilidade econômica do empreendimento;
- h. distância mínima a núcleos populacionais - deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais, recomenda-se que esta distância seja superior a 500 m.

Baseando-se nos critérios citados, foram analisadas duas áreas para a implantação do Aterro de Resíduo Industrial H1. Estas áreas foram denominadas: Alternativa 01 e Alternativa 02.

Para a Alternativa 01, o aterro foi locado em uma área localizada a montante da barragem Rapaunha. Projetou-se a deposição da lama arsenical em uma bacia escavada à 10m de profundidade do terreno natural com taludes de 3V:2H até a El. 850,00m. O topo ficará na El. 860,00m.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Os quantitativos para a Alternativa 01 são apresentados na Tabela 5.1.

**Tabela 5-1: Quantitativos para Alternativa 01.**

<b>Material/Serviço</b>	<b>Quantitativos</b>	<b>Unidade</b>
Área do fundo da bacia	3.291,26	m <sup>2</sup>
Área da crista do corte	7.188,18	m <sup>2</sup>
Comprimento médio da bacia	277,00	m
Capacidade da bacia	51.000,00	m <sup>3</sup>

Para maiores detalhes, ver desenho: AA-104-WA-0547-202-DS-004, Anexo A.

Para a Alternativa 02, o aterro foi locado em uma área a jusante da barragem Rapaunha e a montante da barragem Cocoruto. A deposição da lama arsenical será feita em uma bacia escavada à 10m de profundidade com taludes de 3V:2H até a El. 810,00m. O topo do aterro ficará, na parte mais elevada, na El. 819,00m.

Os quantitativos para a Alternativa 02 são apresentados na Tabela 5.2.

**Tabela 5-2: Quantitativos para Alternativa 02.**

<b>Material/Serviço</b>	<b>Quantitativos</b>	<b>Unidade</b>
Área do fundo da bacia	7.765,76	m <sup>2</sup>
Área da crista do corte	10.689,47	m <sup>2</sup>
Comprimento médio da bacia	206,00	m
Capacidade da bacia	80.823,22	m <sup>3</sup>

Para maiores detalhes, ver desenho: AA-104-WA-0547-202-DS-005, Anexo A.

Comparando as duas alternativas tendo como base os critérios estabelecidos pela NBR 10.157(1987), tem-se que a Alternativa 02 possui uma bacia com um maior capacidade volumétrica para deposição da lama arsenical sendo portanto uma região com maior vida útil. A Alternativa 01 necessitará de uma maior área de desmatamento para a sua implantação se comparada à Alternativa 02.

O descarte dos líquidos percolados e eventuais vazamentos da geomembrana serão projetados na bacia e deverão ser conduzidos para uma ETE que se encontra na Planta Metalúrgica do Queiroz. Tem-se que

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

a Alternativa 02 está à 0,98 km de distância da Planta tendo uma menor DMT (distância média de transporte) se comparada à Alternativa 01.

Portanto, da análise das duas alternativas locais estudadas, tem-se que a Alternativa 02 mostra-se mais vantajosa para implantação do Aterro de Resíduo Industrial H1 em termos de capacidade volumétrica, movimentação de solo (corte/aterro) e de localização em relação ao descarte para a construção do Aterro de Resíduo Industrial H1.

## 6. PLANO DE DIRETOR

O Plano Diretor do Aterro de Resíduo Industrial H1 é apresentado no desenho AA-104-WA-0547-202-DS-006, Anexo A.

No Plano Diretor estão locados além da alternativa locacional escolhida para a construção do Aterro de Resíduo Industrial H1, a tubulação que levará os líquidos percolados e possíveis vazamentos da geomembrana para a ETE, os acessos construtivos/operacionais, as barragens existentes e a área de estoque intermediário.

## 7. ESTUDOS GEOLÓGICO E GEOTÉCNICOS

### 7.1 MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

A Walm realizou um mapeamento geológico-geotécnico na área de implantação do aterro no dia 02 de maio de 2019. Os materiais identificados no mapeamento foram caracterizados quanto a sua granulometria, plasticidade, cor, origem, estruturas geológicas existentes, grau de resistência e grau de alteração.

O mapeamento geológico-geotécnico completo com a descrição da geologia regional, caracterização dos materiais com os pontos visitados encontra-se no relatório AA-104-WA-0547-202-RL-003 e desenhos AA-104-WA-0547-202-DS-002 e AA-104-WA-0547-202-DS-003.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## 7.2 ANÁLISE DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS DISPONIBILIZADOS

Foi disponibilizado pela AGA o relatório RT-GTR-1042\_R00\_LB emitido pela DAM Engenharia que contém os resultados dos ensaios geotécnicos de laboratório realizados pela Geothra Geologia e Geotecnia.

Conforme este documento, foram realizados ensaios com amostras do resíduo arsenical coletadas na Vala E/G, mesmo material a ser depositado no Aterro de Resíduo Industrial H1 e material de empréstimo de uma área indicada pela AGA para ser utilizada na Vala E/G. Os ensaios geotécnicos foram realizados em novembro e dezembro de 2016. A Tabela 7.1 apresenta um resumo dos ensaios geotécnicos realizados.

**Tabela 7-1: Ensaios geotécnicos realizados.**

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
01	Granulometria completa (peneiramento e sedimentação)	Ensaio	02
02	Densidade In Situ	Ensaio	04
03	Compactação Proctor Normal (5 pontos)	Ensaio	01
04	Permeabilidade Carga Variável	Ensaio	01
05	Ensaio de compressão triaxial tipo CUsat (adensado, rápido, não saturado), com medida de pressão neutra, com confinantes de 100 kPa, 200 kPa e 400 kPa	Corpo de prova	06
06	Ensaio de adensamento edométrico com inundação no início do carregamento, em estágios de carregamento de 12,5, 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1600 kPa e descarregamento na ordem inversa	Ensaio	01

As Tabelas 7.2 a 7.7 apresentam os resultados dos ensaios realizados.

**Tabela 7-2: Granulometria completa.**

Amostra	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina (%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)	Pedregulho (%)
AD-01 (resíduo)	19,0	53,0	14,0	1,5	0,5	12,0
AD-03 (empréstimo)	16,0	70,0	2,0	2,0	0,5	9,5



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

**Tabela 7-3: Resultados obtidos do ensaio de Densidade In Situ.**

Amostra	Densidade seca (g/cm <sup>3</sup> )	Teor de Umidade (%)
AM-01 (resíduo)	1,125	40,67
AM-02 (resíduo)	1,281	42,38
AM-03 (resíduo)	1,046	40,85
AM-04 (resíduo)	1,129	30,39
Média	1,145	38,57

**Tabela 7-4: Compactação Proctor Normal com material do empréstimo.**

Amostra	Densidade seca (g/cm <sup>3</sup> )	Teor de Umidade (%)
AD-03 (empréstimo)	1,530	17,0

**Tabela 7-5: Coeficiente de permeabilidade- Carga variável.**

Amostra	K <sub>20</sub> médio (cm/s)	Condições de Moldagem	
		γ <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	Teor de Umidade (%)
AD-01 (resíduo)	1,2 x 10 <sup>-05</sup>	1,2	26,1

**Tabela 7-6: Adensamento Edométrico.**

Amostra	Pa (kN/m <sup>2</sup> )	e <sub>a</sub>	C <sub>c</sub>	K <sub>20</sub> médio (cm/s)
AD-01 (resíduo)	419	1,095	0,35	8,02 x 10 <sup>-6</sup>

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

**Tabela 7-7: Parâmetros de resistência.**

Amostra	Parâmetros de Resistência			
	Totais		Efetivos	
	c (kN/m <sup>2</sup> )	φ (°)	c' (kN/m <sup>2</sup> )	φ' (°)
AD-01 (resíduo)	9,4	19,7	12,0	33,1
AD-03 (empréstimo)	34,3	17,0	14,7	28,5

Dos resultados, tem-se que o material de empréstimo é silto argiloso. Os parâmetros de resistência foram obtidos para as amostras ensaiadas a partir das relações  $\phi = \arcsen(\operatorname{tg} \alpha)$  e  $c = a/\cos \phi$ .

Ressalta-se que não há informações sobre investigações de campo e de laboratório na região identificada pela AGA como sendo uma possível área de empréstimo para o Aterro de Resíduo Industrial H1 e também não há mais informações na região de implantação deste aterro, além das sondagens SP25 e SP 26.

## 8. ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

### 8.1 PRECIPITAÇÃO

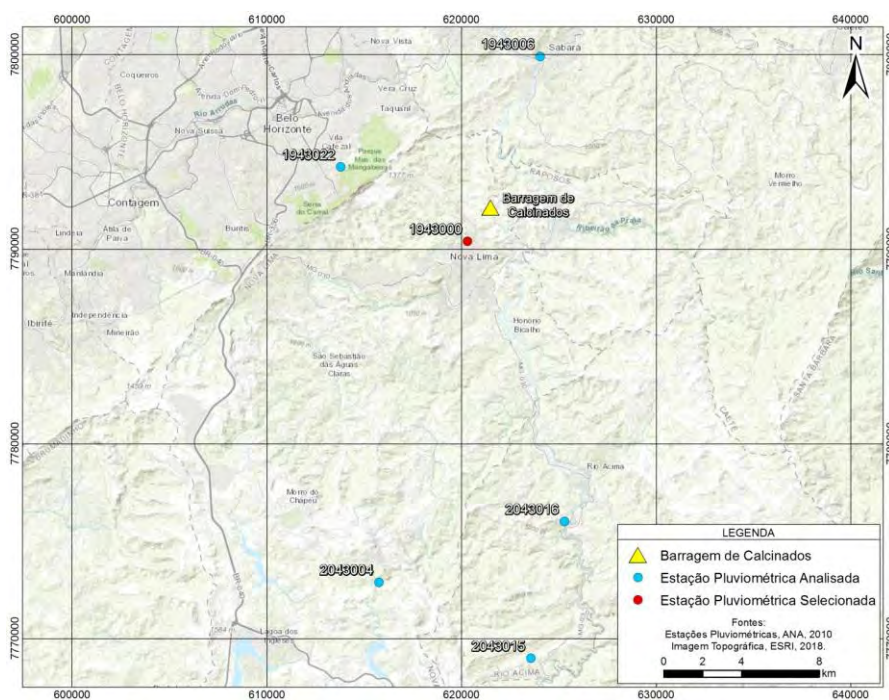
Para a definição das chuvas de projeto realizou-se a análise das estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA) existentes nas proximidades do empreendimento. As estações analisadas para este estudo são apresentadas na Figura 8-1. A Tabela 8-1 apresenta s dados das estações pluviométricas analisadas.

Dentre as estações analisadas, a estação com mais dados e mais próxima ao empreendimento é a estação Mineração Morro Velho. Por isso e com base nos critérios de extensão da série histórica, consistência dos dados e proximidade, a estação Mineração Morro Velho (código ANA: 1943000) foi selecionada para definição da chuva de projeto para o estudo de drenagem do percolado do resíduo industrial e também a drenagem superficial no entorno da bacia de deposição do resíduo.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

**Tabela 8-1: Estações pluviométricas analisadas.**


Código	Nome	Município	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)	Período de Dados
1943000	Mineração Morro Velho	Nova Lima	-19,9792	-43,850	770	1941 - 2018
1943006	Sabará	Sabará	-19.8931	-43.815	720	1941 - 2018
1943022	Caixa de Areia	Belo Horizonte	-19.945	-43.9125	950	1940 - 2016
2043004	Rio do Peixe (MVV)	Nova Lima	-20.1378	-43.8925	1097	1937 - 2018
2043015	Aguiar Moreira	Itabirito	-20.1667	-43.8167	786	1941 - 1947
2043016	Rio Acima	Rio Acima	-20.0919	-43.7919	730	1937 - 1957



**Figura 8-1: Localização estações pluviométricas analisadas.**

## 8.2 CHUVAS DE PROJETO

As chuvas de projeto foram determinadas a partir da estação Mineração Morro Velho (1943000), conforme apresentado no item 8.1. As precipitações máximas anuais para as durações de 1 a 30 dias são apresentadas na Tabela 8-2.

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

**Tabela 8-2: Precipitações Máximas Anuais – Estação Mineração Morro Velho (1943000).**

Ano Hidrológico	Duração								
	1 Dia	2 Dias	3 Dias	5 Dias	7 Dias	10 Dias	15 Dias	20 Dias	30 Dias
1941 - 1942	59.2	83.6	103.9	139.4	167.6	181.5	216.3	287.3	380
1942 - 1943	144	163.6	173.8	220.2	258.6	360.5	505.7	521.2	650.7
<b>1943 - 1944</b>	<b>Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso</b>								
1944 - 1945	71.1	138.7	147.6	197.7	259.9	261.9	359.4	459.8	597.7
1945 - 1946	60.9	93.5	109.7	141.7	198.9	246.2	307	378.5	472.2
1946 - 1947	79.2	147.8	179.3	264.1	270.2	297.3	312.6	338	524
1947 - 1948	103.6	155.4	183.9	225	247.1	280.2	353	438.3	511.2
1948 - 1949	126	243.4	312	356.2	419.7	462	606	673.8	812.7
1949 - 1950	54.6	72.1	101.3	168.5	193.9	241.7	288.9	330.6	405.3
1950 - 1951	96	149.3	177	209.8	216.4	245	314.2	334	485.3
1951 - 1952	68.1	106.2	135.2	163.1	179.6	202.9	264.5	323.5	472.8
1952 - 1953	100.8	107.4	107.4	125.5	128	184.2	211.5	282.6	297.6
1953 - 1954	101.1	144.1	144.1	150.2	187.2	193.3	264.2	294.8	431.4
1954 - 1955	80.8	139.2	197.6	312.4	318	364.8	396.3	463.4	469
1955 - 1956	102.1	107.2	144	172.5	199.9	224.4	309	368.7	465.2
1956 - 1957	81.3	144.5	179.6	243.1	286.5	304.1	400.8	458.4	525
1957 - 1958	90.4	103.9	122.5	173.8	239.9	288.2	400.5	476.7	545.2
1958 - 1959	56.1	84.6	108	167.2	206.1	234.3	278.8	295.9	304.5
1959 - 1960	84.8	102.3	142.9	164	181.2	213.6	247.8	313.5	377.1
1960 - 1961	87.4	124.7	144.5	202.9	222.5	331.5	366.3	393.3	605.4
1961 - 1962	66.3	77.7	112.5	131.8	175	181.1	256.3	301.8	427.3
1962 - 1963	73.9	133.4	141	177.5	267	340.1	418.4	471.9	562.6
1963 - 1964	88.4	130.6	170.2	205	245.9	269.5	317.8	389.6	535.9
1964 - 1965	76.7	105.5	128.9	150.5	159.9	201.3	234.5	323.5	401
1965 - 1966	76.7	126.2	144	193.3	243	303	369.8	373.9	448.8
1966 - 1967	99.1	160.1	173.6	221.9	237.7	270.1	313.1	334	413
1967 - 1968	61.7	75.7	100.9	133.4	152.7	194.6	233.3	296.8	374.3
1968 - 1969	104.4	187.4	199.6	254.7	284.9	303.6	326.6	347.9	403.3
1969 - 1970	104.6	140.2	145	180.3	196.8	247.3	280.6	351.5	467.8



**ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –  
PLANTA DO QUEIRÓZ**

**PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO**

**Nº ATG**  
AA-104-WA-0547-202-RL-004

**Revisão: 5**

**Nº CONTRATADA**  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003

**Folha**  
1/124

Ano Hidrológico	Duração								
	1 Dia	2 Dias	3 Dias	5 Dias	7 Dias	10 Dias	15 Dias	20 Dias	30 Dias
1970 - 1971	55.1	71.9	84.3	87.4	106.5	132.7	141.8	177.2	232.5
1971 - 1972	74.4	122.7	123.7	146.7	163.2	200.8	247.4	307.7	429.4
1972 - 1973	78.3	123.3	144.3	181.8	203.2	222.3	253.3	311.7	385.1
1973 - 1974	72.4	76.5	148.5	152.9	187.5	203.8	233.5	290.2	395.3
1974 - 1975	72	109.8	142.4	166.5	232.9	262.1	346.3	431.3	508.3
1975 - 1976	52	91	111	137.2	140.2	152.1	198.2	216.3	355.7
1976 - 1977	66	109	149	193	257	329	451	500.8	510.5
1977 - 1978	119.1	225.1	249.1	267.1	277.8	333.5	385.5	412.8	542.7
1978 - 1979	130	150	162	282.2	338	453.2	663.2	770.2	853.5
1979 - 1980	74.4	105	144	167.5	228.5	270.7	296.1	343.3	506.2
1980 - 1981	121	195.4	240.4	359.8	380	415.3	467.9	522.2	611.4
1981 - 1982	140.4	179.4	209.6	294.6	328.8	341.5	444.9	509.6	564.3
1982 - 1983	99.1	119.4	182.9	229.7	258	312.5	423.4	519.1	684.9
1983 - 1984	70.3	78	107.5	150.7	203.7	241.4	315.5	358.2	432.1
1984 - 1985	110	152.3	225.9	349.9	413.1	465.4	558.3	666.7	887.4
1985 - 1986	100	121.8	121.8	122.4	166.1	192.5	222.4	289.9	417.6
1986 - 1987	61.4	113.4	153	187.4	200.9	224.4	285.2	331.7	407.2
1987 - 1988	76.2	89.2	129.6	197.4	265.5	345.6	406.8	470.7	584.9
1988 - 1989	51	63.5	82	114.1	138	165.9	221.5	250.2	349
1989 - 1990	75	116	159.4	242.4	284.9	334.2	377.6	384.3	444.7
1990 - 1991	<b>Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso</b>								
1991 - 1992	<b>Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso</b>								
1992 - 1993	93.9	127.4	165.5	174.1	179.2	255.8	346.2	442.6	489
1993 - 1994	89.7	127.8	134.7	166.2	180	244	292.3	321.9	458.8
1994 - 1995	96.8	181.4	193.1	242.9	255.6	280	302.6	305.6	405.1
1995 - 1996	124	178	208.2	242.2	262.5	322.1	404.9	542.6	661
1996 - 1997	141	226	277	324	335.3	373.7	440.9	529.8	642
1997 - 1998	57	81.2	87.3	133.1	147.4	180.4	208.2	253.1	323.6
1998 - 1999	107	117	141	154.2	167.8	208.1	250.1	310	415
1999 - 2000	81.4	106	147.3	245.3	280	309.4	453.7	498.4	542

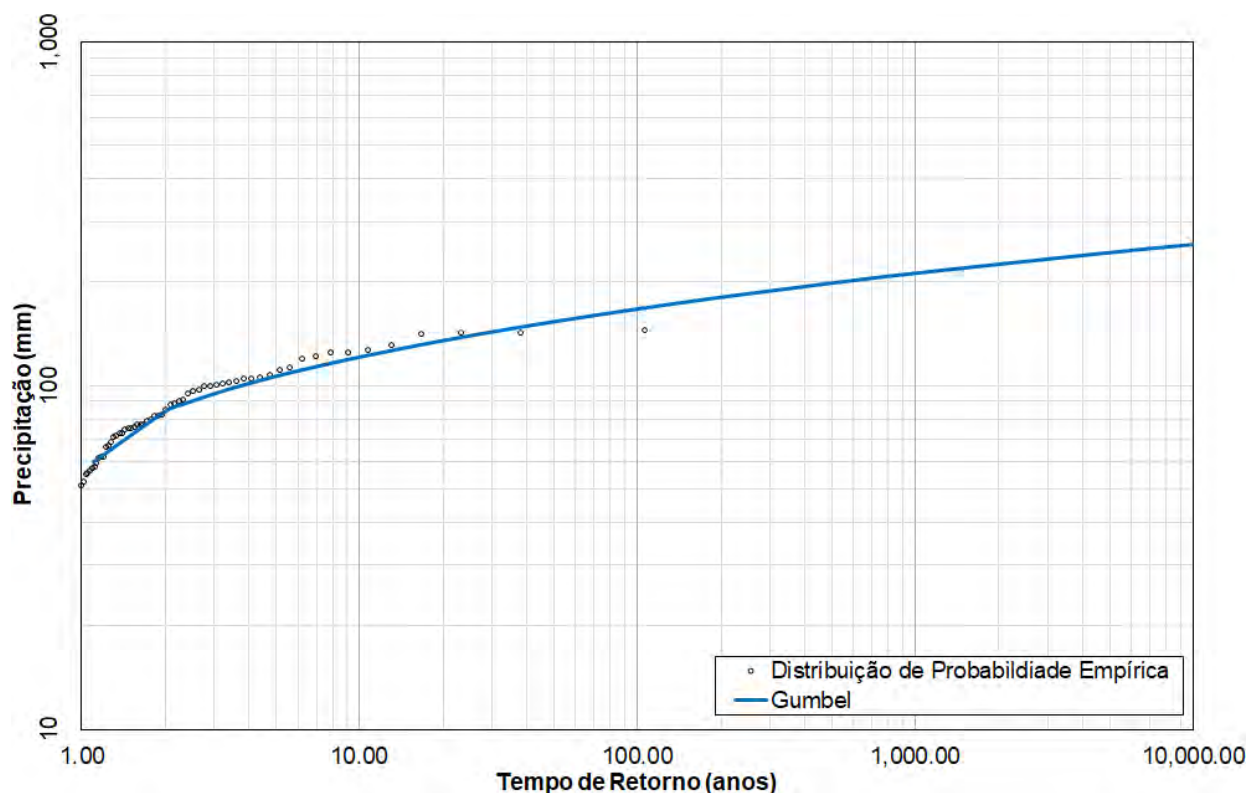


 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Ano Hidrológico	Duração								
	1 Dia	2 Dias	3 Dias	5 Dias	7 Dias	10 Dias	15 Dias	20 Dias	30 Dias
2000 - 2001	141	146.8	146.8	149	149	174.3	253.9	265.5	309.4
2001 - 2002	112.4	158.3	168.1	188.4	231.9	256.3	361.3	493.5	511.2
2002 - 2003	124	200	236.7	302.7	372.3	424.7	543.5	672.7	752.8
2003 - 2004	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2004 - 2005	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2005 - 2006	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2006 - 2007	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2007 - 2008	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2008 - 2009	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2009 - 2010	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2010 - 2011	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2011 - 2012	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2012 - 2013	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2013 - 2014	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2014 - 2015	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2015 - 2016	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2016 - 2017	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								
2017 - 2018	Ano Descartado - Falha em Período Chuvoso								

As chuvas de projeto foram calculadas a partir da análise de frequência das amostras de chuva máximas anuais da estação selecionada. Aos dados empíricos, ajustou-se a curva teórica de Gumbel, conforme pode ser observado na Figura 8-2, na qual é apresentada a curva de análise de frequência para 1 dia de duração.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura 8-2: Ajuste da distribuição teórica de Gumbel.**

Para o cálculo do quantil de 24 horas foi utilizado o fator de 1,1, aplicado ao quantil de um dia, enquanto que para a desagregação em intervalos de menor duração utilizou-se o método das isozonas de Torga (1974). A base do método das isozonas decorreu da constatação de que havia uniformidade regional entre as alturas de chuva de 6 minutos com 24 horas ( $P_{6min}/P_{24}$ ) e de 1 hora com 24 horas ( $P_1/P_{24}$ ), configurando as chamadas isozonas de igual relação entre as precipitações de diferentes durações.

O mapa das isozonas e os quocientes entre as chuvas de 6 minutos e 1 hora, relativamente à chuva de 24 horas, são reproduzidos na Figura 8-3. Para outras durações, as alturas de chuva podem ser obtidas por interpolação. A partir do mapa das isozonas, observa-se que a região da área de drenagem da Barragem de Calcinados encontra-se situada na Zona D.

PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº ATG  
AA-104-WA-0547-202-RL-004

Revisão: 5

Nº CONTRATADA  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003

Folha  
1/124

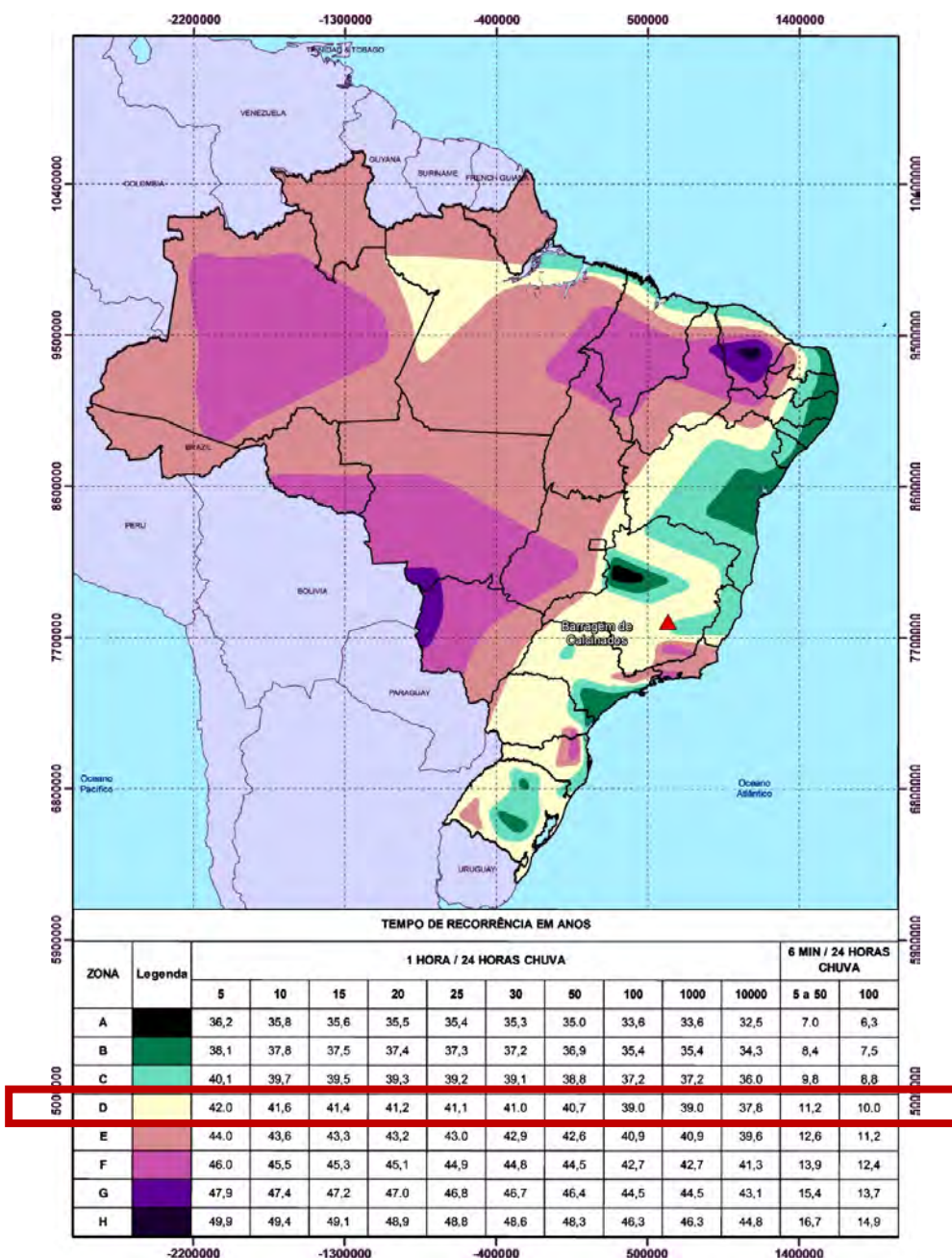



Figura 8-3: Mapa de isozonas de igual relação entre as alturas de chuvas de 6 min e 1 hora com a chuva de 24 horas (TABORGA, 1974) – Adaptado de Pinheiro (2011).

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Os quantis obtidos são apresentados na Tabela 8-3. Para a desagregação temporal das alturas de chuva, foi utilizada a curva do segundo quartil com 50% de probabilidade, conforme metodologia de Huff (1967), a qual tem aplicação recomendada por Pinheiro (2011).

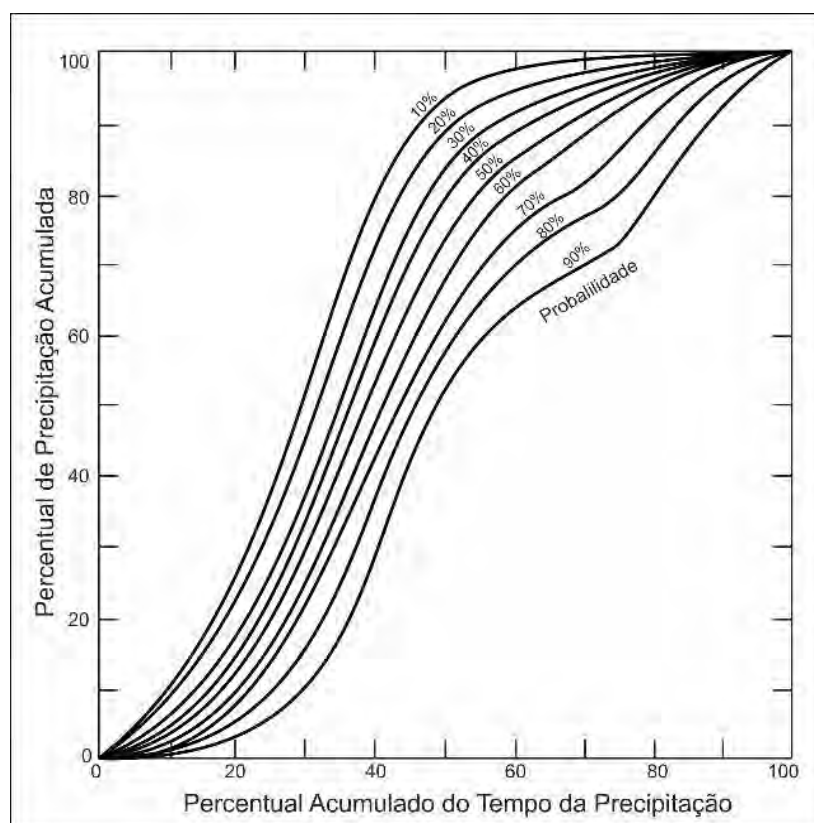
**Tabela 8-3: Quantis de precipitação - Estação Mineração Morro Velho (1943000).**

<b>Precipitação (mm)</b>										
<b>Tempo de Retorno (anos)</b>										
<b>Duração</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>10000</b>
<b>5 min</b>	8.12	10.29	11.75	13.61	15.01	14.01	15.21	16.81	18.03	22.13
<b>10 min</b>	16.88	21.19	23.99	27.48	30.04	30.83	33.17	36.22	38.47	45.88
<b>25 min</b>	28.47	35.59	40.16	45.82	49.91	53.05	56.92	61.88	65.49	77.27
<b>30 min</b>	30.77	38.45	43.37	49.47	53.87	57.48	61.65	66.99	70.86	83.52
<b>1 h</b>	39.54	49.35	55.61	63.34	68.90	74.29	79.61	86.40	91.30	107.26
<b>2 h</b>	51.21	64.21	72.63	83.14	90.80	98.30	105.73	115.35	122.44	145.76
<b>3 h</b>	58.04	72.90	82.59	94.72	103.60	112.34	121.00	132.29	140.66	168.28
<b>4 h</b>	62.88	79.07	89.66	102.94	112.69	122.30	131.84	144.30	153.59	184.26
<b>5 h</b>	69.71	87.76	99.62	114.52	125.50	136.34	147.12	161.24	171.81	206.77
<b>8 h</b>	74.55	93.93	106.69	122.74	134.59	146.30	157.96	173.25	184.74	222.75
<b>10 h</b>	78.31	98.72	112.17	129.11	141.63	154.03	166.36	182.57	194.76	235.14
<b>12 h</b>	81.38	102.63	116.65	134.32	147.39	160.34	173.23	190.19	202.95	245.27
<b>18 h</b>	88.20	111.32	126.61	145.90	160.20	174.38	188.51	207.13	221.17	267.79
<b>24 h</b>	93.05	117.49	133.67	154.12	169.29	184.35	199.35	219.14	234.10	283.77
<b>2 dias</b>	121.04	157.73	182.02	212.72	235.49	258.09	280.61	310.32	332.77	407.32
<b>3 dias</b>	146.70	188.80	216.68	251.89	278.02	303.95	329.79	363.88	389.65	475.19
<b>5 dias</b>	189.51	245.79	283.05	330.14	365.06	399.73	434.28	479.85	514.29	628.65
<b>7 dias</b>	217.70	281.04	322.98	375.96	415.27	454.29	493.17	544.46	583.22	711.92
<b>10 dias</b>	259.15	328.99	375.24	433.67	477.01	520.04	562.91	619.46	662.21	804.12
<b>15 dias</b>	320.81	414.05	475.78	553.77	611.63	669.07	726.29	801.79	858.85	1048.29
<b>20 dias</b>	371.45	479.93	551.75	642.49	709.81	776.64	843.22	931.05	997.44	1217.85
<b>30 dias</b>	464.11	584.71	664.56	765.44	840.29	914.58	988.60	1086.25	1160.06	1405.10

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Huff utilizou informações de 49 estações pluviográficas com 11 anos de registros no estado de Illinois/EUA para determinar as características da distribuição temporal das chuvas. As tempestades foram divididas em quatro partes (quartis) e classificadas de acordo com a parte da duração em que ocorreu a precipitação máxima, onde, para cada quartil foram ajustadas curvas de distribuição temporal com probabilidade de ocorrência.

De acordo com Pinheiro (2011), o qual indica a realização da referida metodologia, ao aplicar a formulação de Huff para cálculos de ietogramas nos projetos de obras hidráulicas em mineração, tem sido praticada, como solução de compromisso, a adoção do critério de distribuição do 2º quartil e 50% de probabilidade de ocorrência, conforme apresentado na Figura 8-4.



**Figura 8-4: Distribuição temporal das precipitações segundo Huff. Fonte: Pinheiro (2011).**



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## 9. ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1

### 9.1 GEOMETRIA DO ATERRO

A Alternativa 02 para locação do Aterro de Resíduo Industrial H1 foi a indicada como sendo a mais apropriada, conforme apresentado no item 5, portanto será a alternativa desenvolvida neste projeto.

O terreno na região de implantação do aterro encontra-se, no ponto mais alto, na EL. 819,00m. As informações que foram disponibilizadas para elaboração deste projeto, referentes à fundação, são dois logs de sondagem a percussão (SPT), denominados SP 25 e SP 26. Desses logs, tem-se que o SP 25 atingiu a profundidade de 13,08m e o SP 26 atingiu a profundidade de 9,07m. Não foi encontrado o nível d'água em nenhum dos dois furos. Em ambos foram identificadas duas camadas: no topo um colúvio, com espessura média de 1,75m e valores de SPT variando de 10 a 39 e a camada subjacente corresponde ao saprolito de filito com valor de SPT de 25 ao impenetrável.

Como não foi detectado o nível d'água em nenhuma das duas sondagens disponíveis, partiu-se da premissa que o mesmo se encontra a mais de 10 m de profundidade. Portanto, o fundo da bacia foi mantido, conforme projeto anterior, na cota El. 810,00 m, de modo a garantir obrigatoriamente o critério 4.1.2, item b, da NBR 10157(1987) que estabelece que entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada de espessura mínima de 1,50 m de solo insaturado. Os taludes desta bacia serão de 3V:2H. Todo o material excedente resultante da escavação para obtenção da bacia será estocado na barragem Rapaunha. O transporte deste material será feito através dos acessos existentes.

A área de fundo da bacia foi mantida ficando restrita à área licenciada, de modo a criar uma plataforma na borda da escavação com largura suficiente para a construção de um muro em solo reforçado.

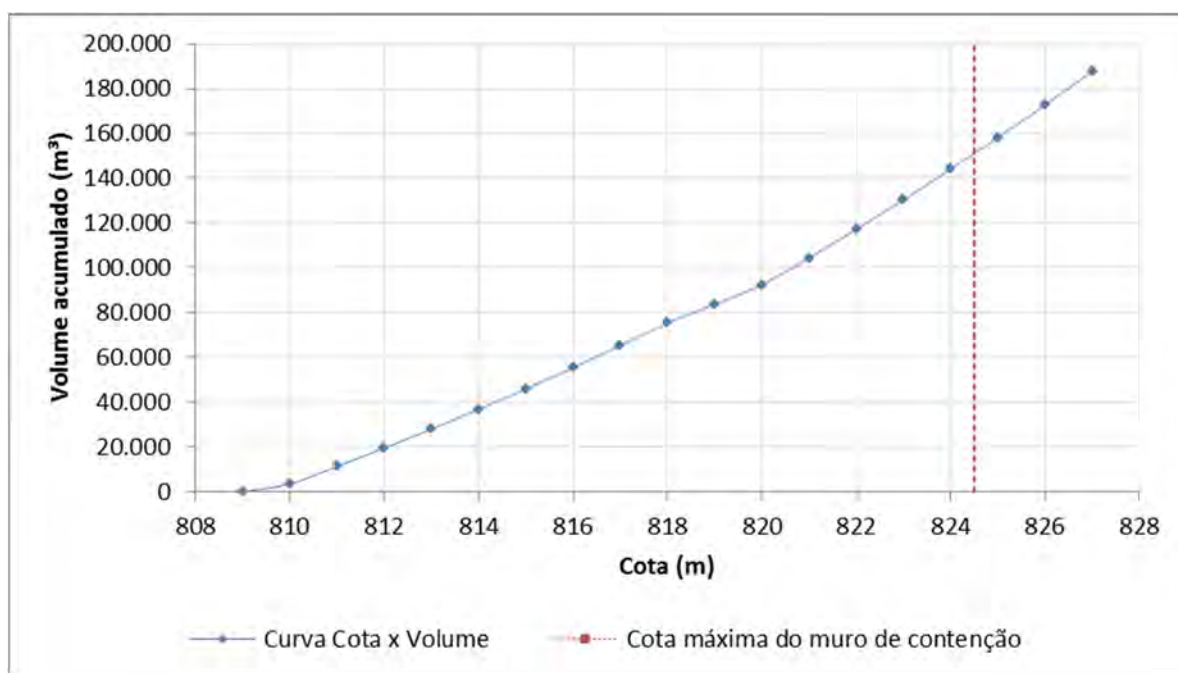
Para aumentar a capacidade de armazenamento do resíduo na bacia, será construído um muro de solo reforçado com geogrelha (Terramesh System ou similar) de altura máxima 9,60m. Este muro terá 12,0 m de largura de base e crista na El. 824,50 m, com largura variável. O talude de montante será protegido por gabião tipo caixa com aproximadamente 2º de inclinação e o talude de jusante será em solo envelopado com 70º de inclinação.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

O fundo da bacia e todos os taludes internos deverão ser revestidos com geomembrana de PEAD (polietileno de alta densidade) de modo a impedir a contaminação do solo e do lençol freático. Abaixo desta geomembrana de PEAD, deverá ser implantado um sistema para detecção de eventuais vazamentos. Acima deste revestimento, deverá ser implantado um sistema de coleta e remoção de líquidos percolados.

Todos os taludes externos deverão ser protegidos contra erosão através do plantio de gramíneas.


A capacidade total de armazenamento de resíduo do Aterro de Resíduo Industrial H1 será de 144.037,00 m<sup>3</sup>. A curva cota x volume é apresentada na Figura 9-1.

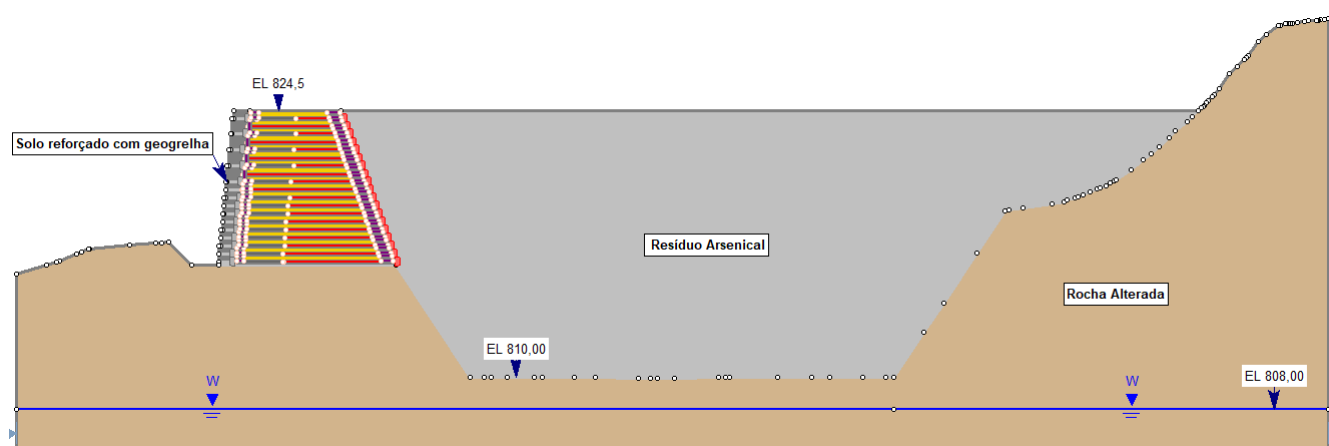


**Figura 9-1: Curva cota x volume do Aterro de Resíduo Industrial H1.**

O desenho AA-104-WA-0547-202-DS-011 apresenta o arranjo geral do Aterro de Resíduo Industrial H1 e os desenhos AA-104-WA-0547-202-DS-012 a AA-104-WA-0547-202-DS-014 o detalhamento do muro de solo reforçado (Anexo A).

A Figura 9-2 apresenta a seção típica do Aterro de Resíduo Industrial H1 na sua configuração final.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura 9-2: Seção típica na configuração final.**

## 9.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE

### 9.2.1 PREMISSAS ADOTADAS

As análises de estabilidade foram realizadas utilizando o *software* Slide 7.0 considerando as seguintes condições:

- Teoria do equilíbrio limite;
- Parâmetros de resistência dos materiais da fundação e dos aterros obedecendo ao critério de ruptura de Mohr-Coulomb;
- Ruptura global e local do talude do tipo circular;
- Método de análise de estabilidade proposto por Bishop;
- Carga distribuída considerada sobre a lama arsenical: 20 kPA.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

### 9.2.2 PARÂMETROS ADOTADOS

Os parâmetros de resistência adotados para o aterro compactado e o resíduo arsenical foram obtidos dos ensaios geotécnicos de laboratório realizados pela Geothra Geologia e Geotecnia (2016) apresentados no relatório RT-GTR-1042\_R00\_LB emitido pela DAM Engenharia.

Para a rocha alterada, os parâmetros de resistência foram estimados com base na experiência em materiais de características semelhantes.

Os valores adotados encontram-se apresentados na Tabela 9-1.

**Tabela 9-1: Aterro Industrial H1 - Parâmetros de resistência dos materiais.**

Material	Y <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	Parâmetros de Resistência Efetivos	
		c' (kN/m <sup>2</sup> )	φ' (°)
Aterro compactado	17,5	14,7	28,5
Resíduo arsenical	16,8	12	33,1
Rocha alterada	21	30	38
Gabião	17,0	90	17

Os parâmetros de resistência adotados para o muro em solo reforçado foram disponibilizados pelo fornecedor e apresentados na Tabela 9-2.

**Tabela 9-2: Aterro Industrial H1 - Parâmetros de do muro em solo reforçado.**



Material	Resistência à tração (kN/m)	Coefficiente de interação reforço-silte*
Terramesh System	50,11	0,5
MacGrid WG - 040	40,00	0,7

O material de empréstimo ensaiado pela Geothra (2016) foi caracterizado como um silte argiloso.

### 9.2.3 SEÇÕES ANALISADAS

Foram analisadas as seções consideradas críticas, a saber:

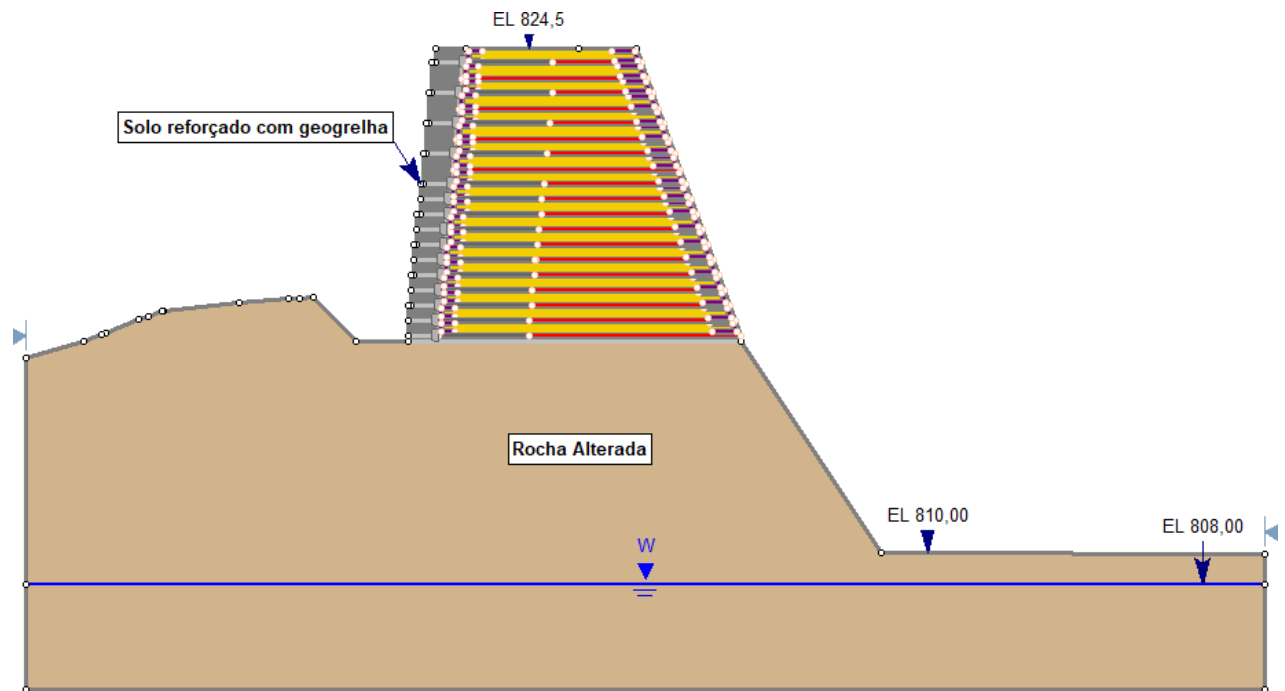
- Seção de maior altura de escavação da bacia;

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

- Seção de maior altura do aterro em solo reforçado.

Foi considerado o nível d'água natural da encosta, situado a 2,0 m do fundo da escavação, aproximadamente.

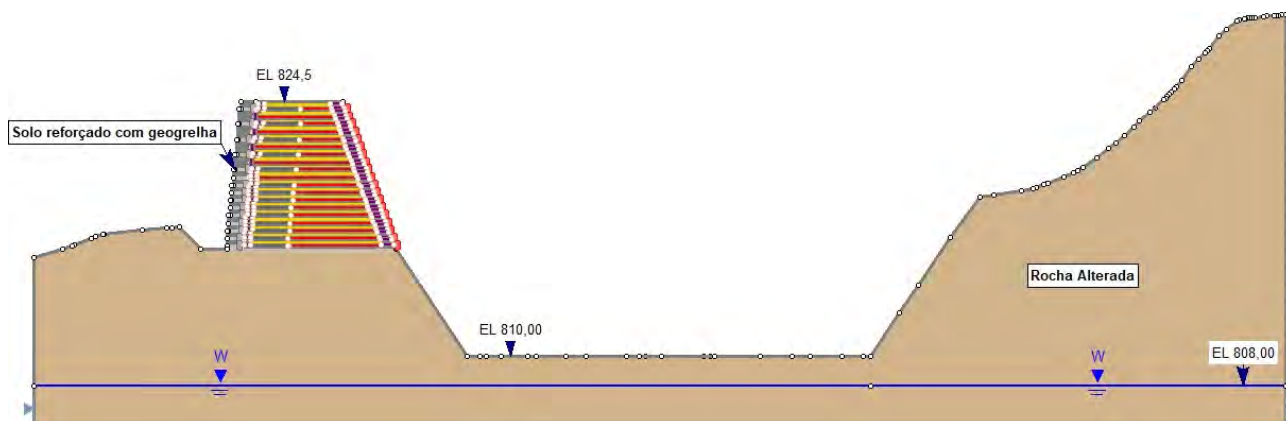
Nas Figuras 9.3 e 9.4 são apresentadas as seções utilizadas nas análises.



**Figura 9-3: Seção de maior altura do solo reforçado.**



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura 9-4: Seção de maior altura de escavação da bacia – Reservatório Vazio.**

#### 9.2.4 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos nas análises de estabilidade realizadas, para as condições de contorno adotadas e as seções estudadas, estão apresentadas nas figuras a seguir (Figura 9-5 a Figura 9-11). A Tabela 9-3 apresenta os valores dos fatores de segurança obtidos.

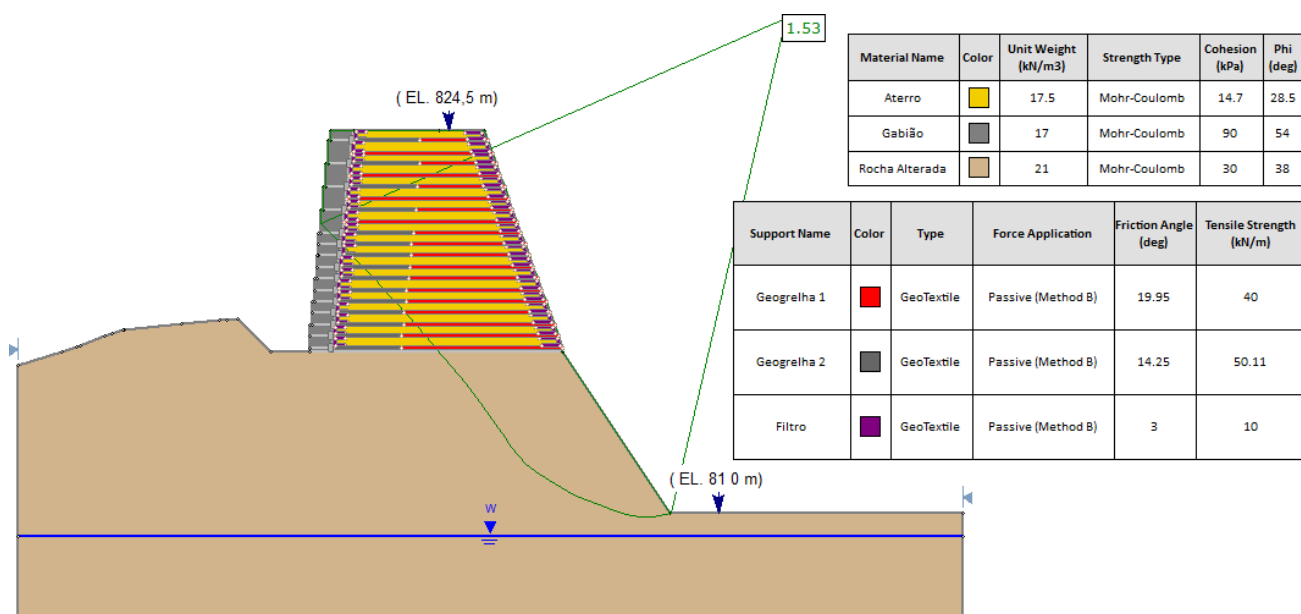
Os resultados obtidos nas análises de estabilidade mostraram que os fatores de segurança estão acima dos valores mínimos estabelecidos pela NBR 11.682.

**Tabela 9-3: Resultados Análises de Estabilidade.**

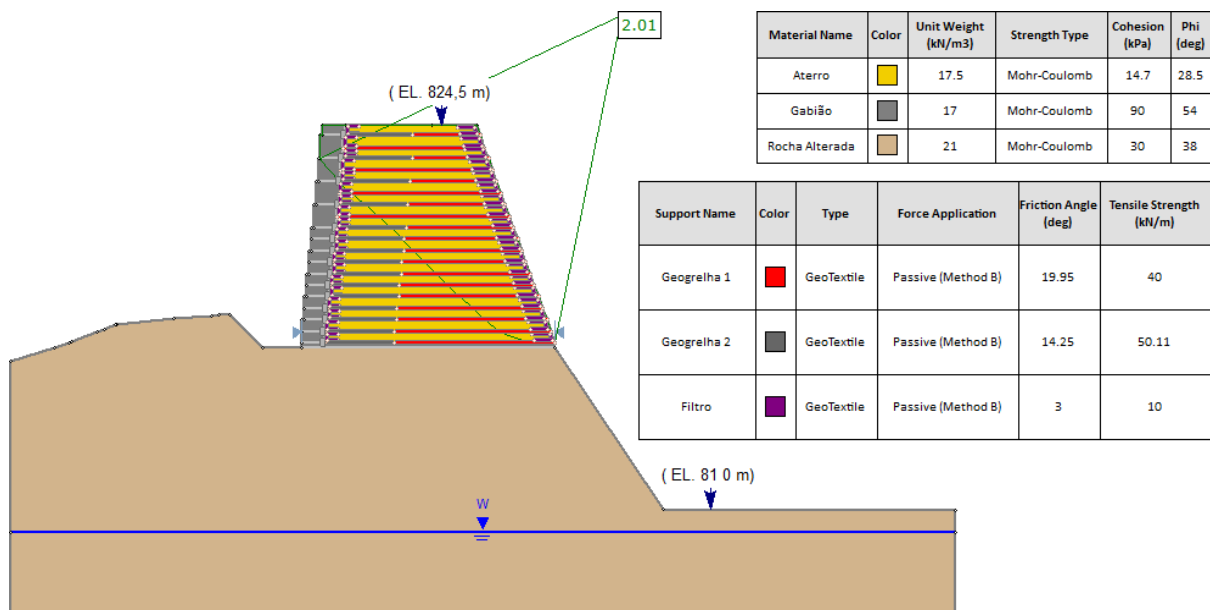
Estrutura	Seção Analisada	Condição	FS Mínimo	FS Obtido	Figura
EL.824,5 m	Talude de jusante em solo envelopado	Análise de Estabilidade Global – Reservatório vazio	1,50	1,53	Figura 9-5
EL.824,5 m	Talude de jusante em solo envelopado	Análise de Estabilidade Local – Reservatório vazio	1,50	2,01	Figura 9-6
EL.824,5 m	Talude de montante protegido por gabião	Análise de Estabilidade Global – Reservatório vazio	1,50	2,00	Figura 9-7
EL. 824,5 m	Talude de montante protegido por gabião	Análise de Estabilidade Local – Reservatório vazio	1,50	2,00	Figura 9-8

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

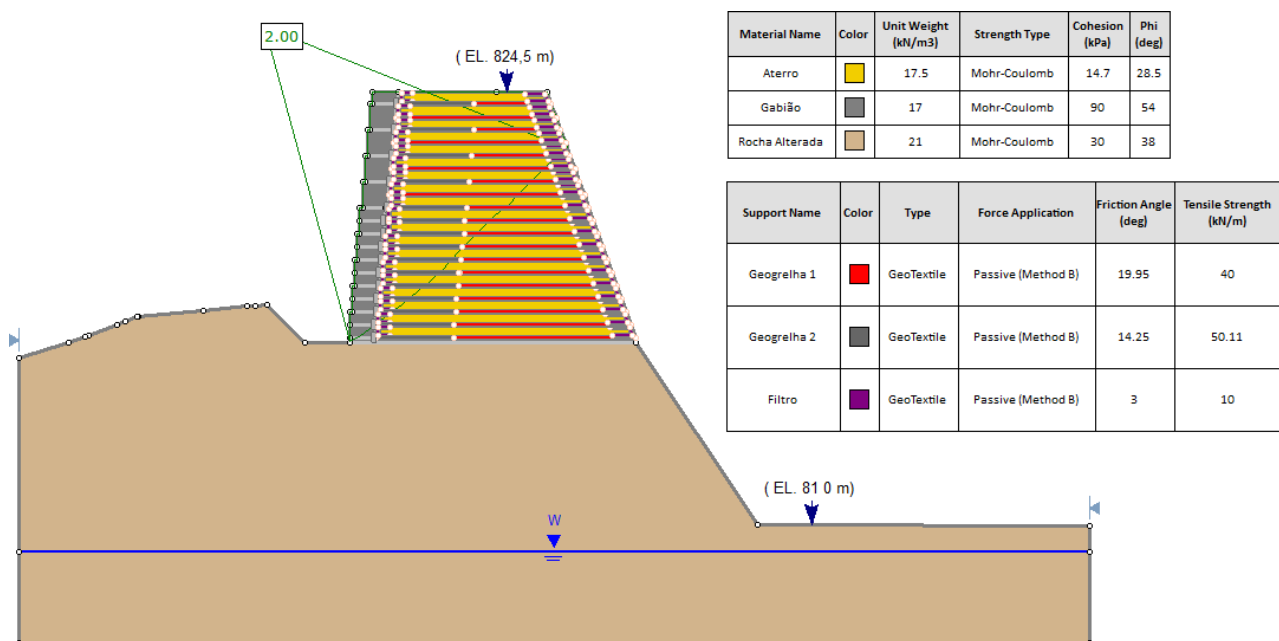
Estrutura	Seção Analisada	Condição	FS Mínimo	FS Obtido	Figura
EL. 824,5 m	Solo reforçado com geogrelha	Análise de Estabilidade Global – Reservatório Cheio	1,50	1,78	Figura 9-9
EL. 824,5 m	Talude de encosta natural	Análise de Estabilidade Global - Reservatório Vazio	1,50	1,72	Figura 9-10
EL. 824,5 m	Talude de encosta natural	Análise de Estabilidade Global - - Reservatório Cheio	1,50	2,88	Figura 9-11



**Figura 9-5: Análise de Estabilidade Global - Talude de jusante em solo envelopado – Reservatório Vazio.**



**Figura 9-6: Análise de Estabilidade Local - Talude de jusante em solo envelopado – Reservatório Vazio.**



**Figura 9-7: Análise de Estabilidade Global – Talude de montante protegido por gabião -Reservatório Vazio.**

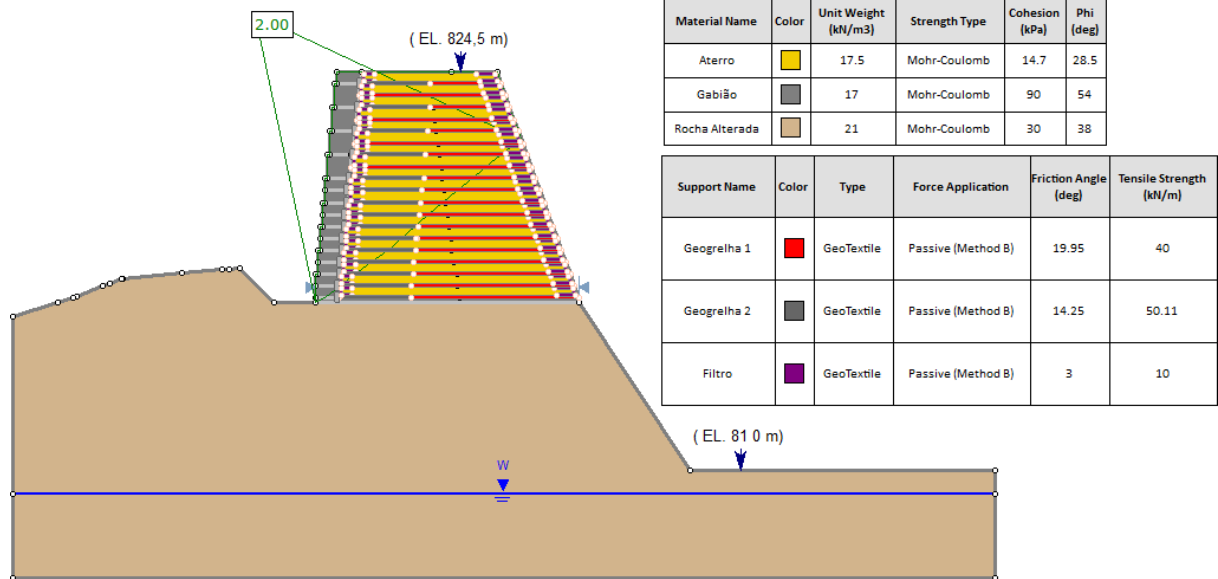
**PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO**

**N° ATG  
AA-104-WA-0547-202-RL-004**

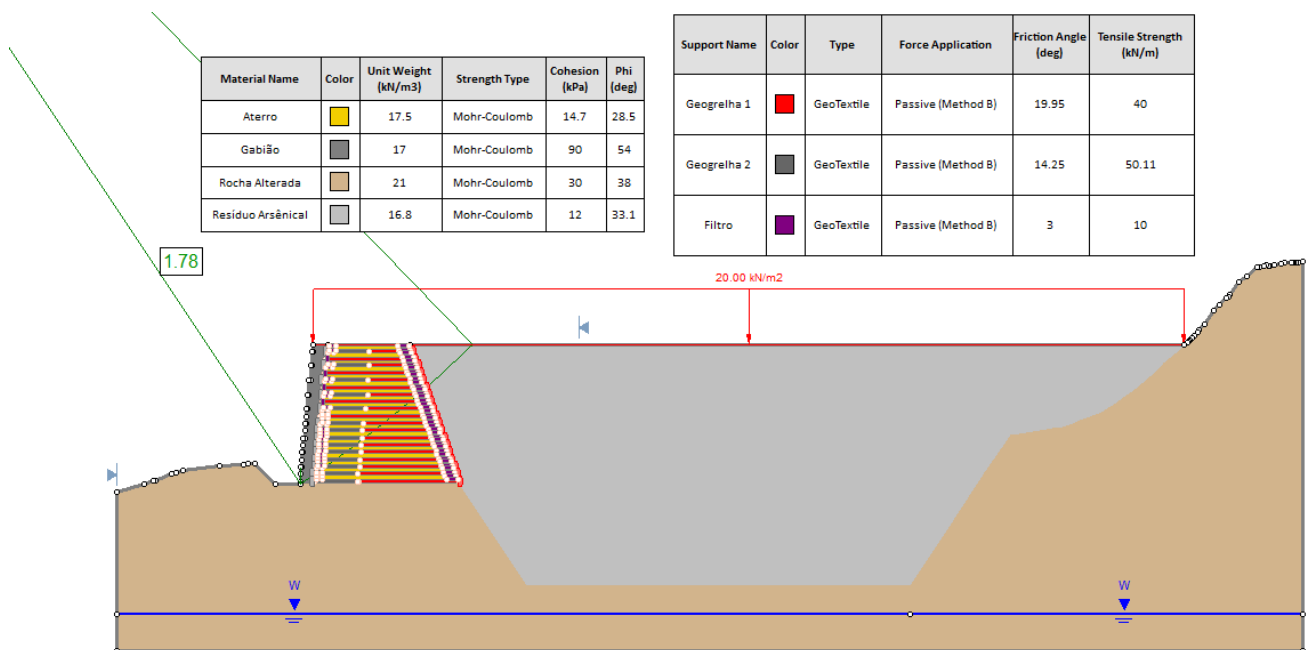
**Revisão: 5**

**N° CONTRATADA  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003**


**Folha  
1/124**

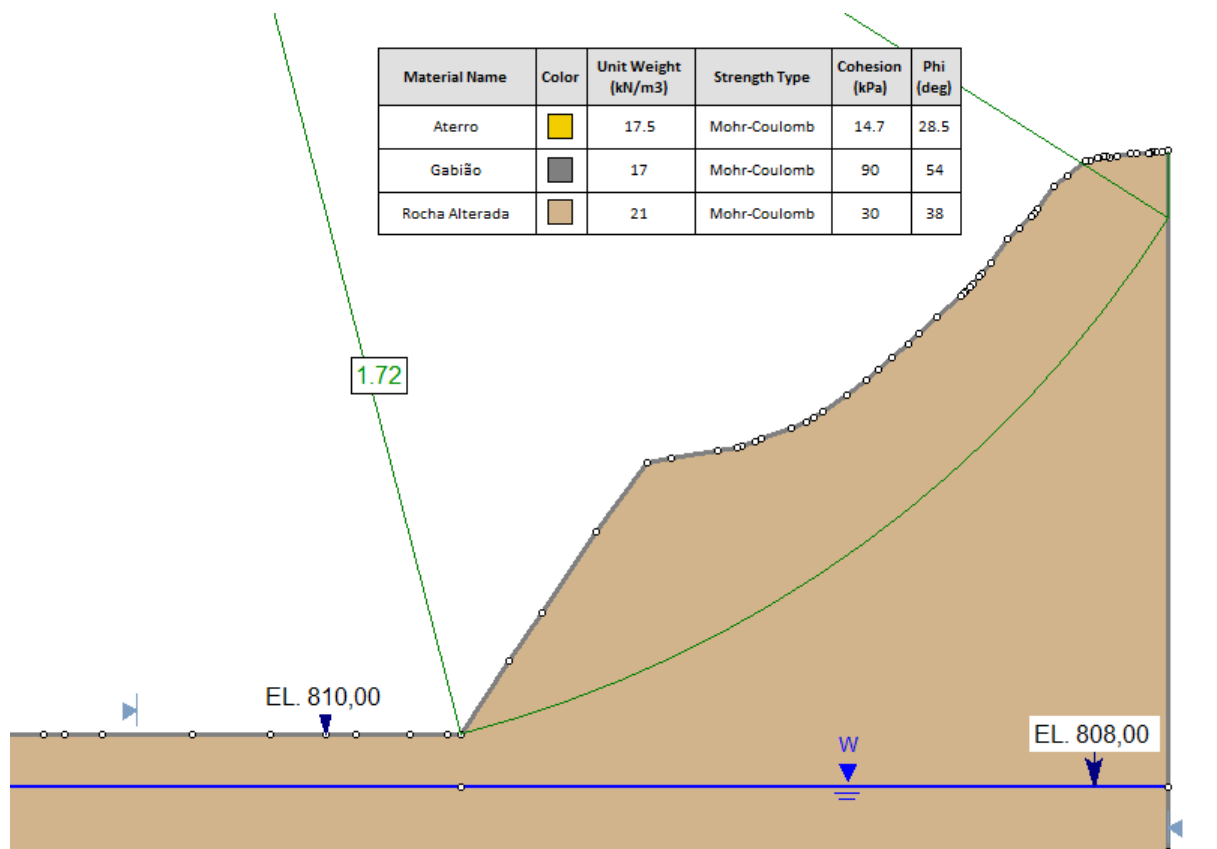


**Figura 9-8: Análise de Estabilidade Local – Talude de montante protegido por gabião - Reservatório Vazio.**



**Figura 9-9: Análise de Estabilidade Global – Estrutura de solo reforçado com geogrelha - Reservatório Cheio.**

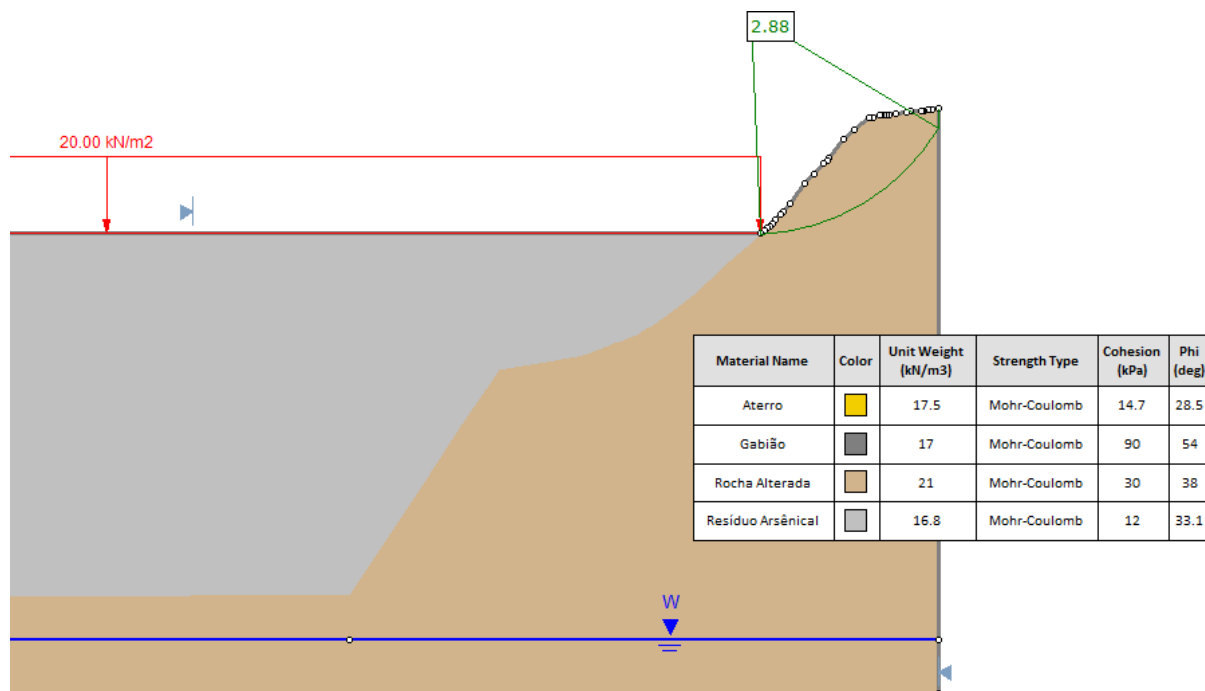
 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura 9-10: Análise de Estabilidade Global – Talude de encosta natural - Reservatório Vazio.**



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura 9-11: Análise de Estabilidade Global – Talude de encosta natural - Reservatório Cheio.**

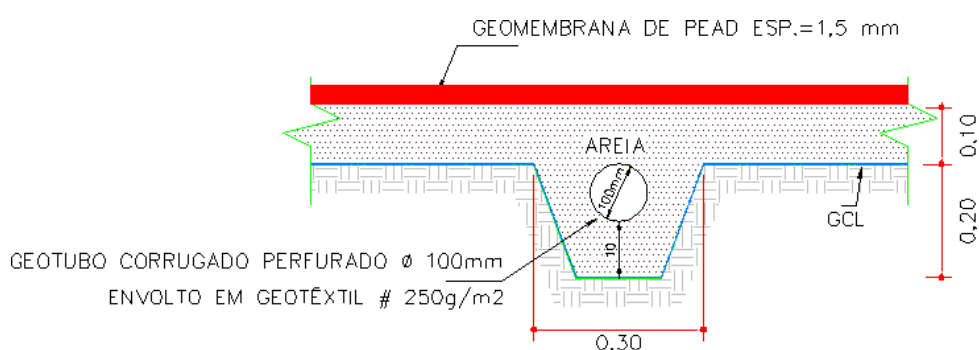
A memória de cálculo da verificação do muro a gravidade e estabilidade global encontra-se no Anexo B.

### 9.3 SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTOS

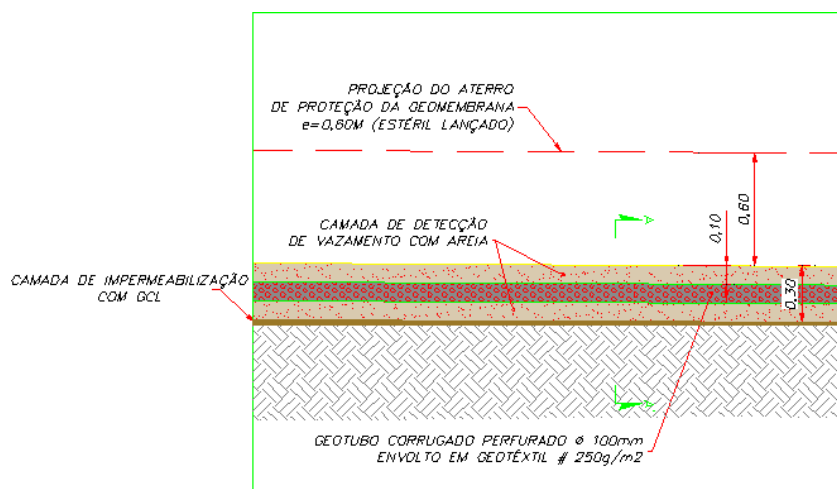
O sistema de detecção de vazamentos deverá coletar e conduzir os possíveis fluxos percolados pela geomembrana em eventuais falhas da mesma (furos ocasionados pela sua instalação) para um ponto de monitoramento denominado como “Caixa de Inspeção”, permitindo a rápida identificação de possíveis ineficiências da impermeabilização do Aterro de Resíduo Industrial H1.

As figuras a seguir (Figura 9-12 e Figura 9-13) apresentam o modelo adotado para o dimensionamento do sistema de detecção de vazamentos.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura 9-12: Modelo adotado para o dimensionamento do sistema de detecção de vazamentos.**



**Figura 9-13: Detalhes - modelo adotado para o dimensionamento do sistema de detecção de vazamentos.**

O Anexo C apresenta a memória de cálculo do sistema de detecção de vazamentos adotado e o desenho AA-104-WA-0547-202-DS-017 detalha o sistema (Anexo A).

#### 9.4 SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A fim de evitar a contaminação do solo e do lençol freático, o fundo da bacia e todos os taludes internos do Aterro de Resíduo Industrial H1 deverão ser revestidos com geomembrana de PEAD (polietileno de

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

alta densidade), lisa, com espessura de 1,5 mm. A bacia irá receber rejeitos (lama arsenical), fazendo com que o material depositado gere esforços de tração sobre a geomembrana, exigindo que a mesma tenha resistência suficiente para absorver esses esforços. Deve-se, portanto determinar qual será a espessura mínima dessa geomembrana.

Aplicando-se a metodologia de KOERNER (1998), verifica-se que a espessura mínima para a geomembrana deverá ser de 1,30 mm. Compatibilizando a espessura às produzidas comercialmente, verifica-se que a geomembrana a ser utilizada deverá apresentar espessura de 1,50 mm.

A memória de cálculo do dimensionamento do sistema de impermeabilização é apresentada no Anexo D.

## **9.5 SISTEMA DE COLETA E REMOÇÃO DOS LÍQUIDOS PERCOLADOS**

O sistema de drenagem para coleta e remoção dos líquidos percolados no aterro será constituído por uma camada de areia com 0,40 m de espessura. Esta camada de areia estará associada a cordões de drenagem compostos por material granular (brita 1) envolvida por geotêxtil filtrante (tipo Bidim RT 16).

Os cordões de drenagem deverão ter uma seção retangular com 0,60 m de largura e 0,40 m de espessura, sendo dispostos em forma de espinha de peixe ao longo de todo o colchão de areia projetado, com a inserção de tubo Kanonet DN 230.

O sistema de coleta e remoção de líquidos percolados foi dimensionado considerando-se duas condições de operações distintas: condição de drenagem da água de chuva incidente diretamente sobre a bacia e condição de drenagem da água de infiltração pelo resíduo arsenical. Estas condições são apresentadas nos itens 9.5.1 e 9.5.2.

### **9.5.1 CONDIÇÃO INICIAL – DRENAGEM DE ÁGUA DE CHUVA**

Para a condição drenagem da água de chuva incidente diretamente sobre a bacia, considerou-se o risco hidráulico correspondente à cheia associada aos tempos de retorno de 2, 10, 25 e 100 anos. Para condução da água coletada, adotou-se um tubo perfurado do tipo Kanonet DN 230 mm, com declividade de 0,5%.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Foram simulados eventos de precipitação com recorrência de 2, 10, 25 e 100 anos e durações variando de 0,5 a 24 horas, buscando determinar a duração crítica, ou seja, a duração à qual está associado o maior pico de vazão efluente pelo tubo Kananet adotado. Foi verificado o trecho principal, que recebe as parcelas laterais do percolado, pois assim seria verificada a pior situação de vazão incidente.

O volume total incidente no sistema pode ser calculado pela expressão:

$$V = At \times P$$

Em que:

- V = volume total precipitado, em m<sup>3</sup>;
- At = área total da bacia, em m<sup>2</sup>;
- P = precipitação total, em m.

A área total da bacia é de 19.741 m<sup>2</sup>.

O tempo para escoamento do volume precipitado é dado pela expressão:

$$t = V/Q$$

Em que:

- t = tempo para escoamento do volume precipitado, em s;
- V = volume precipitado, em m<sup>3</sup>;
- Q = vazão pelo tubo Kananet, em m<sup>3</sup>/s.

A vazão pelo tubo perfurado tipo Kananet foi encontrada no site do fabricante, sendo indicado o valor de 19,78 l/s para o tubo Kananet com DN 230 mm e declividade de 0,5%.

O volume remanescente no interior da bacia é calculado pela expressão:

$$V_r = (At \times P - Q \times t)$$

Em que:

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

- Vr = volume remanescente, em m<sup>3</sup>;
- At = área total da bacia, em m<sup>2</sup>;
- P = precipitação de projeto, em m;
- Q = vazão pelo tubo Kananet DN 230, em m<sup>3</sup>/s;
- t = tempo de duração da chuva de projeto.

A altura da lâmina d'água no interior da bacia é calculada pela expressão:

$$L = Vr / Af$$

onde:

- L = altura da lâmina d'água, em m;
- Vr = volume remanescente, em m<sup>3</sup>;
- Af = área do fundo da bacia, em m<sup>2</sup>.

A área do fundo da bacia é de 19.741 m<sup>2</sup>.

Na Tabela 9-4 estão apresentados os cálculos efetuados para definição da duração crítica e da lâmina d'água máxima no interior da bacia, considerando-se precipitações com os tempos de recorrência analisados.

**Tabela 9-4: Resultados encontrados**

Duração da chuva/TR	Precipitação (mm)				Volume incidente (m <sup>3</sup> )				Tempo de escoamento (horas)				Lâmina de água (m)			
	2	10	25	100	2	10	25	100	2	10	25	100	2	10	25	100
<b>30 min</b>	30,77	43,37	49,47	57,48	608	856	977	1135	8,53	12,02	13,71	15,93	0,03	0,04	0,05	0,06
<b>1 h</b>	39,54	55,61	63,34	74,29	781	1098	1250	1467	10,96	15,42	17,56	20,60	0,04	0,05	0,06	0,07
<b>2 h</b>	51,21	72,63	83,14	98,30	1011	1434	1641	1940	14,20	20,14	23,05	27,25	0,04	0,07	0,08	0,09
<b>3 h</b>	58,04	82,59	94,72	112,34	1146	1630	1870	2218	16,09	22,90	26,26	31,14	0,05	0,07	0,08	0,10



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

Duração da chuva/TR	Precipitação (mm)				Volume incidente (m³)				Tempo de escoamento (horas)				Lâmina de água (m)			
	2	10	25	100	2	10	25	100	2	10	25	100	2	10	25	100
<b>4 h</b>	62,88	89,66	102,94	122,30	1241	1770	2032	2414	17,43	24,86	28,54	33,90	0,05	0,08	0,09	0,11
<b>5 h</b>	69,71	99,62	114,52	136,34	1376	1967	2261	2691	19,32	27,62	31,75	37,80	0,05	0,08	0,10	0,12
<b>8 h</b>	74,55	106,69	122,74	146,30	1472	2106	2423	2888	20,67	29,58	34,03	40,56	0,05	0,08	0,09	0,12
<b>10 h</b>	78,31	112,17	129,11	154,03	1546	2214	2549	3041	21,71	31,10	35,79	42,70	0,04	0,08	0,09	0,12
<b>12 h</b>	81,38	116,65	134,32	160,34	1606	2303	2652	3165	22,56	32,34	37,24	44,45	0,04	0,07	0,09	0,12
<b>18 h</b>	88,20	126,61	145,90	174,38	1741	2499	2880	3443	24,45	35,10	40,45	48,34	0,02	0,06	0,08	0,11
<b>24 h</b>	93,05	133,67	154,12	184,35	1837	2639	3042	3639	25,80	37,06	42,73	51,11	0,01	0,05	0,07	0,10

A lâmina d'água máxima no fundo da bacia é de aproximadamente 0,05, 0,08, 0,10 e 0,12 m, para os eventos associados aos períodos de retorno de 2, 10, 125 e 100 anos, respectivamente, com a duração crítica de 5 horas.

### 9.5.2 CONDIÇÃO FINAL – DRENAGEM PELO ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL

A vazão de infiltração pelo aterro é calculada pela expressão:

$$Q_i = CS \times K \times i \times A$$

Em que:

- $Q_i$  = vazão de infiltração pelo resíduo, em m<sup>3</sup>/s;
- CS = coeficiente de segurança;
- K = coeficiente de permeabilidade do resíduo, em m/s;
- I = gradiente hidráulico;
- A = área total do resíduo, em m<sup>2</sup>.

O coeficiente de permeabilidade do resíduo arsenical é de  $1,2 \times 10^{-7}$  m/s, conforme apresentado no item 7.2. O coeficiente de segurança considerado para cálculo de drenagem interna é igual a 10. Para fluxos descendentes, o gradiente hidráulico é igual a 1. Assim, tem-se:

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

$$Q_i = 10 \times 1,2 \times 10^{-7} \times 1 \times 19.741 = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Vazão próxima daquela suportada pelo tubo Kanonet DN 230.

Ressalta-se que esse tubo deve ser responsável apenas pela transposição do percolado superficialmente, pois deve ter uma condução do possível percolado do sistema de detecção de vazamentos da impermeabilização.

### 9.5.3 SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE PERCOLADOS

O pico de cheia de projeto é àquela vazão máxima de escoamento pelo tubo a jusante da caixa de passagem responsável pela condução da água captada no interior da bacia até o poço de percolados.

Todo o percolado decorrente será direcionado para uma ETE instalada na planta de beneficiamento da mina de Queiroz. Assim deve ser instalada uma bomba com a capacidade de direcionar uma vazão de 0,022 m<sup>3</sup>/s, ou seja, com uma potência de bombeamento com capacidade de transpor uma vazão superior a 80 m<sup>3</sup>/hr. Os detalhes do sistema de bombeamento de percolados encontram-se nos desenhos AA-104-WA-0647-202-DS-021 a 024.

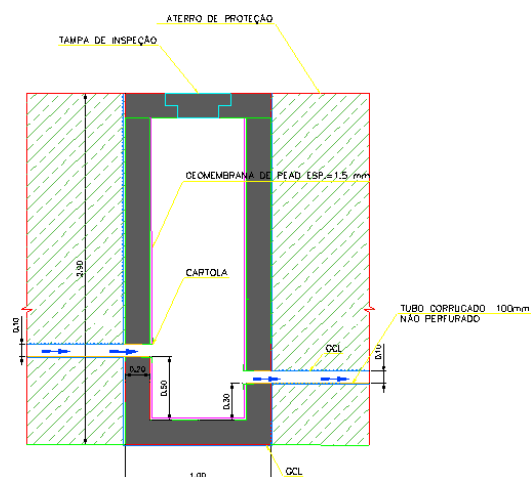
### 9.6 CAIXA DE INSPEÇÃO

Para atendimento às condicionantes da NBR 10.157 (ABNT, 1987) tem-se que o possível fluxo gerado por falha no sistema de impermeabilização secundária do aterro deverá ser direcionado diretamente para a caixa de inspeção.

A vazão gerada por possível falha do sistema de impermeabilização do Aterro de Resíduo Industrial H1 será unida à vazão de percolados em um poço de sucção e posteriormente bombeada para o reservatório através de bombas submersas. Desta forma, a caixa de inspeção será constituída em concreto armado com fck de 25,00MPa, lajes apresentando 0,20 m de espessura e seção com 1,00m x 2,90m e profundidade adequada para atender ao fluxo gerado a partir da cota de saída do tubo.

A caixa deverá apresentar sistema de impermeabilização constituído por geomembrana de PEAD com espessura de 1,50 mm. A Figura 9-14 apresenta um detalhe típico da caixa de inspeção.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura 9-14: Detalhe da caixa de inspeção.**

Para maiores detalhes, ver desenho AA-104-WA-0547-202-DS-017.

## **9.7 SISTEMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

Deverão ser instalados poços de monitoramento para verificação da qualidade da água superficial e subterrânea. Conforme a NBR 10.157(1987), os poços deverão ser em número suficiente, instalados adequadamente de forma que as amostras retiradas representem a qualidade da água existente no aquífero mais alto.

Deverão ser instalados 4 (quatro) piezômetros para monitoramento ambiental, sendo um a montante e três a jusante. Os piezômetros deverão ser instalados no terreno de fundação, devendo atingir o lençol freático.

O desenho AA-104-WA-0547-202-DS-018 apresenta a locação e os detalhes do sistema de monitoramento.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## 9.8 Sistema De Drenagem Superficial

As vazões de projeto das estruturas constituintes do sistema de drenagem superficial foram determinadas segundo o Método Racional. Neste método a duração da vazão de pico corresponde à mesma duração do tempo de concentração da bacia.

O tempo de concentração das estruturas permaneceu inferior à 5 minutos, dessa forma, em função da duração mínima calculadas para as chuvas de projeto, que é de 5 minutos, foi considerado como tempo de concentração e, conseqüentemente, como intensidade da chuva de projeto, os quantis referentes às chuvas de 5 minutos, para todas as estruturas.

O coeficiente de escoamento foi admitido com base em valores consagrados por bibliografias técnicas especializadas, sendo utilizado o valor de 0,30 para áreas de matas, cobertura predominante na região de implantação da bacia.

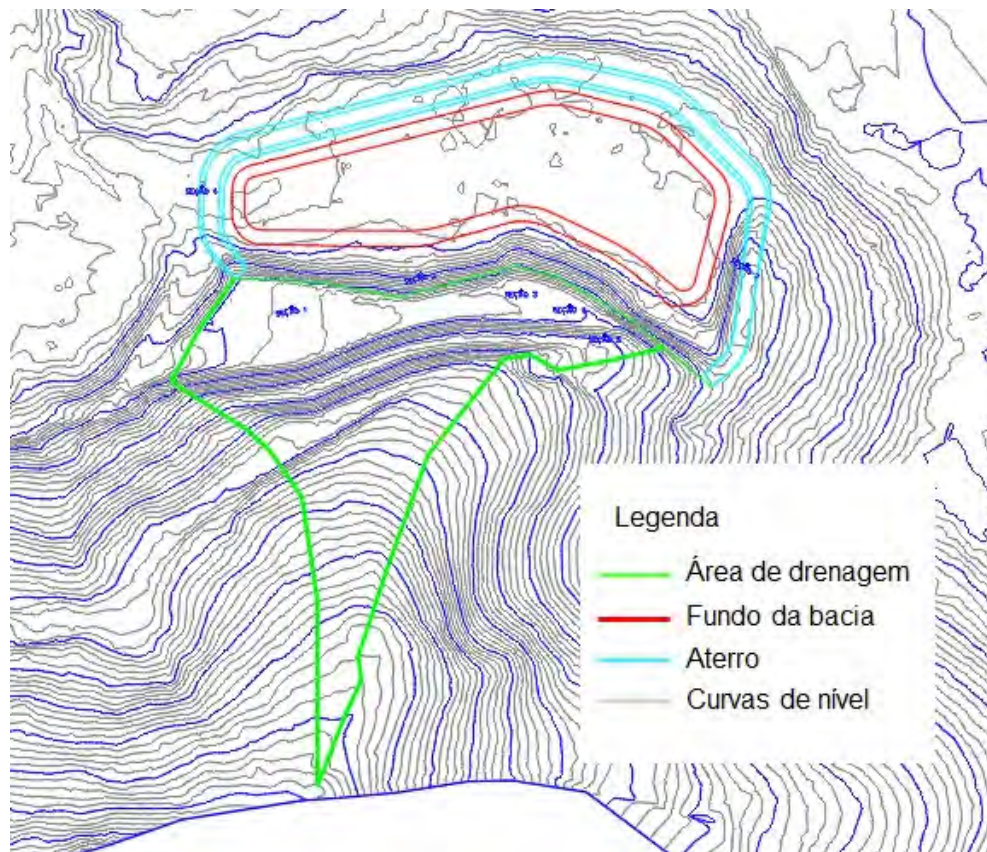
$$Q_p = \frac{C \cdot i_{t,T} \cdot A}{3,6}$$

Onde:

- $Q_p$  é a vazão de projeto ( $m^3/s$ );
- $C$  é o coeficiente de escoamento, determinado a partir do uso do solo e do tipo do solo;
- $i_{t,T}$  é a intensidade média da chuva para uma duração  $t$  e um tempo de retorno  $T$  ( $mm/h$ );
- $A$  é a área da bacia de contribuição ( $km^2$ ).

Na Figura 9-15 encontra-se a delimitação da área de drenagem considerada no cálculo do dispositivo de drenagem proposto.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura 9-15: Área de drenagem.**

Na Tabela 9-5 estão apresentadas as sínteses dos cálculos para a obtenção das vazões de projeto para os sistemas de drenagem superficial, utilizando o Método Racional, conforme já mencionado anteriormente.



		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIROZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

**Tabela 9-5: Síntese do cálculo das vazões de projeto para a drenagem superficial da bacia**

Estrutura	TR (Anos)	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Tempo de Concentração (min)	I (mm/h)	C	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
CP-01	2	0,013	5	97,4	0,30	0,11
	10			141,0		0,16
	25			163,4		0,18
	100			168,1		0,19
	500			369,9		0,41

A partir dos dados apresentados Tabela 9-6, pode ser realizado o dimensionamento do canal de drenagem.

**Tabela 9-6: Síntese do dimensionamento do canal de drenagem**

Estrutura	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Seção	Material	Manning	B (m)	Inclinação da seção (H:V)	Altura (m)
CP-01	0,11	Trapezoidal	Concreto	0,015	0,50	1H:1V	0,50
	0,16				0,50		0,50
	0,18				0,50		0,50
	0,19				0,50		0,50
	0,41				0,50		0,50

O canal de drenagem pode ser observado nos desenhos AA-104-WA-0547-202-DS-015 e AA-104-WA-0547-202-DS-016. (Anexo A).

## 10. ACESSOS

O acesso operacional foi projetado com 6,00m de largura para a escavação da bacia e deposição da lama arsernical.

Os detalhes para implantação do acesso encontram-se no desenho AA-104-WA-0547-202-DS-008 (Anexo A).

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## 11. SEQUENCIA CONSTRUTIVA

A implantação do Aterro de Resíduo Industrial H1 deverá seguir as seguintes atividades:

- Desmatamento e limpeza da fundação: estas atividades visam preparar a fundação com o objetivo de remover a camada de material e solos orgânicos/moles na superfície. O material proveniente da limpeza e da remoção de solos orgânicos/moles deverá ser totalmente removido da área de disposição para área de bota-fora localizada na região do reservatório da barragem Calcinados.
- Construção da caixa de inspeção
- Construção do muro de solo reforçado
- Implantação do acesso para que possa ser realizada a escavação da bacia
- Escavação da bacia
- Instalação do sistema de detecção de vazamento
- Instalação da geomembrana de proteção
- Instalação do sistema de coleta dos líquidos percolados
- Lançamento da lama arsenical que deverá seguir o plano de deposição a ser definido pela AGA;
- Instalação dos piezômetros que deverão ser instalados com o objetivo de monitoramento ambiental;
- Implantação da geomembrana para envelopamento (fase de desativação da estrutura)
- Cobertura vegetal (fase de desativação da estrutura)

## 12. PLANO DE DESATIVAÇÃO DA ESTRUTURA

O plano de desativação do Aterro de Resíduo Industrial H1 deverá ser adequado, bem-sucedido, sustentável e ocorrer imediatamente após o término da deposição da lama arsenical. Deverão ser tomadas medidas de forma que minimizem a necessidade de manutenção futura e também minimizem ou

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

evitem a liberação de líquido percolado contaminado e/ou gases para o lençol de águas subterrâneas, para os corpos d'água superficiais ou para a atmosfera.

O plano de desativação proposto consiste na implantação de um sistema de impermeabilização superior, ou seja, uma cobertura. Ao atingir o esgotamento de deposição da lama no aterro, deverá ser executada uma camada impermeável constituída por um geotêxtil (função de evitar vazamentos) e uma geomembrana de PEAD lisa com 1,5 mm de espessura soldada à geomembrana existente. Sobre esta camada da geomembrana, deverá ser lançado outro geotêxtil para proteção mecânica e por último executada uma camada de solo vegetal com 0,30m de espessura com a função de promover o crescimento da vegetação rasteira e prevenir erosões.

A camada de aterro superficial deverá sistema de drenagem de modo a evitar o acúmulo de água no topo do aterro e minimizar as infiltrações. A superfície deste aterro deverá ser protegida com vegetação rasteira.

## **12.1 SISTEMA DE DRENAGEM DO FECHAMENTO**

Para o fechamento da bacia foram dimensionados dispositivos a fim de evitar possíveis problemas de erosão após a vida útil da estrutura.

Os dispositivos foram calculados de acordo com o método racional, por se tratar de estruturas instaladas ao final da vida útil da estrutura foi indicado a utilização do revestimento de concreto.

Na Tabela 12-1 estão apresentadas as sínteses dos cálculos para a obtenção das vazões de projeto para os sistemas de drenagem superficial no fechamento da bacia, utilizando o Método Racional, conforme já mencionado anteriormente.

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

**Tabela 12-1: Síntese do cálculo da vazão de projeto para a drenagem superficial do fechamento da bacia**

Estrutura	TR (Anos)	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Tempo de Concentração (min)	I (mm/h)	C	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
CP-02	2	0,021	5	97,4	0,30	0,17
	10			141,0		0,25
	25			163,4		0,29
	100			168,1		0,30
	500			201,7		0,36

A partir dos dados apresentados pode ser realizado o dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial para o fechamento da bacia (Tabela 12-2).

**Tabela 12-2: Síntese do dimensionamento do canal de drenagem superficial do fechamento da bacia**

Estrutura	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Seção	Material	Manning	B (m)	Inclinação da seção (H:V)	Altura (m)
CP-02	0,17	Trapezoidal	Concreto	0,027	1,00	1,5H:1,0V	0,25
	0,25				1,00		0,25
	0,29				1,00		0,25
	0,30				1,00		0,25
	0,36				1,00		0,25

Os detalhes dos dispositivos de drenagem superficial para o fechamento da bacia estão indicados nos desenhos AA-104-WA-0547-202-DS-020, AA-104-WA-0547-202-DS-025 e AA-104-WA-0547-202-DS-026 (Anexo A).

### 13. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste documento foi apresentado o projeto de engenharia na fase de detalhamento do Aterro de Resíduo Industrial H1 a ser construído na Planta Metalúrgica do Queiróz.

O Aterro de Resíduo Industrial H1 foi dimensionado visando conter a máxima capacidade volumétrica de resíduo arsenical. O aterro é constituído por uma bacia escavada com fundo na El. 810,00 m e taludes

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

3V:2H. Para aumentar a capacidade de armazenamento do resíduo na bacia, será construído um muro de solo reforçado com geogrelha (Terramesh System ou similar) de altura máxima 9,60m. Com isso, a capacidade máxima de armazenamento será de 144.037,00m<sup>3</sup>.

Devido ao tipo de resíduo industrial, o fundo da bacia será revestido com uma geomembrana de proteção para que não haja contaminação do lençol freático. Foram apresentados um sistema de detecção de vazamentos dessa geomembrana e um sistema de coleta de líquidos percolados sobre a geomembrana. O material a ser escavado na bacia deverá ser utilizado para a construção do muro de solo reforçado e o excedente deverá ser transportado pelos acessos existentes para o talude de jusante da barragem Rapaunha.

As análises de estabilidade realizadas para o aterro, para as condições de contorno adotadas e as seções estudadas, apresentam os valores dos fatores de segurança acima dos valores mínimos estabelecidos pela NBR 11.682. Ressalta-se que para realização das análises de estabilidade, os parâmetros de resistência adotados para o aterro compactado e o resíduo arsenical foram obtidos dos ensaios geotécnicos de laboratório realizados pela Geothra Geologia e Geotecnia (2016) apresentados no relatório RT-GTR-1042\_R00\_LB emitido pela DAM Engenharia. Para a rocha alterada, os parâmetros de resistência foram estimados com base na experiência em materiais de características semelhantes.

Para caracterização da fundação, foram disponibilizados dois furos de sondagem a percussão e neles não foram detectados os níveis d'água. Portanto, a posição do NA foi estimada e deve ser confirmada com a execução de uma campanha de investigações de campo visto que todo o dimensionamento da bacia (profundidade de escavação, sistema de proteção e vazamento) foi realizado baseando-se nesta estimativa para atendimento à norma NBR 10.157 (1987).

Analisando-se os logs de sondagem, tem-se que dos resultados de N<sub>SPT</sub> obtidos, o tipo de sondagem recomendado para essa fundação seria sondagem mista (sondagem a percussão e sondagem rotativa). Para tanto, recomenda-se que sejam realizadas campanhas de investigações de campo (sondagens) e também de laboratório (ensaios de caracterização e triaxiais) na região de implantação do Aterro de Resíduo Industrial H1 para uma melhor caracterização dessa estrutura. Indica-se também uma campanha de sondagem a trado na região do empréstimo. Após a realização destas campanhas, as análises de estabilidade deverão ser revistas e/ou adequadas.



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

#### 14. BIBLIOGRAFIA

ABNT/NBR 10.157(1987) - Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação;

ABNT/NBR 11.682 (2003) - Estabilidade de taludes;

ABNT/NBR 13.029(2017) – Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha;

NBR 7211 (ABNT, 2009) – Agregados para concreto - Especificação

CRUZ (1996) - 100 Barragens Brasileiras – Paulo Teixeira da Cruz



Pinheiro (2011) – Diretrizes para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamentos hidráulicos em obras de mineração.

ABGE - Manual de Sondagens Geotécnicas;

ISRM - Métodos sugeridos para descrição de maciços rochosos;


U.S. Corps of Engineers, 1987 - Dimensionamento hidráulico dos elementos construtivos do sistema (emboques, canais, dissipadores de energia, caixa de transição, descidas em degraus, rápidos etc.) em conformidade com o guia de projetos constante na publicação “Hydraulic Design Criteria”.



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

ANEXOS

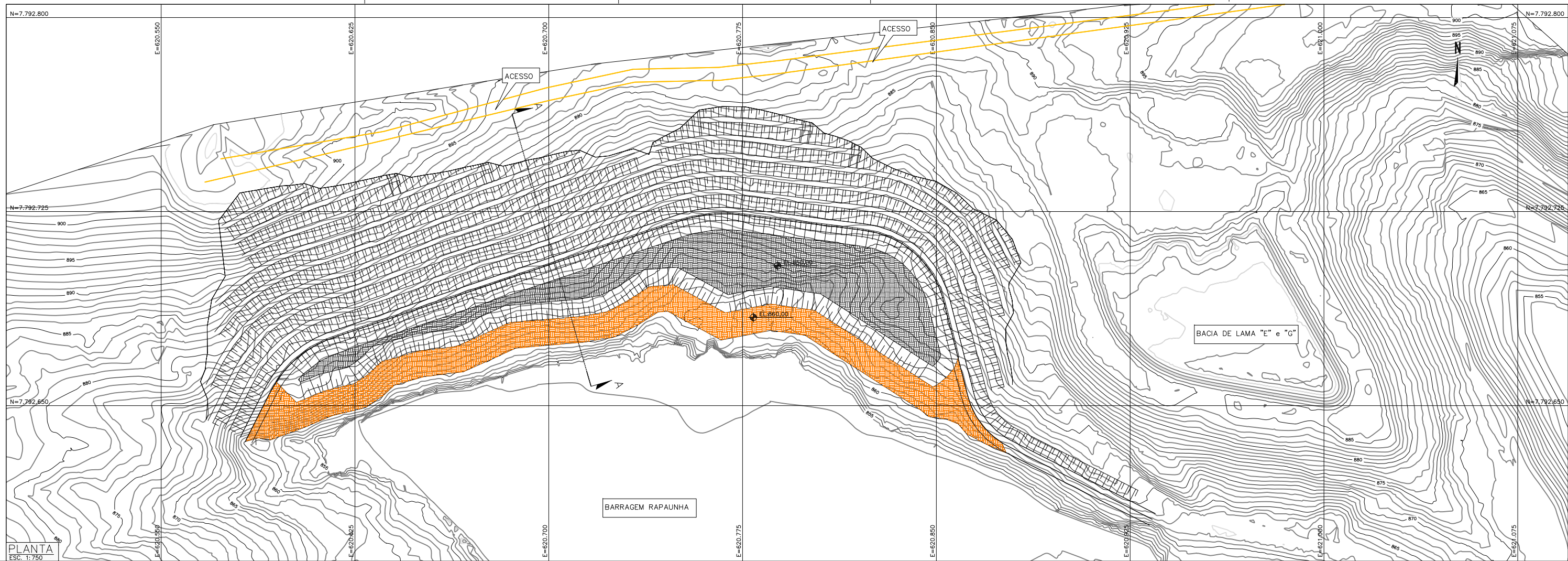


 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

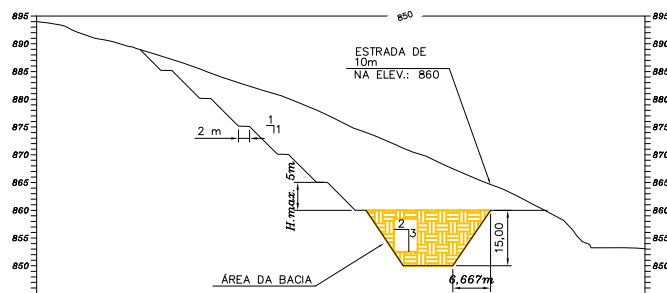
ANEXO A – DESENHOS DO PROJETO







PLANTA  
ESC. 1:750



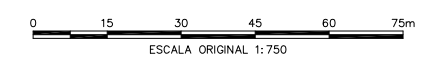
PERFIL DA BACIA  
SEM ESCALA

QUANTITATIVO		
MATERIAL / SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.
ÁREA DO FUNDO DA VALA	3.291,26	m <sup>2</sup>
ÁREA DA CRISTA DO CORTE	7.188,18	m <sup>2</sup>
ALTURA DA VALA	10,00	m
COMPRIMENTO MÉDIO DA VALA	277,00	m
VOLUME ESCAVAÇÃO DA VALA	215.000,00	m <sup>3</sup>
VOLUME ESCAVAÇÃO DA VALA	11.210,00	m <sup>3</sup>
VOLUME ESCAVAÇÃO DA VALA	8.102,64	m <sup>3</sup>

QUANTITATIVO		
MATERIAL / SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.
VOLUME DA VALA	51.000,00	m <sup>3</sup>

**LEGENDA:**

- CURVAS DE NIVEL - BASE TOPOGRÁFICA
- FUNDO DA ESCAVAÇÃO
- ACESSO OPERACIONAL



REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. VISTOS DES. COORD.
0	24/05/2019	EMIÇÃO INICIAL	C WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D WD LV

NOTAS	
ESTA CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA.	

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO
AA-104-WA-0547-202-DS-001	BASE TOPOGRÁFICA

Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda WBH013-19-ANGL001-DES-0004		ESCALA: INDICADA PROPÓSITO DAS EMISSÕES (A) PRELIMINAR (B) PARA CONHECIMENTO (C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO (D) APROVADO (E) PARA COTAÇÃO (F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO (G) LIBERADO P/COMPRA ( )	
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESENHO	WD		05/06/2018
VERIFICAÇÃO	LV		05/06/2018
SUPERVISOR	ES		05/06/2019
COORDENADOR	LV		05/06/2019

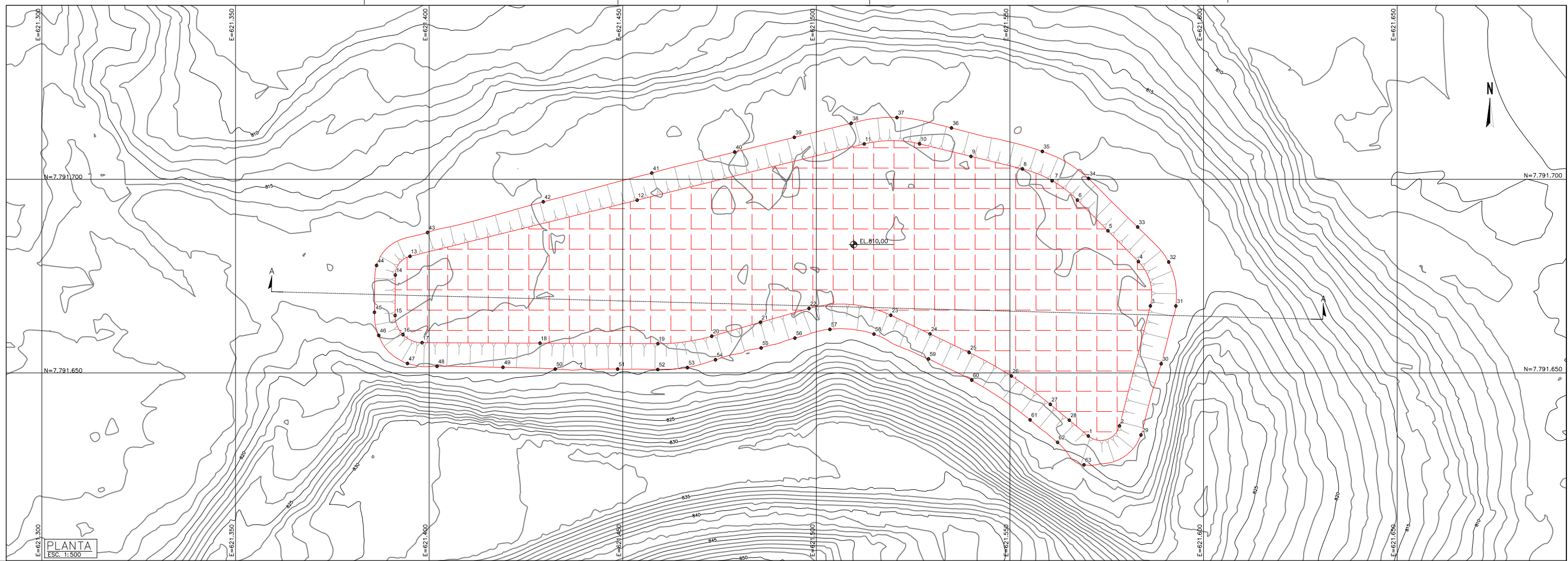
**ANGLOGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.**

**TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ**  
**ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 ALTERNATIVA LOCACIONAL - 01**

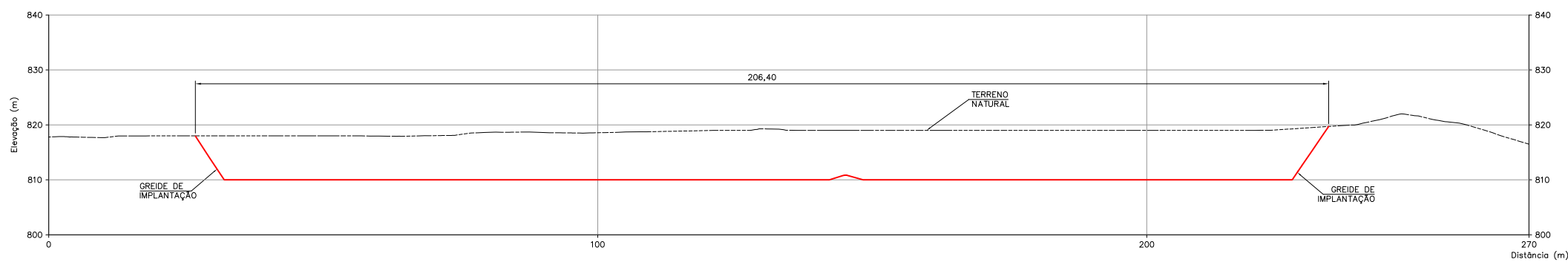
COORD. PROJ. DATA  
 CLIENTE DATA  
 DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-004 REV. 01







PLANTA  
ESC. 1:500



PERFIL DA ESCAVAÇÃO  
ESC. 1:500

**LEGENDA:**

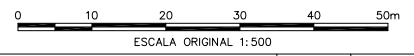
- CURVAS DE NIVEL - BASE TOPOGRÁFICA
- FUNDO DA ESCAVAÇÃO

QUANTITATIVO		
MATERIAL / SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.
ÁREA DO FUNDO DO CORTE	7,765,76	m <sup>2</sup>
ÁREA DA CRISTA DO CORTE	10,689,47	m <sup>2</sup>
ALTURA DA VALA	9,70	m

QUANTITATIVO		
MATERIAL / SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.
VOLUME DO CORTE	80,823,22	m <sup>3</sup>

PONTOS NOTÁVEIS DA ESCAVAÇÃO			
PONTO	LESTE	NORTE	ELEVAÇÃO
1	621.570,25	7.791.633,71	810,00
2	621.578,28	7.791.636,31	810,00
3	621.586,28	7.791.667,30	810,00
4	621.583,18	7.791.678,75	810,00
5	621.575,31	7.791.686,69	810,00
6	621.567,43	7.791.694,64	810,00
7	621.560,86	7.791.699,59	810,00
8	621.553,23	7.791.702,66	810,00
9	621.539,95	7.791.705,90	810,00
10	621.526,68	7.791.709,13	810,00
11	621.512,37	7.791.709,11	810,00
12	621.453,72	7.791.694,61	810,00
13	621.395,07	7.791.680,10	810,00
14	621.391,27	7.791.675,27	810,00
15	621.391,21	7.791.664,83	810,00
16	621.393,24	7.791.659,87	811,01
17	621.398,18	7.791.657,80	810,00
18	621.428,62	7.791.657,67	810,00
19	621.459,07	7.791.657,55	810,00
20	621.473,01	7.791.659,47	810,00
21	621.485,56	7.791.663,05	810,00
22	621.498,11	7.791.666,64	810,00
23	621.519,23	7.791.664,89	810,00
24	621.529,35	7.791.660,08	810,00
25	621.539,46	7.791.655,27	810,00
26	621.550,36	7.791.649,22	810,00
27	621.560,43	7.791.641,87	810,00
28	621.565,34	7.791.637,79	810,00
29	621.583,84	7.791.633,97	819,00
30	621.589,06	7.791.652,37	819,63
31	621.592,84	7.791.667,28	819,64
32	621.591,01	7.791.678,64	819,52

PONTOS NOTÁVEIS DA ESCAVAÇÃO			
PONTO	LESTE	NORTE	ELEVAÇÃO
33	621.582,99	7.791.687,66	819,20
34	621.570,28	7.791.700,21	819,00
35	621.558,37	7.791.707,18	818,86
36	621.534,91	7.791.713,25	818,89
37	621.520,81	7.791.715,93	819,00
38	621.509,01	7.791.714,46	819,00
39	621.494,31	7.791.710,83	819,00
40	621.478,91	7.791.707,01	819,00
41	621.457,51	7.791.701,59	818,81
42	621.429,49	7.791.694,17	818,03
43	621.399,61	7.791.686,24	817,30
44	621.386,43	7.791.677,76	817,77
45	621.385,88	7.791.665,65	817,99
46	621.386,99	7.791.659,68	818,03
47	621.394,42	7.791.652,45	818,88
48	621.402,04	7.791.651,71	819,11
49	621.419,07	7.791.651,45	819,38
50	621.432,56	7.791.650,99	820,00
51	621.448,68	7.791.650,98	819,91
52	621.459,04	7.791.650,89	819,99
53	621.466,71	7.791.651,37	820,01
54	621.473,97	7.791.653,39	819,21
55	621.485,76	7.791.656,44	819,51
56	621.494,47	7.791.658,99	819,53
57	621.503,51	7.791.661,24	819,56
58	621.514,88	7.791.660,04	819,26
59	621.528,98	7.791.653,61	818,99
60	621.540,14	7.791.648,14	819,11
61	621.555,23	7.791.637,86	819,38
62	621.562,31	7.791.632,10	819,48
63	621.569,13	7.791.626,28	820,67



REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. VISTOS DES. COORD.
0	24/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D WD LV

NOTAS		DESENHOS DE REFERÊNCIA	
ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA		NÚMERO	TÍTULO
		AA-104-WA-0547-202-DS-001	BASE TOPOGRÁFICA

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda

WBH013-19 - ANGL001 - DES - 0005

RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESENHO	WD		04/06/2019
VERIFICAÇÃO	LV		04/06/2019
SUPERVISOR	ES		04/06/2019
COORDENADOR	LV		04/06/2019

ESCALA: INDICADA

PROPOSITO DAS EMISSÕES

(A) PRELIMINAR  
(B) PARA CONHECIMENTO  
(C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO  
(D) APROVADO  
(E) PARA COTAÇÃO  
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO  
(G) LIBERADO P/COMPRA  
( )

ANGLOGOLD ASHANTI  
PLANTA QUEIROZ.

TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
ALTERNATIVA LOCACIONAL - 02

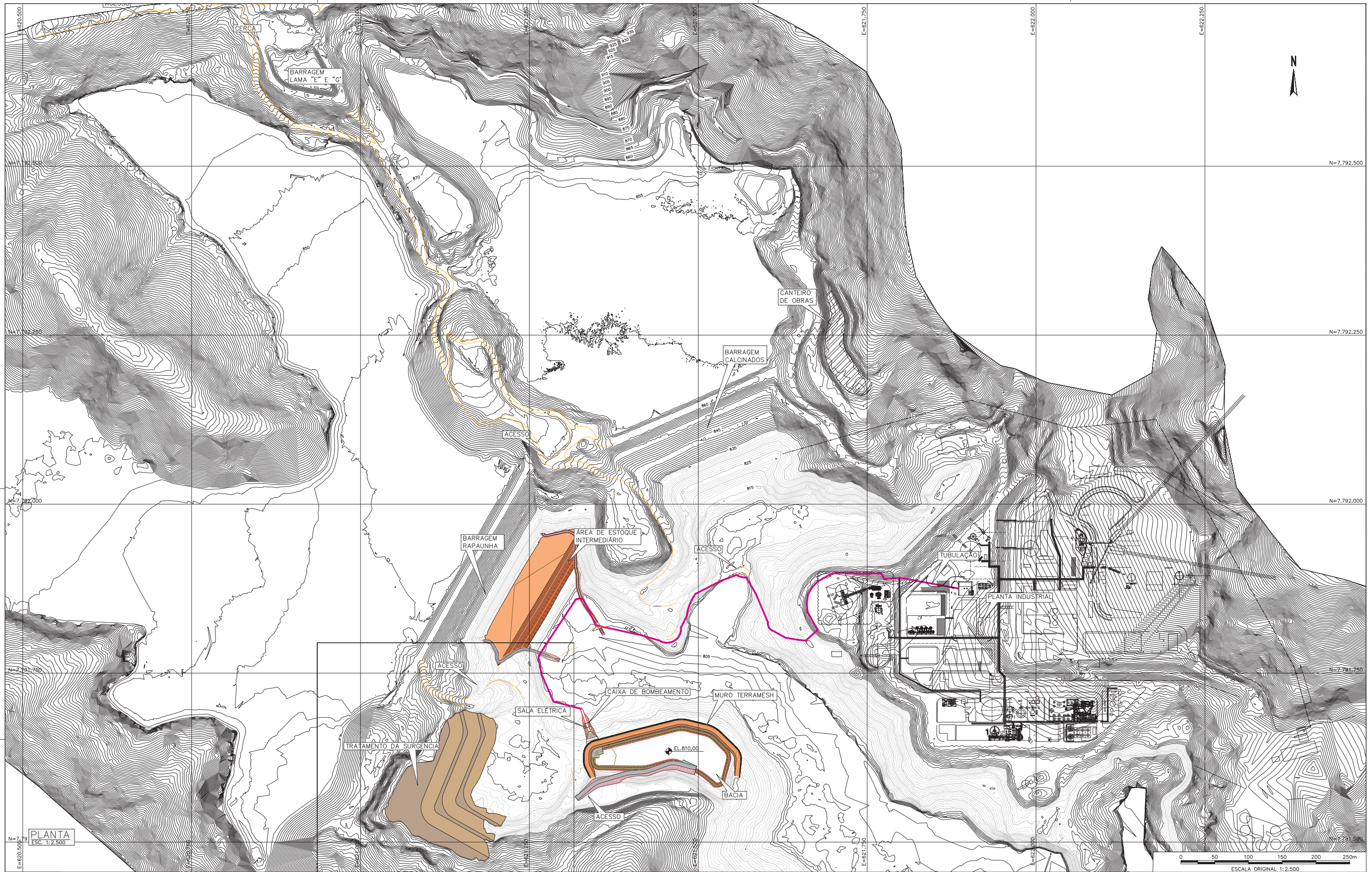
DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-005

COORD. PROJ. DATA  
CLIENTE DATA

REV. 01







PLANTA  
ESC. 1:2.500

REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. VISTOS DES. COORD.
0	21/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D WD LV
2	08/07/2019	APROVADO (inclusão da Planta Industrial)	D WD LV
3	18/07/2019	APROVADO (inclusão do TOP SOIL)	D WD LV
4	06/08/2019	APROVADO (inclusão dos acessos)	D WD LV
5	03/10/2019	APROVADO (inclusão dos novos projetos)	D WD LV

NOTAS	
TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA	

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO
AA-104-WA-0547-202-DS-001	BASE TOPOGRÁFICA
AA-104-EM-0500_402_DS-001	Desenho fornecido pela AGA da empresa ECM

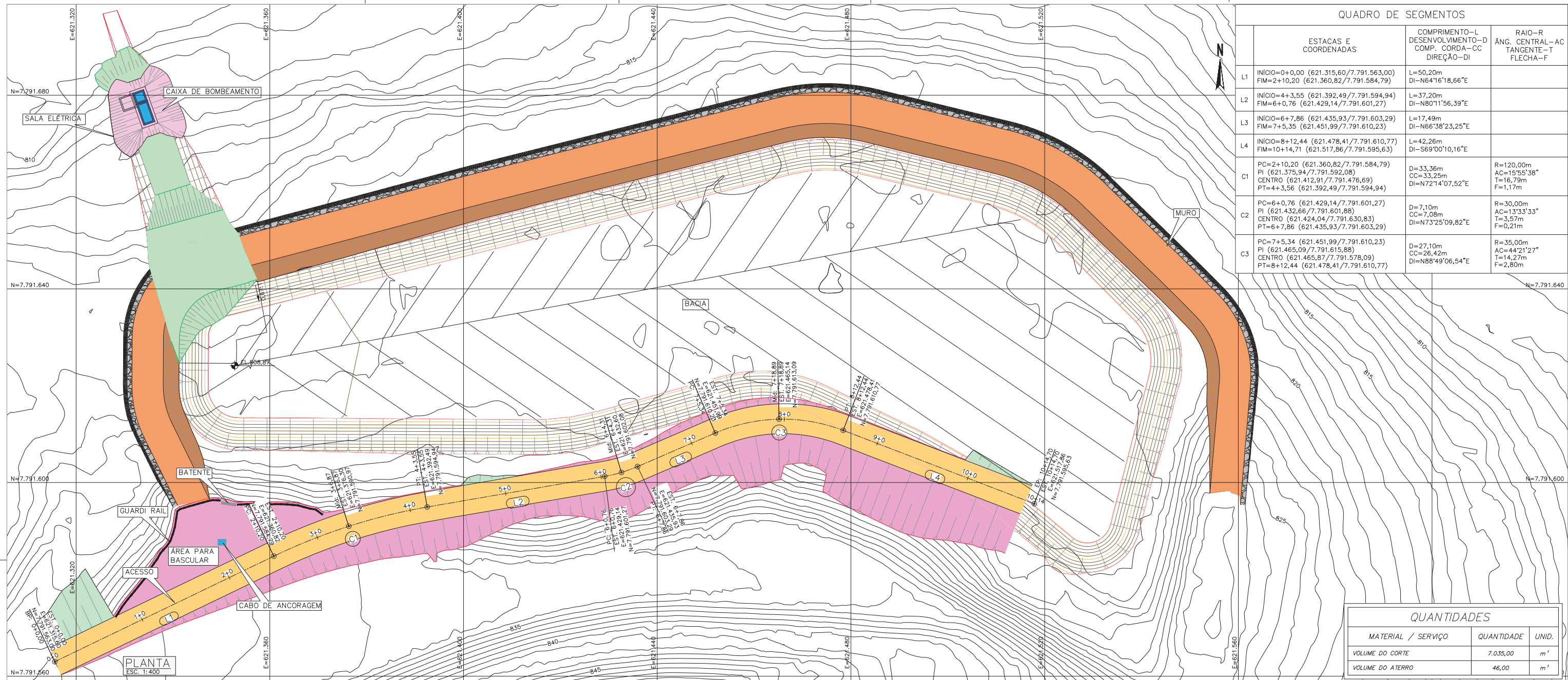
Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda WBH013 - 19 - ANGL001 - DES - 0006			
RESPONSÁVEL	NOME	RÓBRICA	DATA
DESENHO	WD		18/07/2019
VERIFICAÇÃO	LV		18/07/2019
SUPERVISOR	ES		18/07/2019
COORDENADOR	LV		18/07/2019

ESCALA:	INDICADA
PROPOSITO DAS EMISSÕES	(A) PRELIMINAR (B) PARA CONHECIMENTO (C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO (D) APROVADO (E) PARA COTAÇÃO (F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO (G) LIBERADO P/COMPRA ( )

		ANGGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.	COORD. PROJ. DATA CLIENTE DATA
TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 PLANO DIRETOR			
DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-006			REV. 05

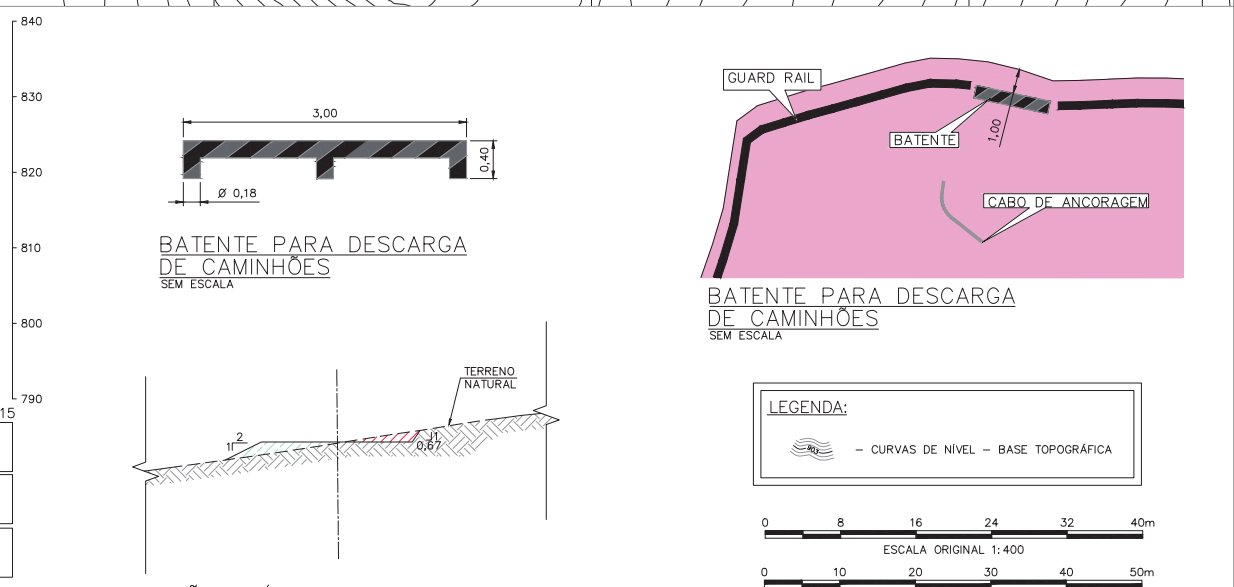
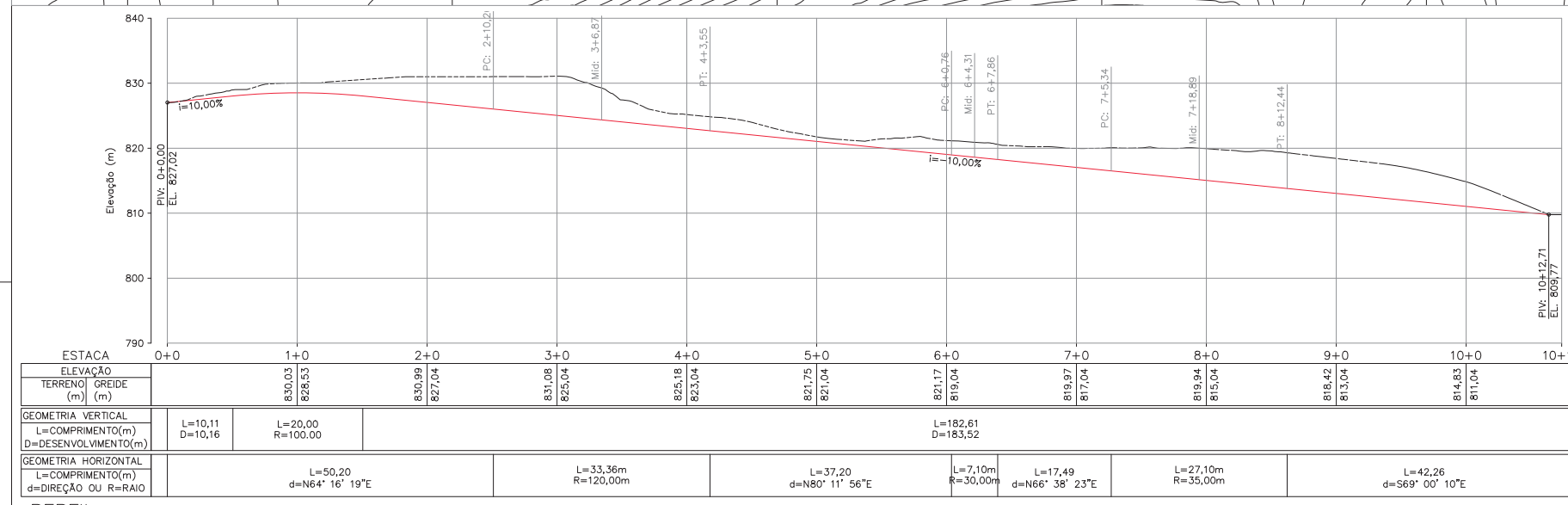






QUADRO DE SEGMENTOS			
ESTACAS E COORDENADAS	COMPRIMENTO-L DESENVOLVIMENTO-D COMP. CORDA-CC DIREÇÃO-DI	RAIO-R ANG. CENTRAL-AC TANGENTE-T FLECHA-F	
L1 INICIO=0+0,00 (621.315,60/7.791.563,00) FIM=2+10,20 (621.360,82/7.791.584,79)	L=50,20m DI=N64°16'18,66"E		
L2 INICIO=4+3,55 (621.392,49/7.791.594,94) FIM=6+0,76 (621.429,14/7.791.601,27)	L=37,20m DI=N66°38'23,25"E		
L3 INICIO=6+7,86 (621.435,93/7.791.603,29) FIM=7+5,35 (621.451,99/7.791.610,23)	L=17,49m DI=N66°38'23,25"E		
L4 INICIO=8+12,44 (621.478,41/7.791.610,77) FIM=10+14,71 (621.517,86/7.791.595,63)	L=42,26m DI=S69°00'10,16"E		
C1 PC=2+10,20 (621.360,82/7.791.584,79) PI (621.375,94/7.791.592,08) CENTRO (621.412,91/7.791.476,69) PT=4+3,56 (621.392,49/7.791.594,94)	D=33,36m CC=33,25m DI=N72°14'07,52"E	R=120,00m AC=15°55'38" T=16,79m F=1,17m	
C2 PC=6+0,76 (621.429,14/7.791.601,27) PI (621.432,66/7.791.601,88) CENTRO (621.424,04/7.791.630,83) PT=6+7,86 (621.435,93/7.791.603,29)	D=7,10m CC=7,08m DI=N73°25'09,82"E	R=30,00m AC=1°33'33" T=3,57m F=0,21m	
C3 PC=7+5,34 (621.451,99/7.791.610,23) PI (621.465,09/7.791.615,88) CENTRO (621.465,87/7.791.578,09) PT=8+12,44 (621.478,41/7.791.610,77)	D=27,10m CC=26,42m DI=N88°49'06,54"E	R=35,00m AC=44°21'27" T=14,27m F=2,80m	

QUANTIDADES		
MATERIAL / SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.
VOLUME DO CORTE	7,035,00	m³
VOLUME DO ATERRO	46,00	m³



REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. VISTOS DES. COORD.
0	27/05/2019	EMIÇÃO INICIAL	C WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D WD LV
2	06/11/2019	APROVADO (COM INSERÇÃO DA PRAÇA)	D WD LV

NOTAS		DESENHOS DE REFERÊNCIA	
TODAS AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE DESENHO SÃO CONFIDENCIAIS E NÃO SERÃO USADAS PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DO PROJETISTA.		NÚMERO	TÍTULO
		AA-104-WA-0547-202-DS-001	BASE TOPOGRÁFICA
		AA-104-WA-0547-202-DS-011	ARRANJO GERAL

DESENHOS DE REFERÊNCIA			
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESENHO	WD		10/06/2019
VERIFICAÇÃO	LV		10/06/2019
SUPERVISOR	ES		10/06/2019
COORDENADOR	LV		10/06/2019

ESCALA: INDICADA

PROPOSITO DAS EMISSOES

(A) PRELIMINAR  
(B) PARA CONHECIMENTO  
(C) P/COMENTARIO/APROVACAO  
(D) APROVADO  
(E) PARA COTACAO  
(F) LIBERADO P/CONSTRUCAO  
(G) LIBERADO P/COMPRA  
( )

ANGLOGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.

TITULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESIDUO INDUSTRIAL H1 ACESSO - PLANTA, PERFIL E DETALHE

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-008

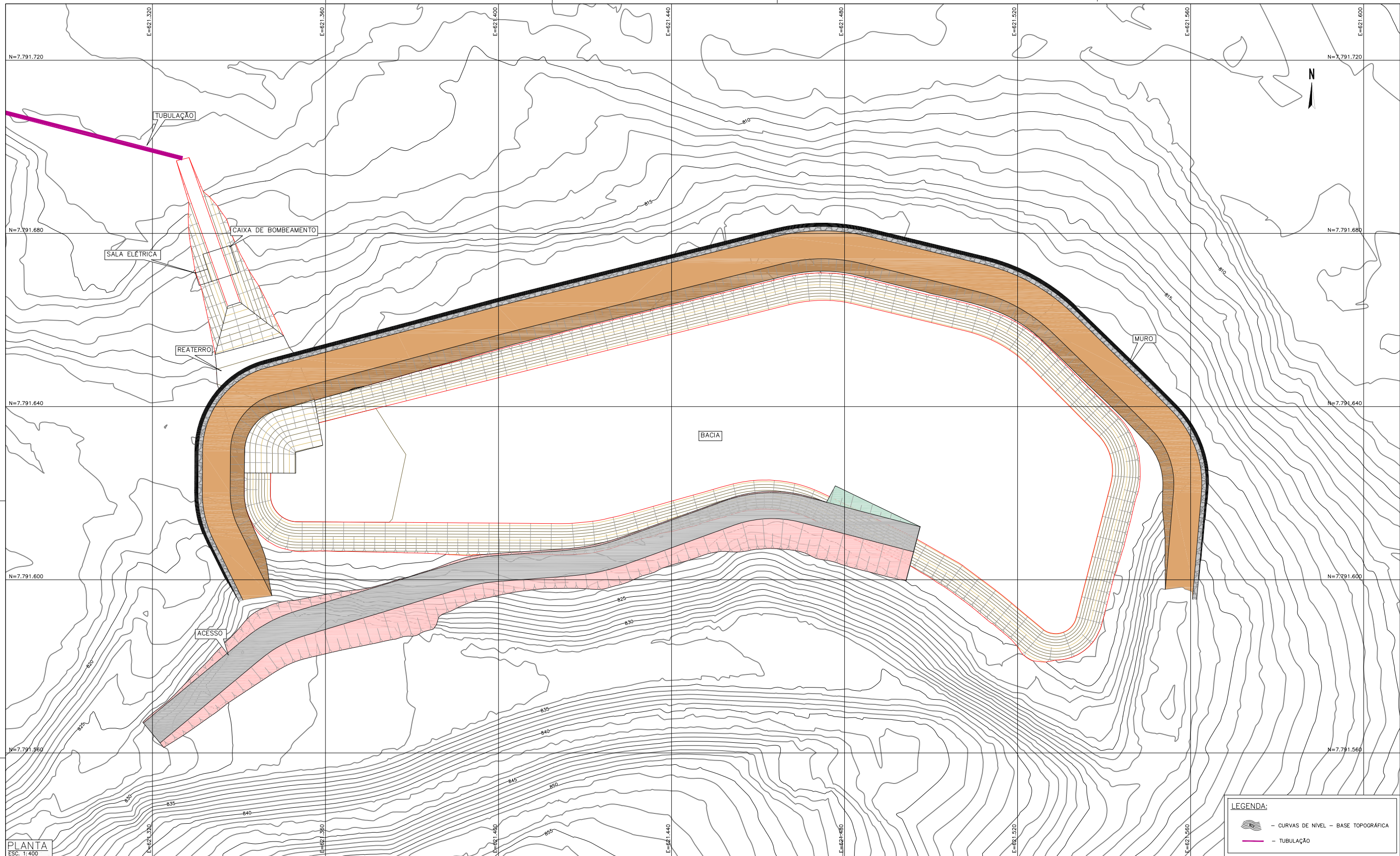
COORD. PROJ. DATA  
CLIENTE DATA

REV. 02

ESTA COPIA SO TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR







PLANTA  
ESC. 1:400

**LEGENDA:**

- CURVAS DE NIVEL - BASE TOPOGRÁFICA
- TUBULAÇÃO



REVISÕES				EMIS.		VISTOS	
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO		DES.	COORD.	DES.	COORD.
0	27/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD	LV		
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD	LV		

NOTAS	

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO
AA-104-WA-0547-202-DS-001	BASE TOPOGRÁFICA

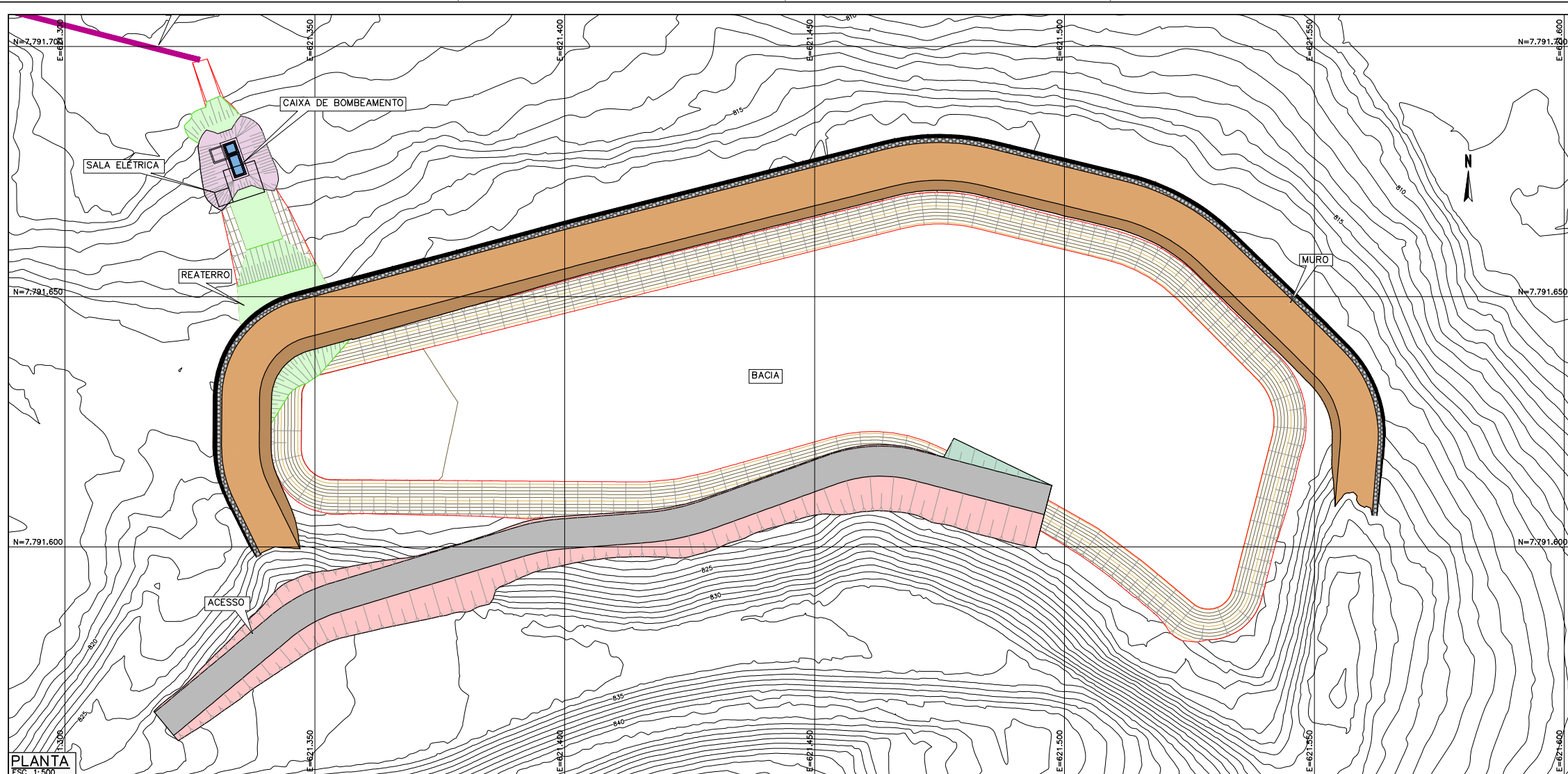
Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda WBH013 -19 - ANGL001 - DES - 0011			
RESPONSÁVEL	NOME	RÓBRICA	DATA
DESENHO	WD		10/06/2019
VERIFICAÇÃO	LV		10/06/2019
SUPERVISOR	ES		10/06/2019
COORDENADOR	LV		10/06/2019

ESCALA:	INDICADA	COORD. PROJ. DATA
PROPOSITO DAS EMISSOES	ANGLOGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.	CLIENTE DATA
(A) PRELIMINAR (B) PARA CONHECIMENTO (C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO (D) APROVADO (E) PARA COTAÇÃO (F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO (G) LIBERADO P/COMPRA ( )	TITULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESIDUO INDUSTRIAL H1 ARRANJO GERAL - PLANTA	REV. 01
DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-011		

ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA







**Dispositivo de Conexão PoliMac™**

Os Dispositivos de Conexão, com tecnologia PoliMac™, são utilizados nas operações de amarração e afilantamento, para a montagem e instalação dos gabões e demais produtos de malha hexagonal de dupla torção, produzidos a partir de arames PolMac™, no diâmetro externo 3,40 mm, em conformidade com as normas NBR 8944, NBR 10114 e EN 10223-3, suas características de desempenho são apresentadas abaixo.

Enrolamento	≥100.000	ciclos	NBR 7577 / EN 60229 (Adaptado)
Resistência química em ambiente aquoso	1-qHx14		Consultar tabela de resistência química*
Tensão de ruptura	380 a 500 classe A	MPa	NBR 8944 / EN 10223-3 / NBR 709
Resistência à corrosão e envelhecimento (sensação Kesternich)	+5% de oxidação após 250 ciclos		EN ISO 6988 (0,2 atm / 502 para 2 dm² água) / EN 10223-3
Resistência à corrosão e envelhecimento (sensação de Névoa Salina)	+5% de oxidação após 4000 horas		EN ISO 9227 / EN 10223-3
Temperatura de fragilidade	-35°C		NBR 8944 / EN 10223-3

\* Para conhecer a tabela de resistência química acesse: <https://www.mactex.com.br/download/tabela-resistencia-quimica-polinac>

**Gabião PoliMac™ Tipo Caixa 80**

Gabiões PoliMac™ tipo Caixa 80 são confeccionados com malha hexagonal de dupla torção, produzida a partir de arames PoliMac™, no diâmetro externo 3,40 mm, em conformidade com as normas NBR 8944, NBR 10114 e EN 10223-3, suas características de desempenho são apresentadas abaixo. Os Gabiões PoliMac™ tipo Caixa 80 são subdivididos em células por diâmetros, inseridos a cada metro durante a fabricação (conexão feita aos gabões com comprimento inferior a 2 m, que não recebem diâmetros). Para as operações de montagem (amarração e afilantamento) dos gabões, são necessários dispositivos de conexão e tranças pré-fabricadas MacTex® ou produzidas in situ, também produzidas com a tecnologia PoliMac™.

Enrolamento	≥100.000	ciclos	NBR 7577 / EN 60229 (Adaptado)
Resistência química em ambiente aquoso	1-qHx14		Consultar tabela de resistência química*
Força máxima de punção	22,75	kJ/m	ASTM A975 (Adaptado)
Resistência da conexão na borda	27,00	kJ/m	ASTM A975 (Adaptado)
Resistência à corrosão e envelhecimento (sensação Kesternich)	+5% de oxidação após 250 ciclos		EN ISO 6988 (0,2 atm / 502 para 2 dm² água) / EN 10223-3
Resistência à corrosão e envelhecimento (sensação de Névoa Salina)	+5% de oxidação após 4000 horas		EN ISO 9227 / EN 10223-3
Temperatura de fragilidade	-35°C		NBR 8944 / EN 10223-3

\* Para conhecer a tabela de resistência química acesse: <https://www.mactex.com.br/download/tabela-resistencia-quimica-polinac>

**Terramesh® System 80 PoliMac™**

Os elementos Terramesh® System 80, com tecnologia PoliMac™, são confeccionados com malha hexagonal de dupla torção, produzida a partir de arames PoliMac™, no diâmetro externo 3,40 mm, em conformidade com as normas NBR 8944, NBR 10114 e EN 10223-3, suas características de desempenho são apresentadas abaixo. Os elementos Terramesh® System 80 permitem a construção de estruturas de solo reforçado com gramíneas externas escarificadas (eventualmente incluídas em fit) ou totalmente verticais. Para as operações de montagem (amarração e afilantamento) dos elementos Terramesh® System 80, são necessários dispositivos de conexão e tranças pré-fabricadas MacTex® ou produzidas in situ, também produzidas com a tecnologia PoliMac™.

Enrolamento	≥100.000	ciclos	NBR 7577 / EN 60229 (Adaptado)
Resistência química em ambiente aquoso	1-qHx14		Consultar tabela de resistência química*
Força máxima de punção	22,75	kJ/m	ASTM A975 (Adaptado)
Resistência da conexão na borda	27,00	kJ/m	ASTM A975 (Adaptado)
Resistência à corrosão e envelhecimento (sensação Kesternich)	+5% de oxidação após 250 ciclos		EN ISO 6988 (0,2 atm / 502 para 2 dm² água) / EN 10223-3
Resistência à corrosão e envelhecimento (sensação de Névoa Salina)	+5% de oxidação após 4000 horas		EN ISO 9227 / EN 10223-3
Temperatura de fragilidade	-35°C		NBR 8944 / EN 10223-3

\* Para conhecer a tabela de resistência química acesse: <https://www.mactex.com.br/download/tabela-resistencia-quimica-polinac>

**Especificação - MacTex® H 40.2**

Descrição	GeoTêxtil não tecido 100% poliéster, agulhado e consolidado térmicamente por catandragem.		
Propriedades	Resistência longitudinal à tração (fraca largura)	10,00 kN/m	ASTM D 4395
	Alongamento (fraca largura)	50,00 %	NBR ISO 10319
	Resistência ao punçamento: CBR	1,50 kN	ASTM D 4241 / NBR 12236
	Permeabilidade nominal	0,20 cm/s	ASTM D 4491 / NBR ISO 11058
	Gramatura	200,00 g/m²	ASTM D 5261 / NBR ISO 9864

Embalagem: Bobinas  
Dimensões: 2,30 x 100,00 m  
4,40 x 100,00 m

A estabilidade e a segurança da estrutura proposta só podem ser garantidas a longo prazo através da utilização de geotêxteis de alta qualidade e desempenho e que obrigatoriamente atendam às propriedades listadas.

**Especificação - MacLine® SDH 150**

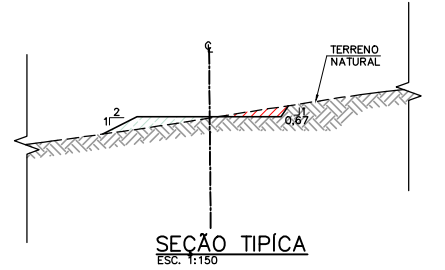
MacLine® SDH 150. Geomembrana em polietileno virgem de alta densidade e alto peso molecular.

Espessura média segundo ASTM D 5199-1.50 mm	Resistência ao punçamento: 480,00 N
Resistência à tração na ruptura: 40,00 kN/m	Padrão: GM 13
Deformação na ruptura: 700%	Embalagem: Bobinas
Resistência ao rasgo: 187,00 N	Dimensões: 5,40 x 80,00 m

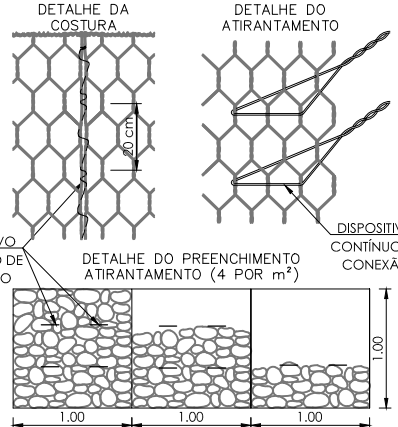
**Especificação - MacGrid® WG 40**

MacGrid® WG 40 - Geogrelhas tecidas para reforço de solo, produzida com filamentos de poliéster de super alta tenacidade revestidos com PVC.

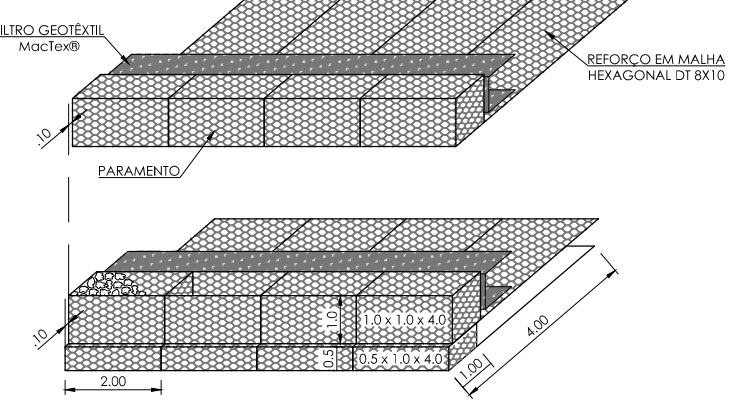
Resistência longitudinal última (mín): 40,0 kN/m	Alongamento na resistência última (mín): 11%	Embalagem: Bobinas
Resistência transversal última (mín): 30,0 kN/m	*Flexibilidade de produção com dimensões especiais conforme necessidade do cliente	Dimensões: 5,15 x 100,00 m



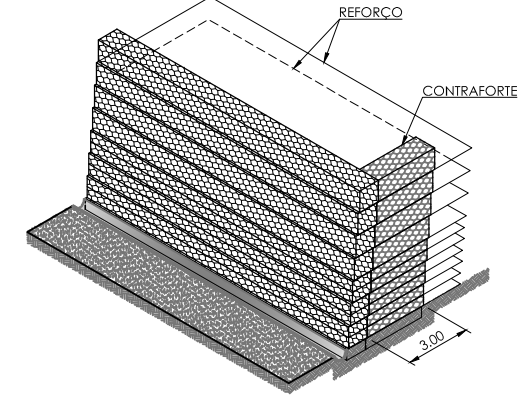
**DETALHE1 : AMARRAÇÃO DA MALHA SEM ESCALA**



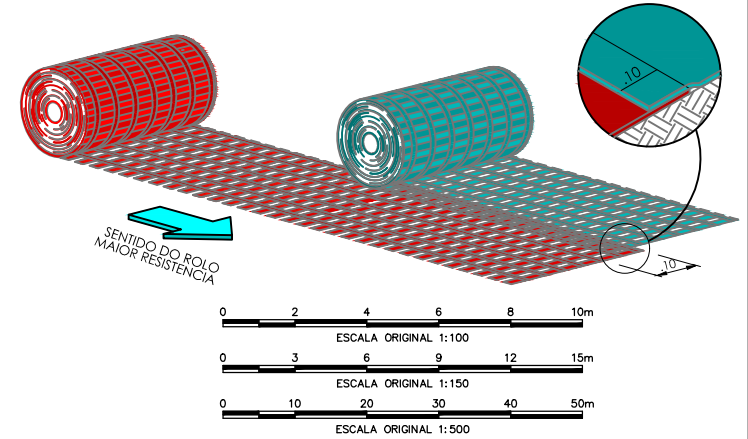
**DETALHE2 : PERSPECTIVA DO TERRAMESH® SYSTEM ESCALA: 1:100**



**DETALHE3 : PERSPECTIVA ESQUEMÁTICA DO CONTRAFORTE DE FECHAMENTO SEM ESCALA**



**DETALHE4 : SOBREPÓSICÃO DA GEORRELA MACGRID® WG SEM ESCALA**



**REVISÕES**

Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS	DES.	COORD.
0	27/05/2019	EMIÇÃO INICIAL	C	WD	LV	
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD	LV	
2	18/07/2019	APROVADO (REVISÃO DA ESCAVAÇÃO DO MURO)	D	WD	LV	

**NOTAS**

ESTA CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETA.

**DESENHOS DE REFERÊNCIA**

NGMERO	TÍTULO
AA-104-WA-0547-202-DS-001	BASE TOPOGRÁFICA

**ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA**  
WBH013-19-ANGL001-DES-0012

RESPONSÁVEL	NOME	ROBRICA	DATA
DESENHO	WD		18/07/2019
VERIFICAÇÃO	LV		18/07/2019
SUPERVISOR	ES		18/07/2019
COORDENADOR	LV		18/07/2019

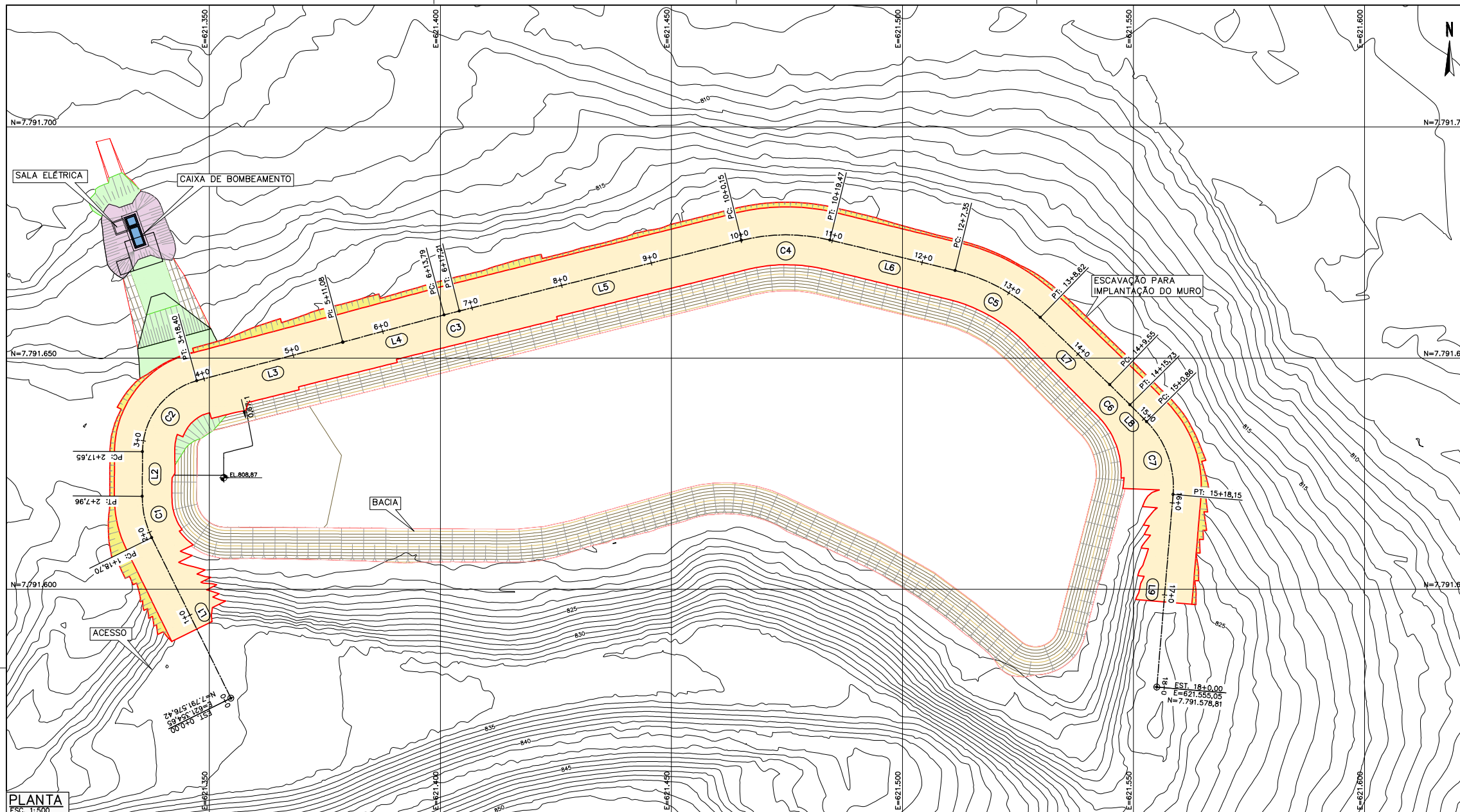
**ANGLOGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.**

**TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 MURO TERRAMESH- PLANTA E DETALHES**

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-012 REV. 02







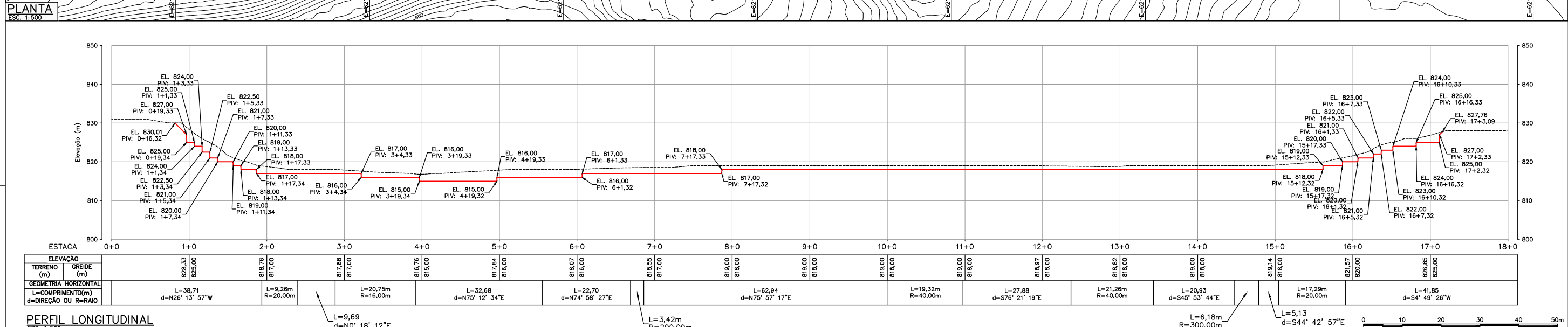
QUADRO DE SEGMENTOS		
ESTACAS E COORDENADAS	COMPRIMENTO—L DESENVOLVIMENTO—D COMP. CORDA—CC DIREÇÃO—DI	RAIO—R CENTRAL—AC TANGENTE—T FLECHA—F
L1 INICIO=0+0,00 (621.354,65/7.791.576,42) FIM=1+18,71 (621.337,54/7.791.611,14)	L=38,71m DI=N261°56,83'W	R=20,00m AC=26°32'09" T=4,72m F=0,55m
C1 PC=1+18,70 (621.337,54/7.791.611,14) PI (621.335,46/7.791.615,37) CENTRO (621.335,46/7.791.619,98) PT=2+7,97 (621.335,46/7.791.620,08)	D=9,26m CC=9,18m DI=N12°57'52,49"W	R=20,00m AC=26°32'09" T=4,72m F=0,55m
L2 INICIO=2+7,96 (621.335,48/7.791.620,08) FIM=2+17,66 (621.335,53/7.791.629,77)	L=9,69m DI=N0°18'11,85"E	R=16,00m AC=19°32'11,16"E T=12,12m F=4,07m
C2 PC=2+17,65 (621.335,53/7.791.629,77) PI (621.335,60/7.791.641,89) CENTRO (621.351,53/7.791.629,68) PT=3+18,40 (621.347,29/7.791.645,11)	D=20,75m CC=19,32m DI=N37°27'12,16"E	R=16,00m AC=19°32'11,16"E T=12,12m F=4,07m
L3 INICIO=3+18,40 (621.347,29/7.791.645,11) FIM=5+11,09 (621.378,89/7.791.653,45)	L=32,68m DI=N7°52'33,63"E	R=16,00m AC=19°32'11,16"E T=12,12m F=4,07m
L4 INICIO=5+11,08 (621.378,89/7.791.653,45) FIM=6+13,79 (621.400,81/7.791.659,34)	L=22,70m DI=N7°48'26,88"E	R=16,00m AC=19°32'11,16"E T=12,12m F=4,07m
C3 PC=6+13,79 (621.400,81/7.791.659,34) PI (621.402,47/7.791.659,78) CENTRO (621.452,66/7.791.666,18) PT=6+17,21 (621.404,13/7.791.660,20)	D=3,42m CC=3,42m DI=N7°52'27,06"E	R=200,00m AC=0°58'50" T=1,71m F=0,01m
L5 INICIO=6+17,21 (621.404,13/7.791.660,20) FIM=10+0,16 (621.465,19/7.791.675,47)	L=62,94m DI=N7°57'17,23"E	R=200,00m AC=0°58'50" T=1,71m F=0,01m
C4 PC=10+0,15 (621.465,19/7.791.675,47) PI (621.474,75/7.791.677,86) CENTRO (621.474,90/7.791.636,67) PT=10+19,48 (621.484,32/7.791.675,54)	D=19,32m CC=19,13m DI=N89°47'29,99"E	R=40,00m AC=27°40'26" T=9,85m F=1,20m
L6 INICIO=10+19,47 (621.484,32/7.791.675,54) FIM=12+7,36 (621.511,42/7.791.668,96)	L=27,88m DI=S76°21'18,71"E	R=40,00m AC=27°40'26" T=9,85m F=1,20m
C5 PC=12+7,35 (621.511,42/7.791.668,96) PI (621.522,00/7.791.666,40) CENTRO (621.501,98/7.791.630,09) PT=13+8,62 (621.529,82/7.791.658,82)	D=21,26m CC=21,02m DI=S61°07'31,49"E	R=40,00m AC=30°27'34" T=10,89m F=1,46m
L7 INICIO=13+8,62 (621.529,82/7.791.658,82) FIM=14+9,55 (621.544,85/7.791.644,25)	L=20,93m DI=S45°53'44,27"E	R=40,00m AC=30°27'34" T=10,89m F=1,46m
C6 PC=14+9,55 (621.544,85/7.791.644,25) PI (621.547,07/7.791.642,10) CENTRO (621.336,06/7.791.428,83) PT=14+15,73 (621.548,24/7.791.639,91)	D=6,18m CC=6,18m DI=S45°18'20,66"E	R=300,00m AC=11°04'47" T=3,09m F=0,02m
L8 INICIO=14+15,73 (621.548,24/7.791.639,91) FIM=15+0,86 (621.552,85/7.791.636,26)	L=5,13m DI=S44°42'57,05"E	R=300,00m AC=11°04'47" T=3,09m F=0,02m
C7 PC=15+0,86 (621.552,85/7.791.636,26) PI (621.559,34/7.791.629,70) CENTRO (621.538,64/7.791.622,19) PT=15+18,15 (621.558,57/7.791.620,51)	D=17,29m CC=16,76m DI=S19°56'45,35"E	R=20,00m AC=49°32'23" T=9,23m F=2,03m
L9 INICIO=15+18,15 (621.558,57/7.791.620,51) FIM=18+0,00 (621.555,05/7.791.578,81)	L=41,85m DI=S49°26,36"W	R=20,00m AC=49°32'23" T=9,23m F=2,03m

LEGENDA:

— CURVAS DE NIVEL — BASE TOPOGRÁFICA

QUANTIDADES — MODELO

MATERIAL / SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.
ESCAVAÇÃO DO MURO TERRAMESH	5.500,00	m³



REVISÕES			NOTAS			DESENHOS DE REFERÊNCIA			ESCALA: INDICADA			ANGLOGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.	
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	DES.	COORD.	NGMERO	TITULO	RESPONSÁVEL	NOME	ROBRICA	DATA	COORD. PROJ DATA	CLIENTE DATA
0	27/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD	LV			DESENHO	WD		18/07/2019		
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD	LV			VERIFICAÇÃO	LV		18/07/2019		
2	18/07/2019	APROVADO (REVISÃO DA ESCAVAÇÃO DO MURO)	D	WD	LV			SUPERVISOR	ES		18/07/2019		
								COORDENADOR	LV		18/07/2019		

ESTA CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA.

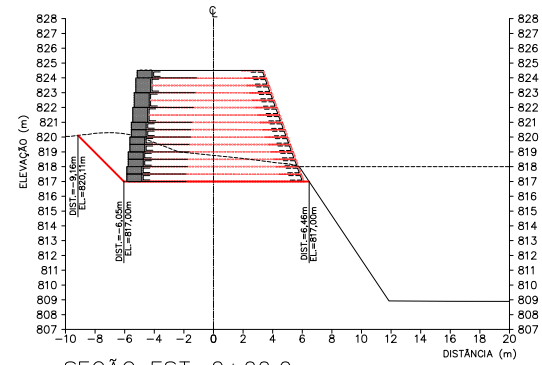
TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 - ESCAVAÇÃO MURO TERRAMESH - PLANTA E PERFIL

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-013

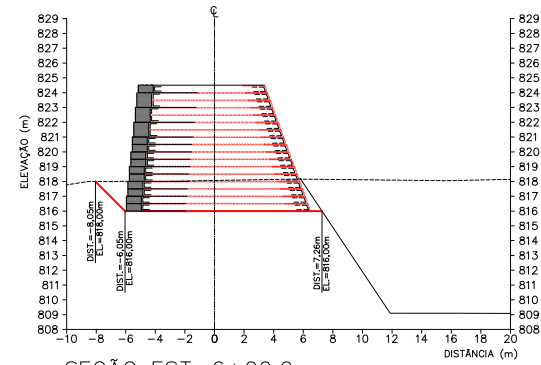
REV. 02



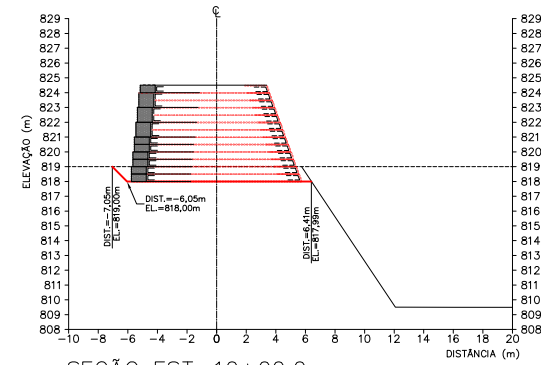




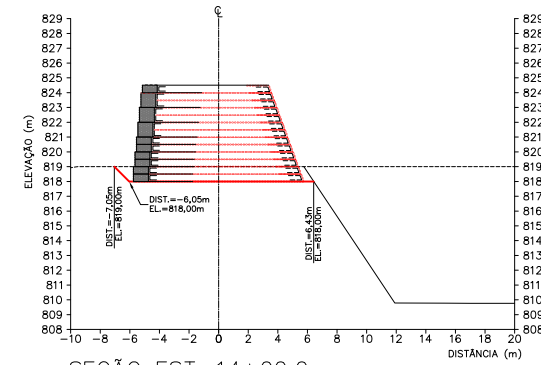
SEÇÃO EST. 2+00,0  
ESC. 1:250



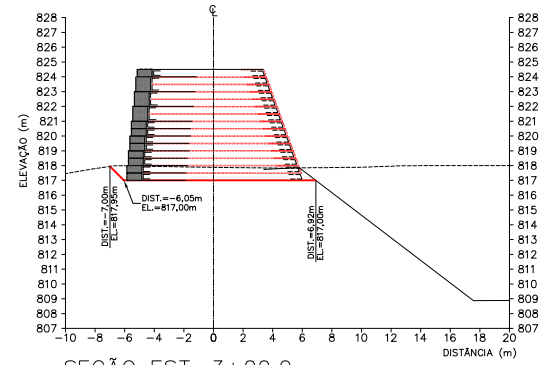
SEÇÃO EST. 6+00,0  
ESC. 1:250



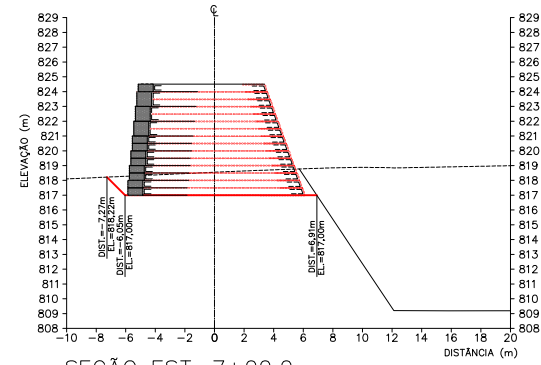
SEÇÃO EST. 10+00,0  
ESC. 1:250



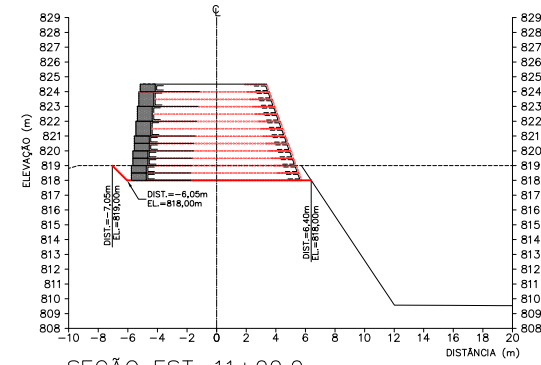
SEÇÃO EST. 14+00,0  
ESC. 1:250



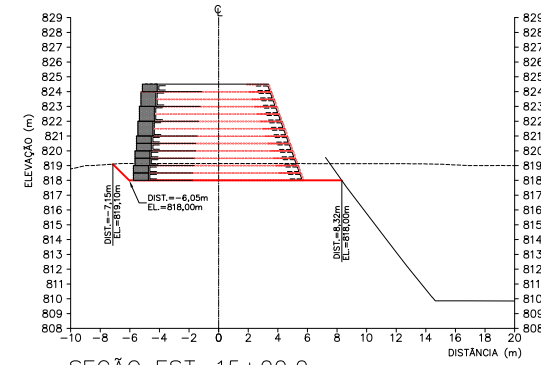
SEÇÃO EST. 3+00,0  
ESC. 1:250



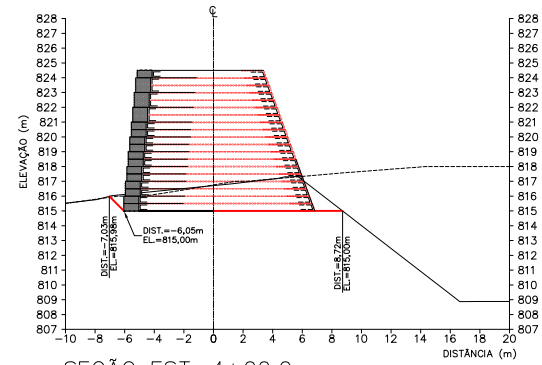
SEÇÃO EST. 7+00,0  
ESC. 1:250



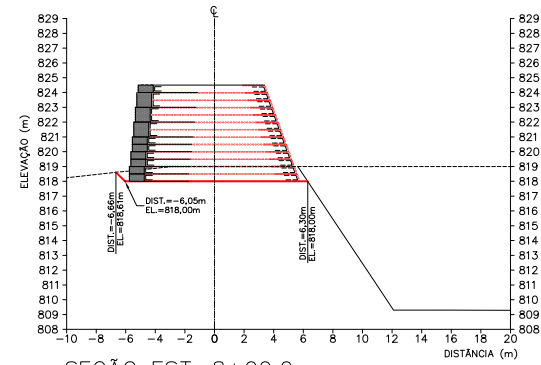
SEÇÃO EST. 11+00,0  
ESC. 1:250



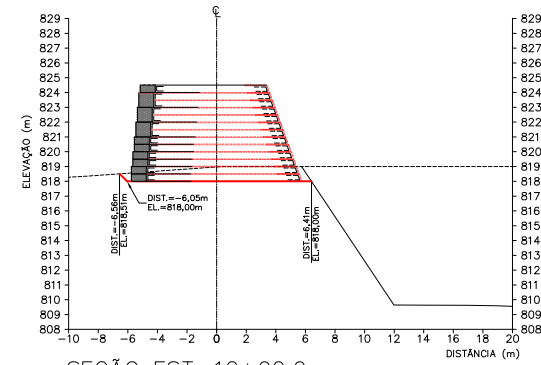
SEÇÃO EST. 15+00,0  
ESC. 1:250



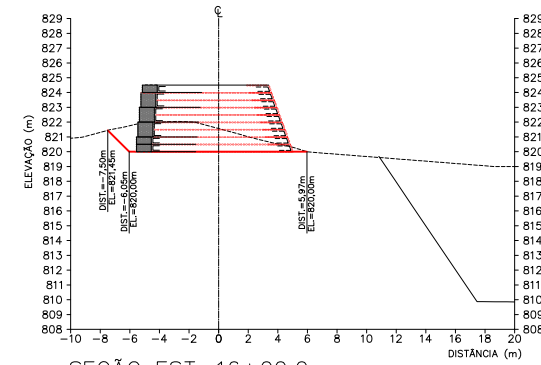
SEÇÃO EST. 4+00,0  
ESC. 1:250



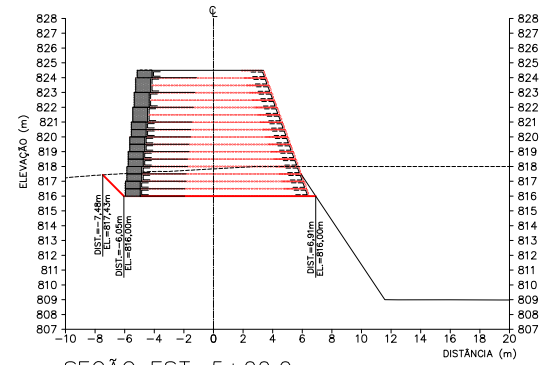
SEÇÃO EST. 8+00,0  
ESC. 1:250



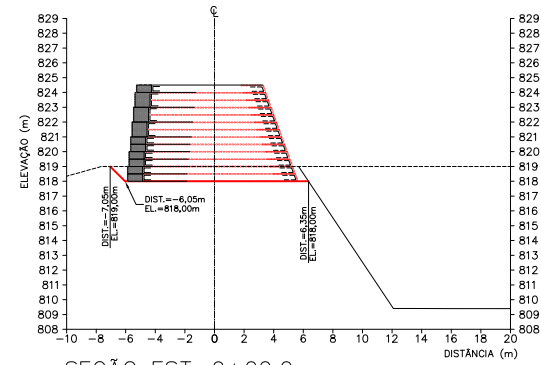
SEÇÃO EST. 12+00,0  
ESC. 1:250



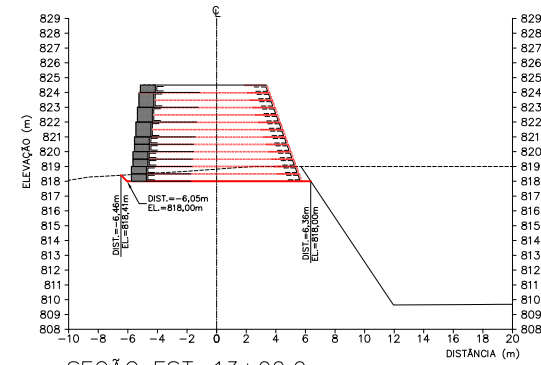
SEÇÃO EST. 16+00,0  
ESC. 1:250



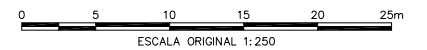
SEÇÃO EST. 5+00,0  
ESC. 1:250



SEÇÃO EST. 9+00,0  
ESC. 1:250



SEÇÃO EST. 13+00,0  
ESC. 1:250



REVISÕES

Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS DES.COORD
0	13/05/19	EMISSÃO INICIAL	C	FMA LV
1	21/06/19	APROVADO	D	FMA LV

NOTAS

NÚMERO	TÍTULO
	-ACAD-VALE QUEIROZ 07 08 15 REV00

DESENHOS DE REFERÊNCIA

NÚMERO	TÍTULO
	-ACAD-VALE QUEIROZ 07 08 15 REV00

RESPONSÁVEL	NOME	RÚBRICA	DATA

ESCALA:	INDICADA


**ANGLOGOLD ASHANTI MINERAÇÃO**  
 QUEIROZ

TÍTULO: PLANTA DO QUEIROZ  
 ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
 ESCAVAÇÃO E FUNDAÇÃO – MURO TERRAMESH  
 SEÇÕES

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202DS-014

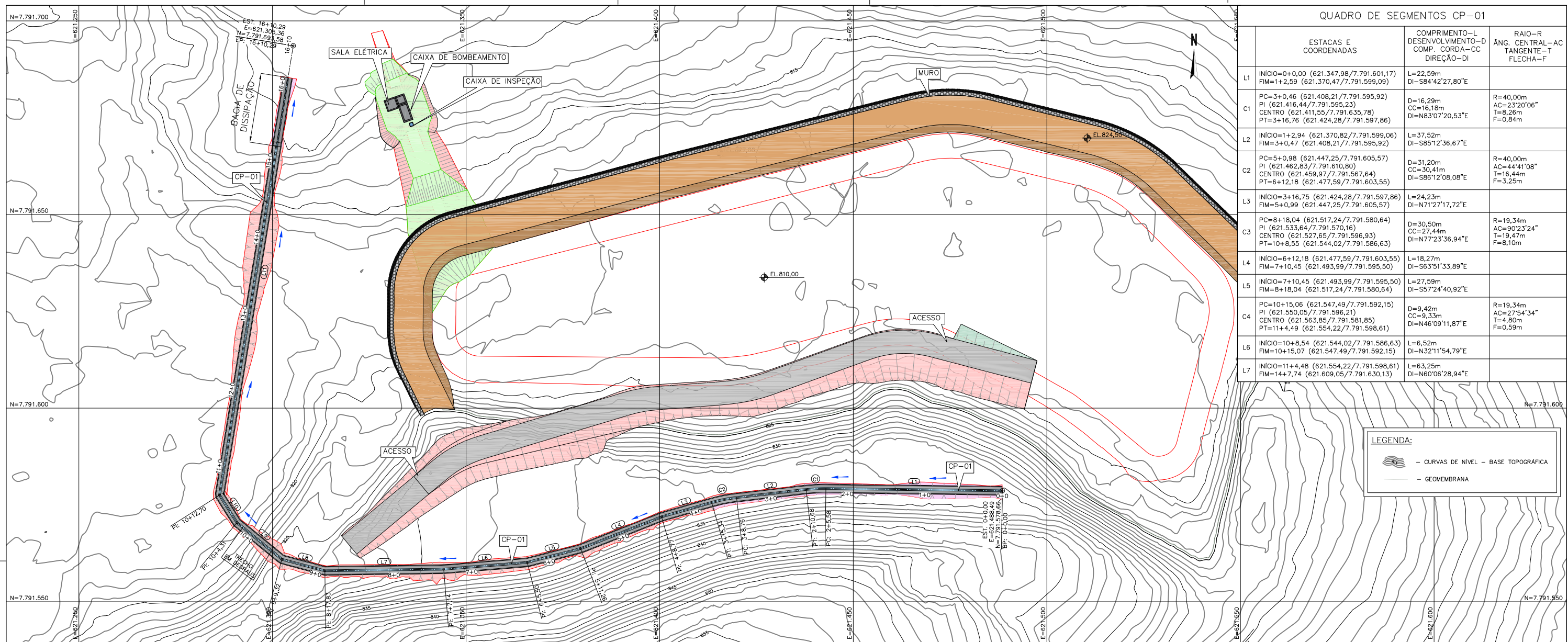
COORD. PROJ. DATA  
 CLIENTE DATA

REV. 01

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS DES.COORD

ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA





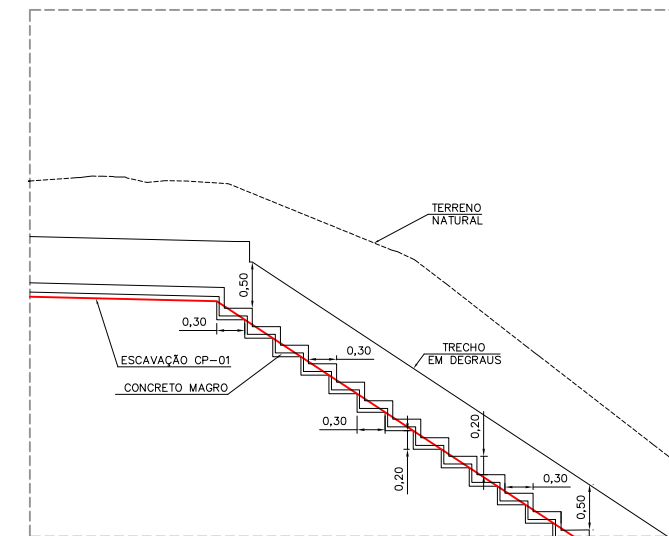
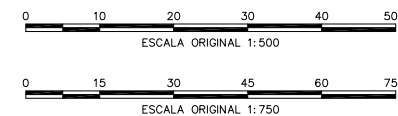
QUADRO DE SEGMENTOS CP-01		
ESTACAS E COORDENADAS	COMPRIMENTO-L DESENVOLVIMENTO-D COMP. CORDA-CC DIREÇÃO-DI	RAIO-R ÂNG. CENTRAL-AC TANGENTE-T FLECHA-F
L1 INÍCIO=0+0,00 (621.347,98/7.791.601,17) FIM=1+2,59 (621.370,47/7.791.599,09)	L=22,59m DI=S84°42'27,80"E	
C1 PC=3+0,46 (621.408,21/7.791.595,92) PI (621.416,44/7.791.595,23) CENTRO (621.411,55/7.791.635,78) PT=3+16,76 (621.424,28/7.791.597,86)	D=16,29m CC=16,18m DI=N83°07'20,53"E	R=40,00m AC=23°20'06" T=8,26m F=0,84m
L2 INÍCIO=1+2,94 (621.370,82/7.791.599,06) FIM=3+0,47 (621.408,21/7.791.595,92)	L=37,52m DI=S85°12'36,67"E	
C2 PC=5+0,98 (621.447,25/7.791.605,57) PI (621.462,83/7.791.610,80) CENTRO (621.459,97/7.791.567,64) PT=6+12,18 (621.477,59/7.791.603,55)	D=31,20m CC=30,41m DI=S86°12'08,08"E	R=40,00m AC=44°41'08" T=16,44m F=3,25m
L3 INÍCIO=3+16,75 (621.424,28/7.791.597,86) FIM=5+0,99 (621.447,25/7.791.605,57)	L=24,23m DI=N71°27'17,72"E	
C3 PC=8+18,04 (621.517,24/7.791.580,64) PI (621.533,64/7.791.570,16) CENTRO (621.527,65/7.791.596,93) PT=10+8,55 (621.544,02/7.791.586,63)	D=30,50m CC=27,44m DI=N77°23'36,94"E	R=19,34m AC=90°23'24" T=19,47m F=8,10m
L4 INÍCIO=6+12,18 (621.477,59/7.791.603,55) FIM=7+10,45 (621.493,99/7.791.595,50)	L=18,27m DI=S63°51'33,89"E	
L5 INÍCIO=7+10,45 (621.493,99/7.791.595,50) FIM=8+18,04 (621.517,24/7.791.580,64)	L=27,59m DI=S57°24'40,92"E	
C4 PC=10+15,06 (621.547,49/7.791.592,15) PI (621.550,05/7.791.596,21) CENTRO (621.563,85/7.791.581,85) PT=11+4,49 (621.554,22/7.791.598,61)	D=9,42m CC=9,33m DI=N46°09'11,87"E	R=19,34m AC=27°54'34" T=4,80m F=0,59m
L6 INÍCIO=10+8,54 (621.544,02/7.791.586,63) FIM=10+15,07 (621.547,49/7.791.592,15)	L=6,52m DI=N32°11'54,79"E	
L7 INÍCIO=11+4,48 (621.554,22/7.791.598,61) FIM=14+7,74 (621.609,05/7.791.630,13)	L=63,25m DI=N60°06'28,94"E	

LEGENDA:	
	- CURVAS DE NÍVEL - BASE TOPOGRÁFICA
	- GEOMEMBRANA

PLANTA  
ESC. 1:500



PERFIL CP - 01  
ESC. 1:750



DETALHE - 01/ ESTACA 9+9,88 A 10+0,59  
SEM ESCALA

REVISÕES			NOTAS	
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS DES.COORD
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD LV
2	18/07/2019	APROVADO (REVISÃO NA ESCAVAÇÃO DO MURO)	D	WD LV

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO

DESENHOS DE REFERÊNCIA			
NÚMERO	TÍTULO	DATA	DATA

ESCALA: INDICADA

PROPOSITO DAS EMISSÕES

(A) PRELIMINAR  
(B) PARA CONHECIMENTO  
(C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO  
(D) APROVADO  
(E) PARA COTAÇÃO  
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO  
(G) LIBERADO P/COMPRA  
( )

ANGLOGOLD ASHANTI  
PLANTA QUEIROZ.

TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 - PLANTA  
DRENAGEM SUPERFICIAL CP-01 - PERFIL E DETALHES

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-015

COORD. PROJ. DATA  
CLIENTE DATA

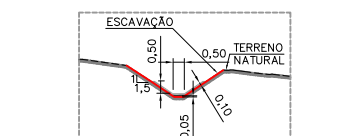
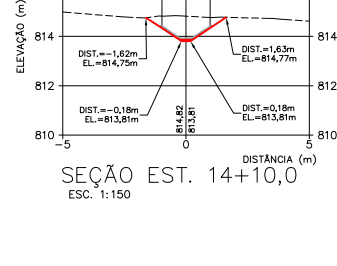
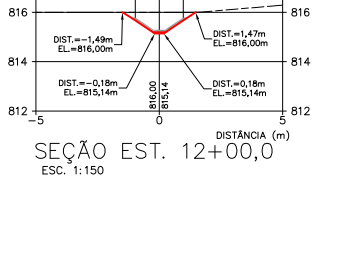
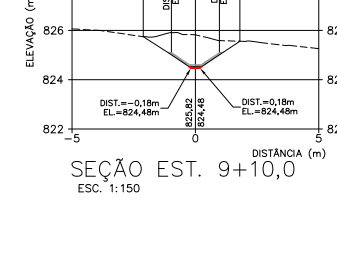
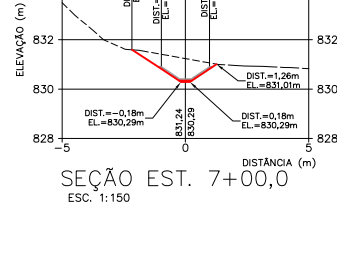
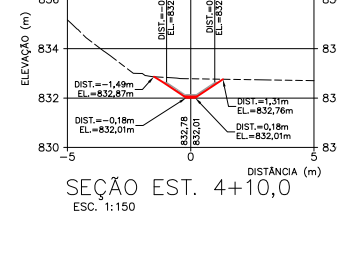
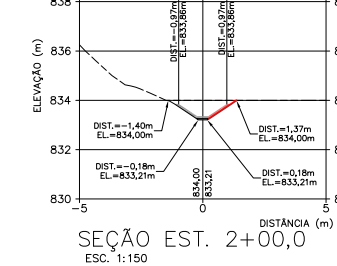
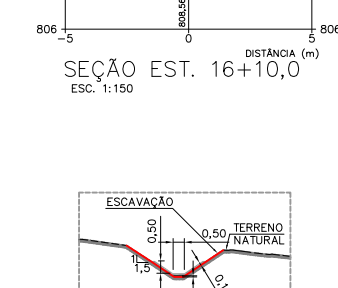
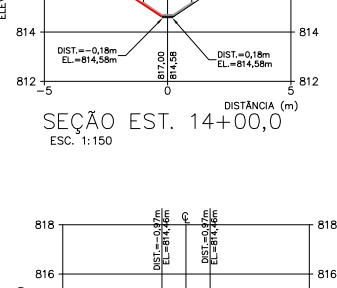
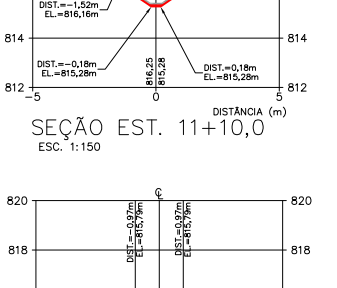
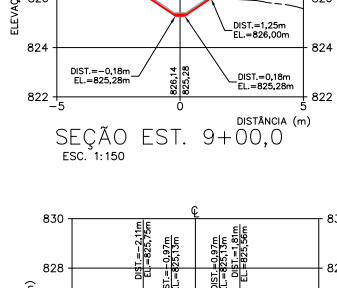
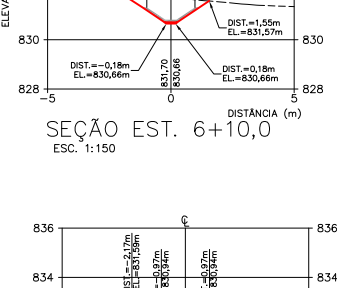
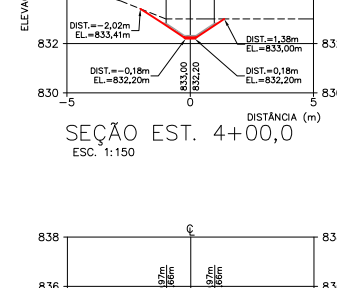
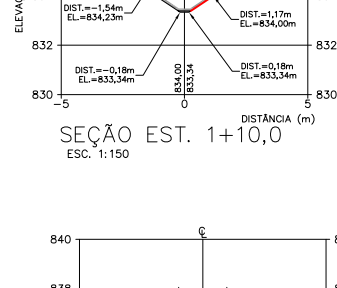
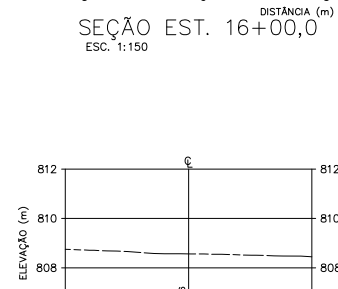
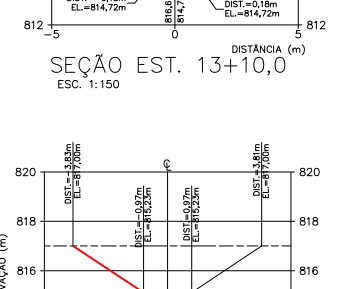
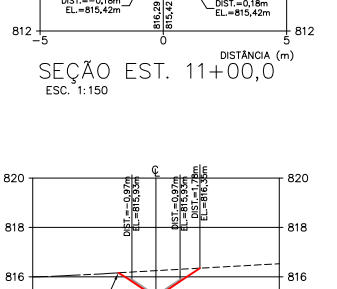
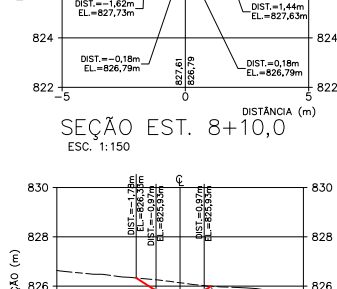
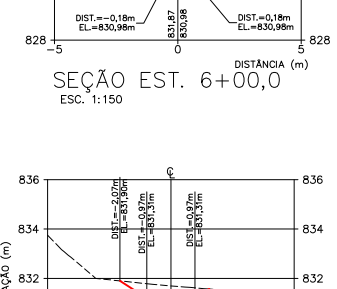
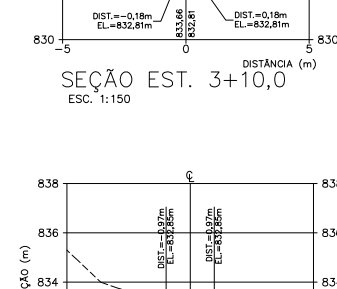
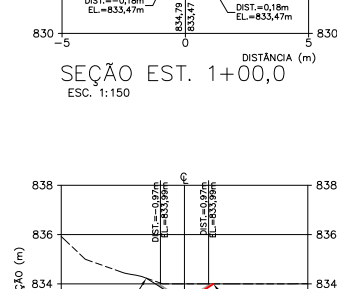
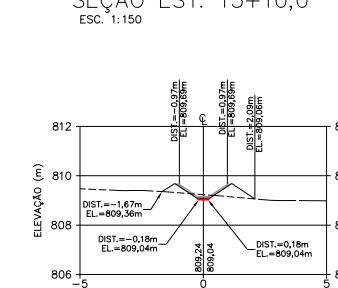
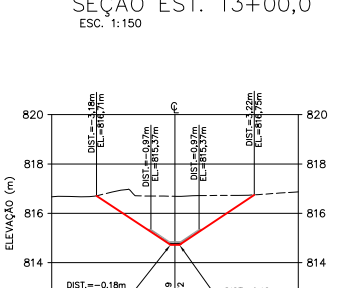
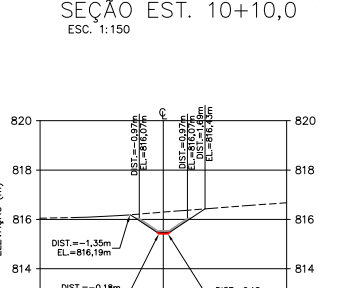
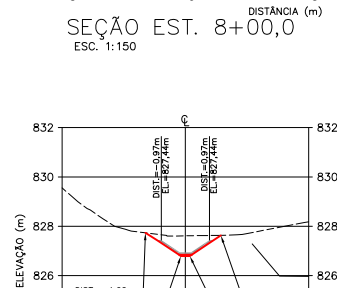
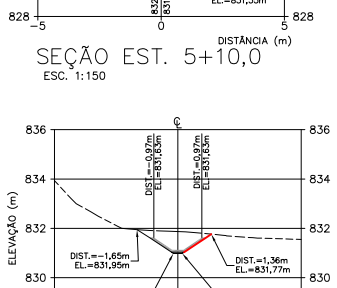
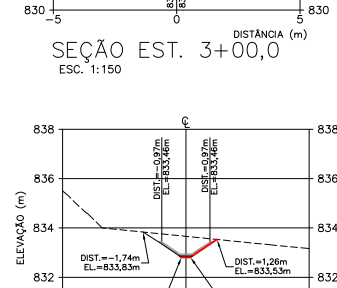
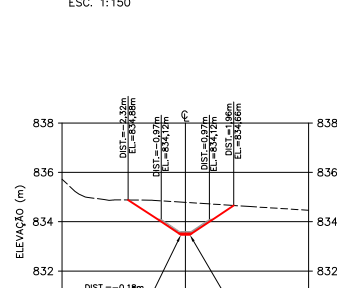
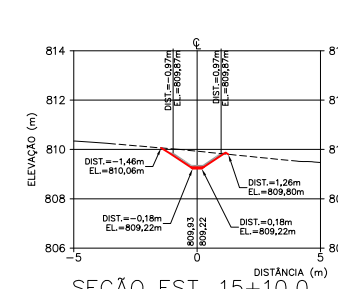
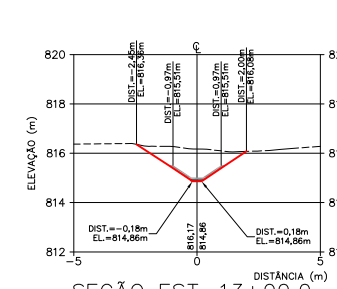
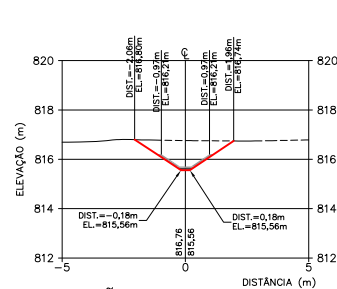
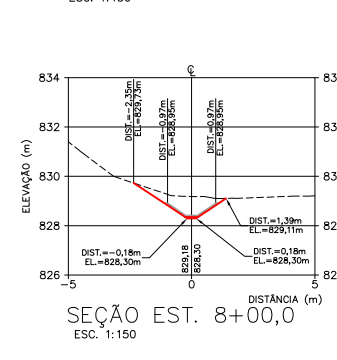
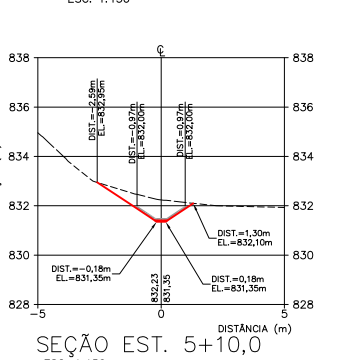
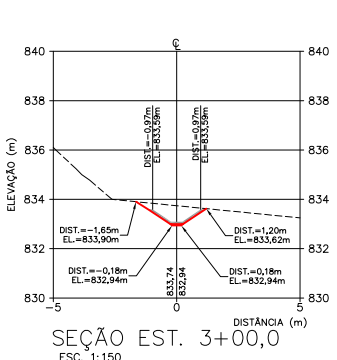
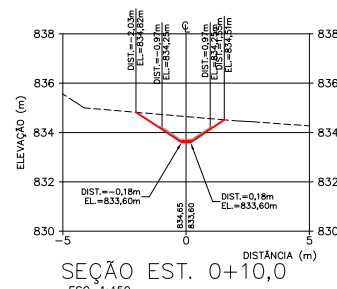
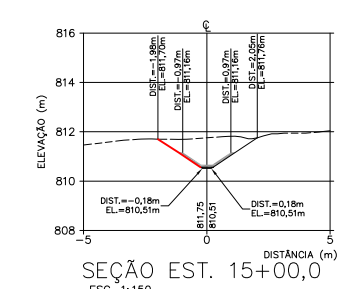
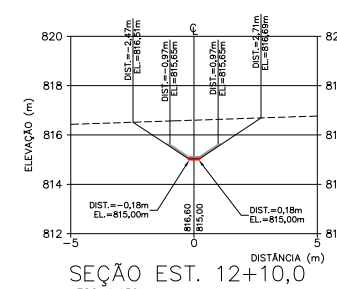
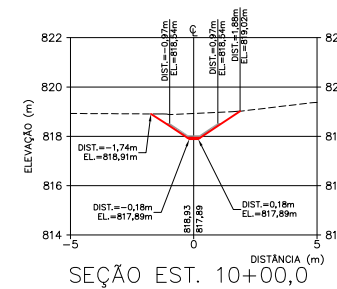
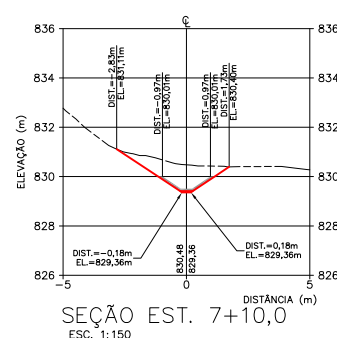
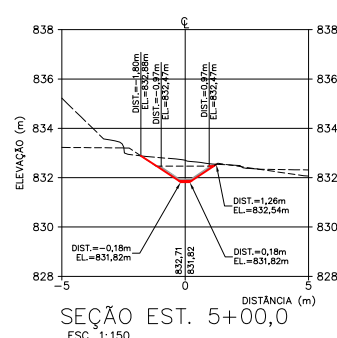
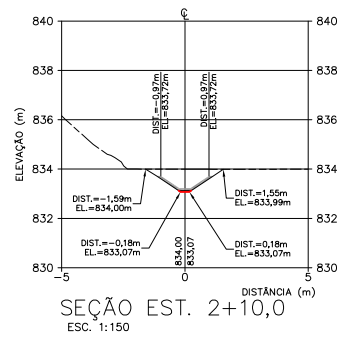
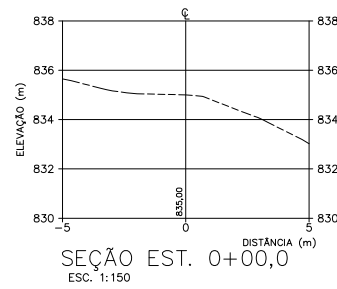
REV. 02

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS DES.COORD
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD LV
2	18/07/2019	APROVADO (REVISÃO NA ESCAVAÇÃO DO MURO)	D	WD LV

ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA

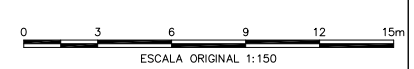






LEGENDA:

- ESCAVAÇÃO
- - - - TERRENO NATURAL
- - - - ACESSO



REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. VISTOS DES.COORD
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D WD LV

NOTAS	
ESTA CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA	

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO

ESCALA: INDICADA			
PROPÓSITO DAS EMISSÕES			
(A)	PRELIMINAR		
(B)	PARA CONHECIMENTO		
(C)	P/COMENTÁRIO/APROVAÇÃO		
(D)	APROVADO		
(E)	PARA COTAÇÃO		
(F)	LIBERADO P/CONSTRUÇÃO		
(G)	LIBERADO P/COMPRA		
( )			

RESPONSÁVEL	NOME	RÚBRICA	DATA
DESIGNO	WD		31/05/2019
VERIFICAÇÃO	LV		31/05/2019
SUPERVISOR	ES		31/05/2019
COORDENADOR	LV		31/05/2019

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda

WBH013-19-ANGL001-DES-0016

ANGLOGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.

TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ

ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 - PLANTA PERFIL DRENAGEM SUPERFICIAL - CP-01-SEÇÕES E DETALHES

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-016

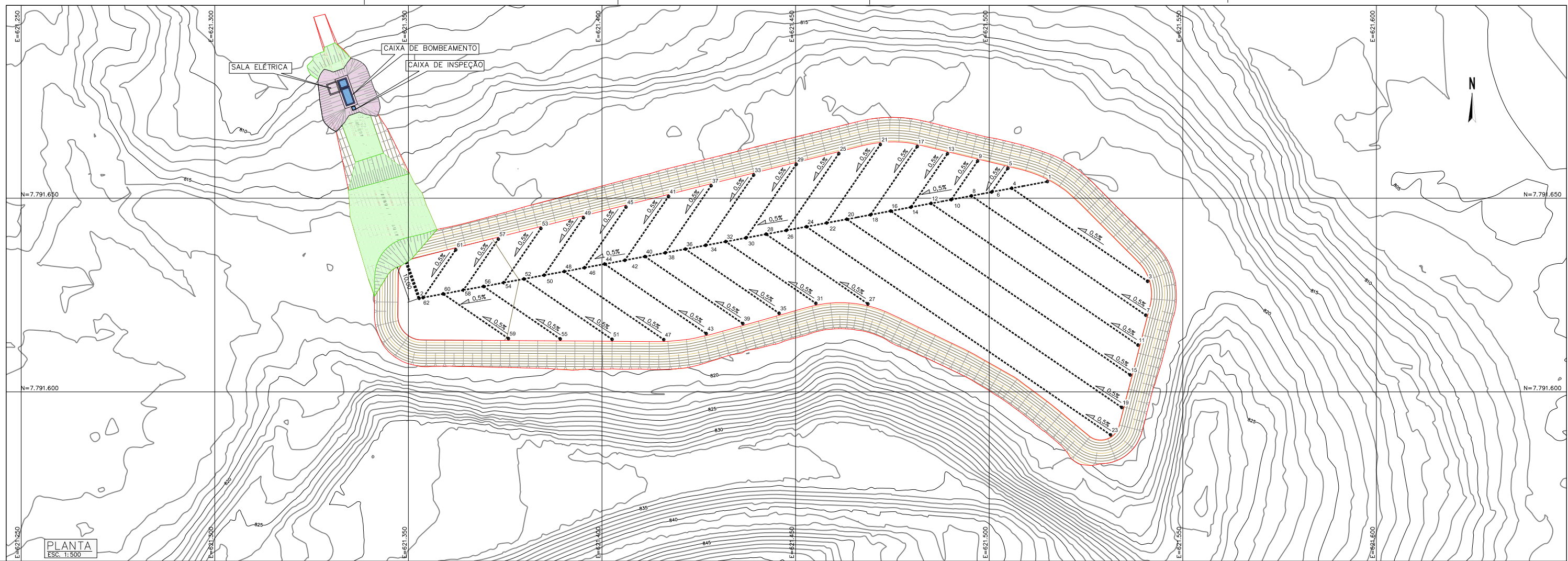
COORD. PROJ. DATA

CLIENTE DATA

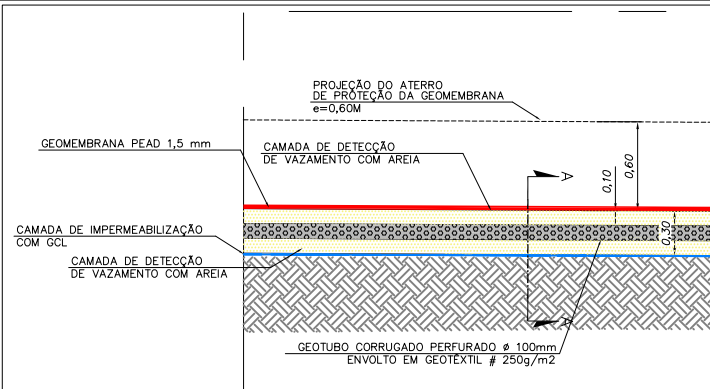
REV. 01



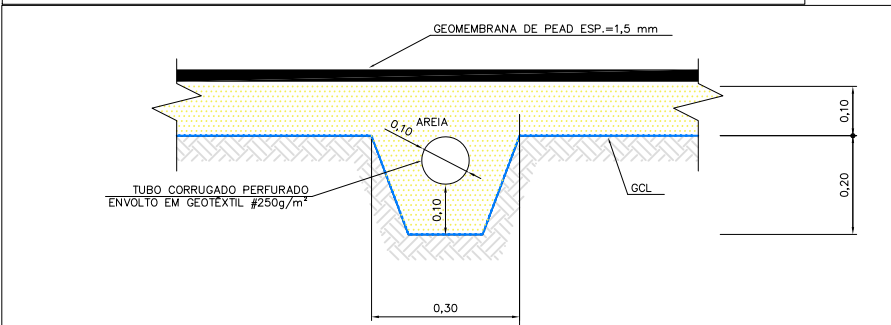




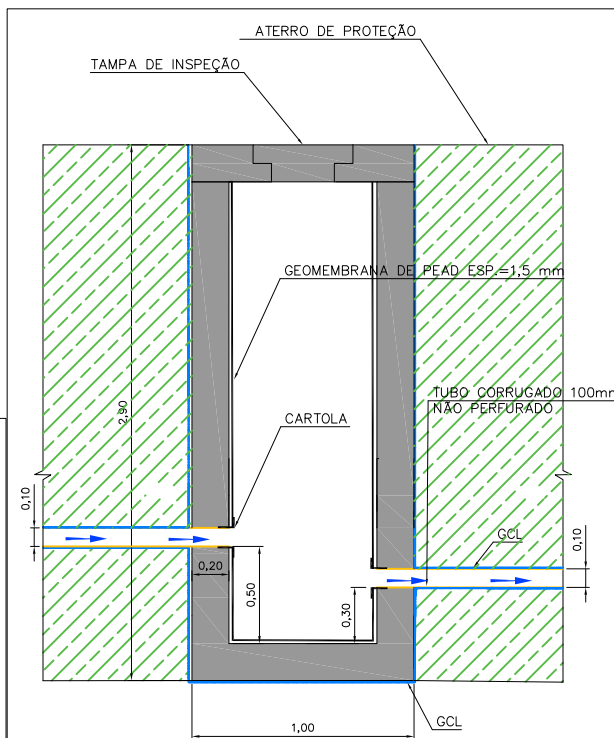
PLANTA  
ESC. 1:500



DETALHE DA TUBULAÇÃO DE DETECÇÃO  
SEM ESCALA



DETALHE DA TUBULAÇÃO DE DETECÇÃO - CORTE A-A  
SEM ESCALA



DETALHE DA CAIXA DE INSPEÇÃO  
SEM ESCALA

DRENO PRIMÁRIO 1				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P2	621.352,77	7.791.624,15	808,87	74,40
P63	621.337,32	7.791.667,61	808,64	

DRENO SECUNDÁRIO 1				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P1	621.515,02	7.791.654,30	809,63	165,03
P2				

DRENO TERCIÁRIO 1				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P3	621.540,91	7.791.628,56	809,86	42,52
P4	621.505,82	7.791.652,57	809,65	

DRENO TERCIÁRIO 2				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P5	621.504,81	7.791.657,73	809,66	7,43
P6	621.500,61	7.791.651,60	809,62	

DRENO TERCIÁRIO 3				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P7	621.540,41	7.791.619,81	809,87	54,54
P8	621.495,40	7.791.650,62	809,59	

DRENO TERCIÁRIO 4				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P9	621.497,02	7.791.659,61	809,63	12,08
P10	621.490,20	7.791.649,64	809,57	

DRENO TERCIÁRIO 5				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P11	621.538,42	7.791.612,09	809,86	67,75
P12	621.484,99	7.791.648,66	809,54	

DRENO TERCIÁRIO 6				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P13	621.489,23	7.791.661,49	809,60	16,73
P14	621.479,78	7.791.647,68	809,51	

DRENO TERCIÁRIO 7				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P15	621.536,42	7.791.604,37	809,86	74,95
P16	621.474,57	7.791.646,70	809,49	

DRENO TERCIÁRIO 8				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P17	621.481,43	7.791.663,35	809,57	21,36
P18	621.469,36	7.791.645,72	809,46	

DRENO TERCIÁRIO 9				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P19	621.534,25	7.791.595,96	809,85	86,08
P20	621.463,22	7.791.644,58	809,43	

DRENO TERCIÁRIO 10				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P21	621.471,89	7.791.663,87	809,53	24,55
P22	621.458,02	7.791.643,62	809,40	

DRENO TERCIÁRIO 11				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P23	621.531,35	7.791.588,88	809,85	95,20
P24	621.452,80	7.791.642,65	809,38	

DRENO TERCIÁRIO 12				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P25	621.461,16	7.791.661,50	809,47	24,01
P26	621.447,60	7.791.641,69	809,35	

DRENO TERCIÁRIO 13				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P27	621.468,68	7.791.622,72	809,48	31,87
P28	621.442,37	7.791.640,72	809,32	

DRENO TERCIÁRIO 14				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P29	621.450,17	7.791.658,74	809,41	23,00
P30	621.437,18	7.791.639,76	809,30	

DRENO TERCIÁRIO 15				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P31	621.455,23	7.791.622,86	809,41	28,22
P32	621.431,95	7.791.636,80	809,27	

DRENO TERCIÁRIO 16				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P33	621.439,18	7.791.655,99	809,36	22,00
P34	621.426,75	7.791.637,63	809,25	

DRENO TERCIÁRIO 17				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P35	621.445,75	7.791.620,29	809,37	29,35
P36	621.421,53	7.791.636,87	809,22	

DRENO TERCIÁRIO 18				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P37	621.428,18	7.791.653,23	809,30	20,99
P38	621.416,33	7.791.635,91	809,19	

DRENO TERCIÁRIO 19				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P39	621.436,37	7.791.617,65	809,32	30,62
P40	621.411,10	7.791.634,94	809,17	

DRENO TERCIÁRIO 20				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P41	621.417,19	7.791.650,47	809,24	19,98
P42	621.405,91	7.791.633,98	809,14	

DRENO TERCIÁRIO 21				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P43	621.426,92	7.791.615,05	809,27	31,80
P44	621.400,68	7.791.633,01	809,11	

DRENO TERCIÁRIO 22				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P45	621.406,20	7.791.647,71	809,18	19,98
P46	621.395,48	7.791.632,05	809,09	

DRENO TERCIÁRIO 23				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P47	621.415,96	7.791.613,48	809,22	31,15
P48	621.390,26	7.791.631,09	809,06	

DRENO TERCIÁRIO 24				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P49	621.395,21	7.791.644,95	809,12	17,97
P50	621.385,06	7.791.630,12	809,03	

DRENO TERCIÁRIO 25				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P51	621.402,62	7.791.613,56	809,14	27,61
P52	621.379,83	7.791.629,16	809,01	

DRENO TERCIÁRIO 26				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P53	621.384,22	7.791.642,19	809,06	19,96
P54	621.374,64	7.791.628,20	808,98	

DRENO TERCIÁRIO 27				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P55	621.389,23	7.791.613,66	809,07	20,43
P56	621.369,41	7.791.627,23	808,95	

DRENO TERCIÁRIO 28				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P57	621.373,23	7.791.639,44	809,01	15,96
P58	621.364,21	7.791.626,27	808,93	

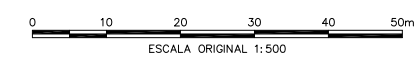
DRENO TERCIÁRIO 29				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P59	621.375,84	7.791.613,77	809,00	20,43
P60	621.358,99	7.791.625,30	808,90	

DRENO TERCIÁRIO 30				
PONTO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO	COMPR. (m)
P61	621.362,23	7.791.636,67	808,95	14,94
P62	621.353,79	7.791.624,34	808,87	

**LEGENDA:**

- CURVAS DE NÍVEL - BASE TOPOGRÁFICA
- TERRAMESH
- GABIÃO
- ESCAVAÇÃO PROJETADA (PLANTA)
- DRENO PRIMÁRIO
- DRENO SECUNDÁRIO
- DRENO TERCIÁRIO
- GEOTEXTIL



REVISÕES				
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS DES. COORD.
0	03/06/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	C	WD LV
2	28/06/2019	APROVADO	C	WD LV
3	18/07/2019	APROVADO (CORREÇÕES APÓS REUNIÃO COM AGA)	D	WD LV

NOTAS	

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO

DESENHOS DE REFERÊNCIA			
NÚMERO	TÍTULO	DATA	

DESENHOS DE REFERÊNCIA			
NÚMERO	TÍTULO	DATA	

ESCALA: INDICADA

PROPÓSITO DAS EMISSÕES

(A) PRELIMINAR  
(B) PARA CONHECIMENTO  
(C) P/COMENTÁRIO/APROVAÇÃO  
(D) APROVADO  
(E) PARA COTAÇÃO  
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO  
(G) LIBERADO P/COMPRA  
( )

**anglogold** ANGGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.

TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTOS PLANTA E DETALHES

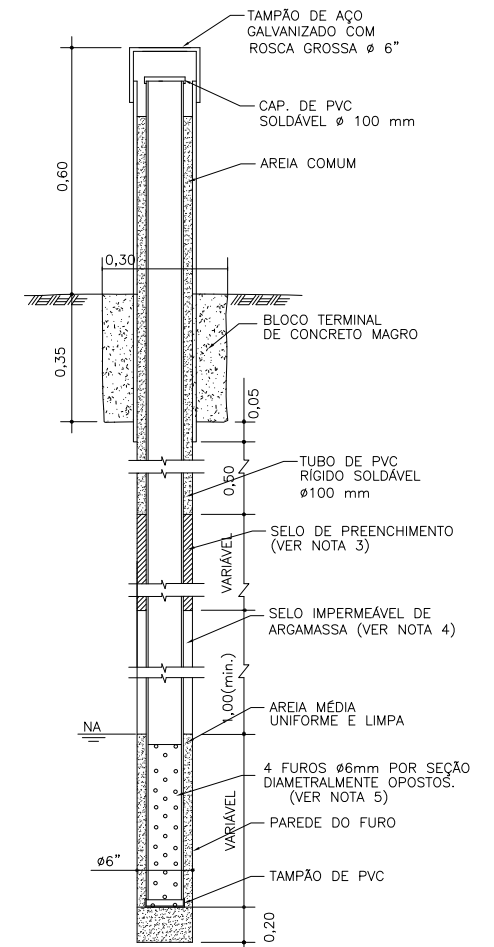
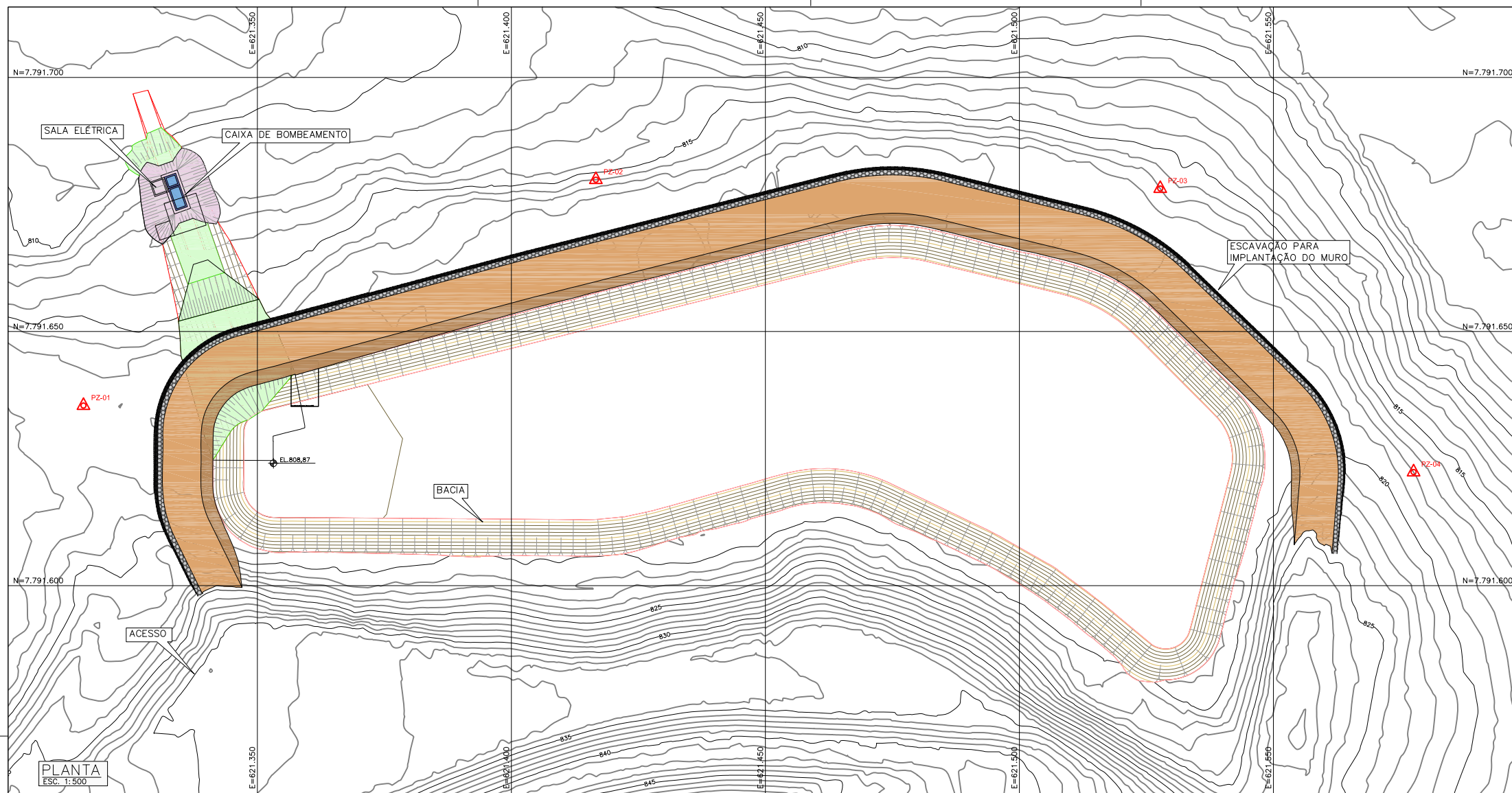
DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-017

COORD. PROJ. DATA  
CLIENTE DATA  
REV. 03

ESTA CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA.







SEÇÃO TÍPICA DE INSTALAÇÃO DO PIEZÔMETRO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL  
ESC. 1:1000

**LEGENDA:**

- CURVAS DE NÍVEL - BASE TOPOGRÁFICA
- PIEZÔMETRO

**PONTOS NOTÁVEIS**

PONTO	LESTE	NORTE
PZ-01	621.315,78	7.791.635,43
PZ-02	621.416,63	7.791.679,88
PZ-03	621.527,73	7.791.678,13
PZ-04	621.577,60	7.791.622,35



**PERFIL LONGITUDINAL**  
ESC. 1:500

REVISÕES				NOTAS		DESENHOS DE REFERÊNCIA	
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS DES. COORD.	NÚMERO	TÍTULO	
0	27/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD LV			
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD LV			

REVISÕES				NOTAS		DESENHOS DE REFERÊNCIA	
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS DES. COORD.	NÚMERO	TÍTULO	
0	27/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD LV			
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD LV			

DESENHOS DE REFERÊNCIA			
NÚMERO	TÍTULO		

Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda WBH013 -19 - ANGL001 - DES - 0018			
RESPONSÁVEL	WD	RUBRICA	DATA
DESENHO	WD		10/06/2019
VERIFICAÇÃO	LV		10/06/2019
SUPERVISOR	ES		10/06/2019
COORDENADOR	LV		10/06/2019

ESCALA:	INDICADA	COORD. PROJ. DATA
PROPOSITO DAS EMISSÕES		CLIENTE DATA
(A) PRELIMINAR		
(B) PARA CONHECIMENTO		
(C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO		
(D) APROVADO		
(E) PARA COTAÇÃO		
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO		
(G) LIBERADO P/COMPRA		
( )		

ANGLOGOLD ASHANTI  
PLANTA QUEIROZ.

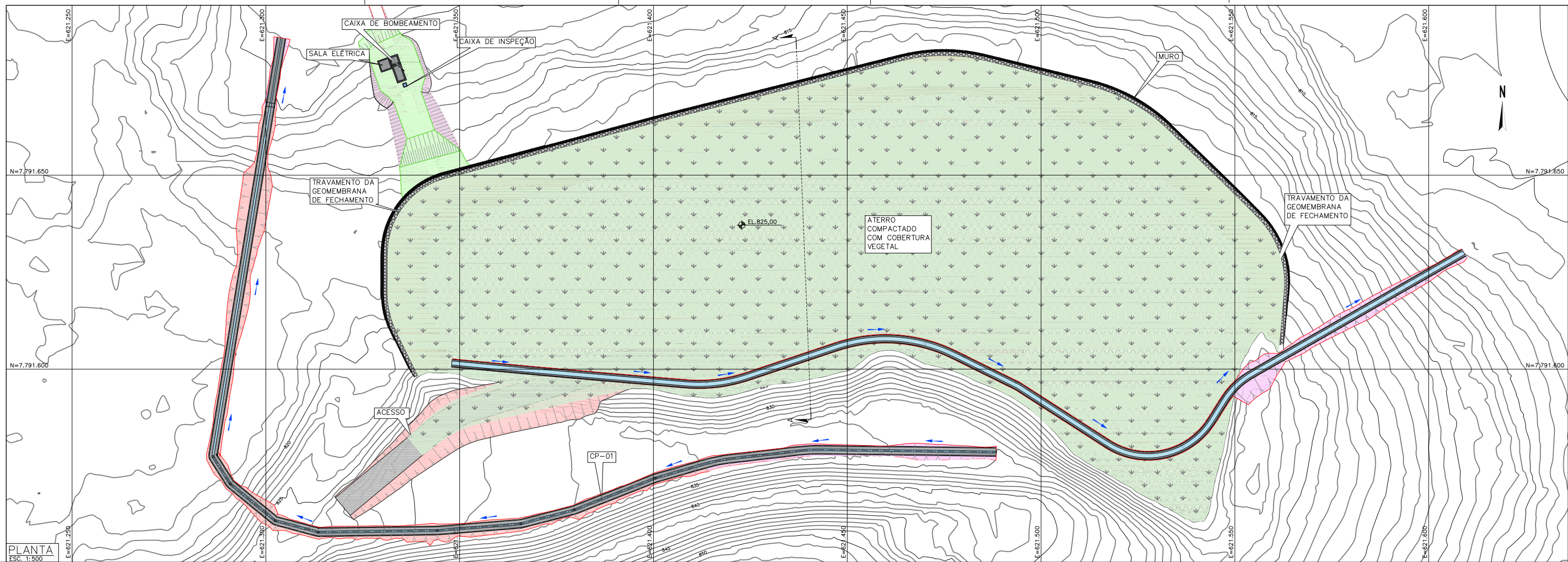
TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1- PLANO DE MONITORAMENTO  
E INSTRUMENTAÇÃO PLANTA E SEÇÃO TÍPICA

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-018 REV. 01

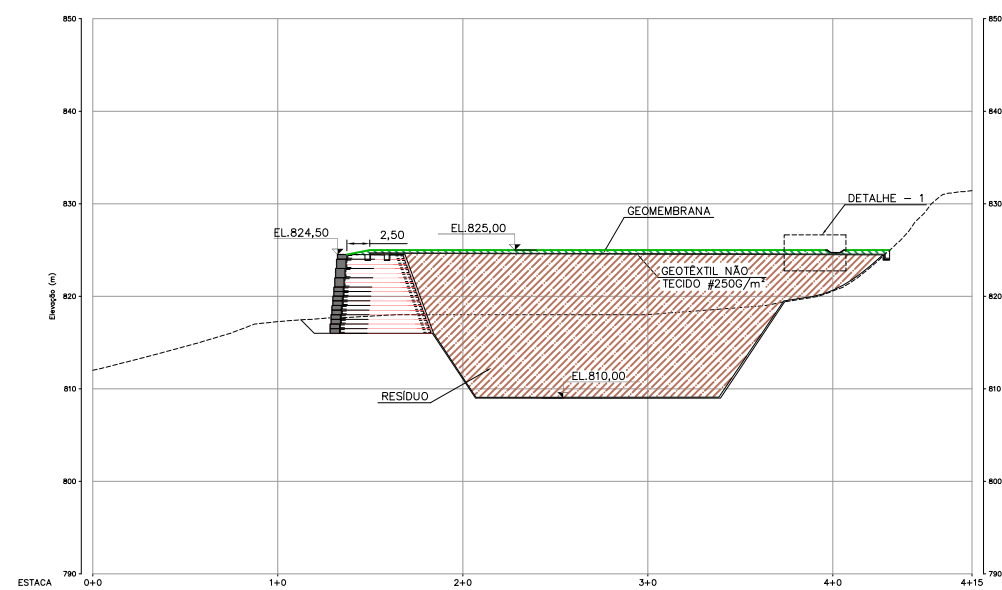
ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA.



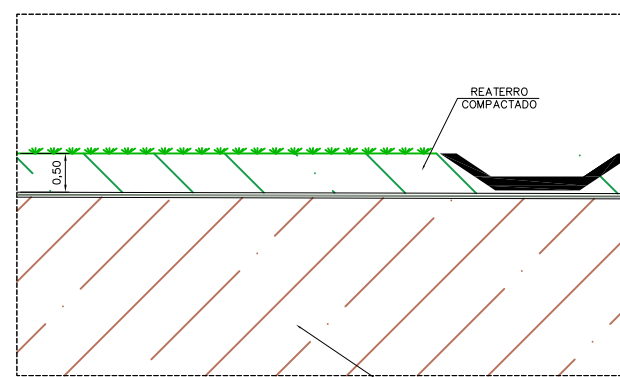




PLANTA  
ESC. 1:500



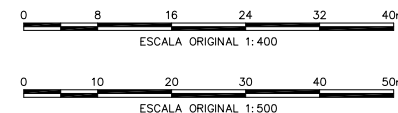
SEÇÃO A - A  
ESC. 1:400



DETALHE 1 - REATERRO  
SEM ESCALA

QUANTIDADES - MODELO		
MATERIAL / SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.
ÁREA DA GEOMEMBRANA	16.600,00	m²

LEGENDA:	
	- CURVAS DE NÍVEL - BASE TOPOGRÁFICA
	- GEOMEMBRANA



REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. DES. COORD.
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D WD LV

NOTAS	

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda			
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA

ESCALA: INDICADA

PROPOSITO DAS EMISSÕES

(A) PRELIMINAR  
(B) PARA CONHECIMENTO  
(C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO  
(D) APROVADO  
(E) PARA COTAÇÃO  
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO  
(G) LIBERADO P/COMPRA  
( )

**anglogold** ANGGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.

TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 - PLANO DE DESCOMMISSIONAM. CONCEITUAL - PLANTA, SEÇÃO E DETAL

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-020

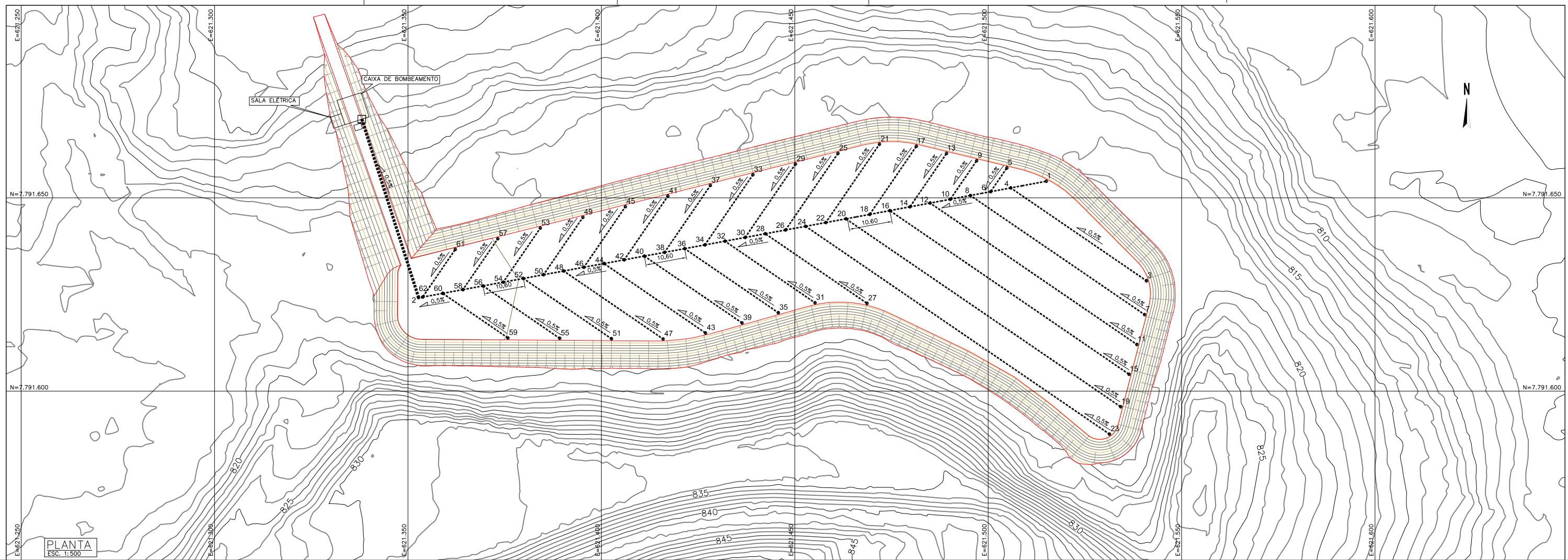
COORD. PROJ. DATA  
CLIENTE DATA

REV. 01

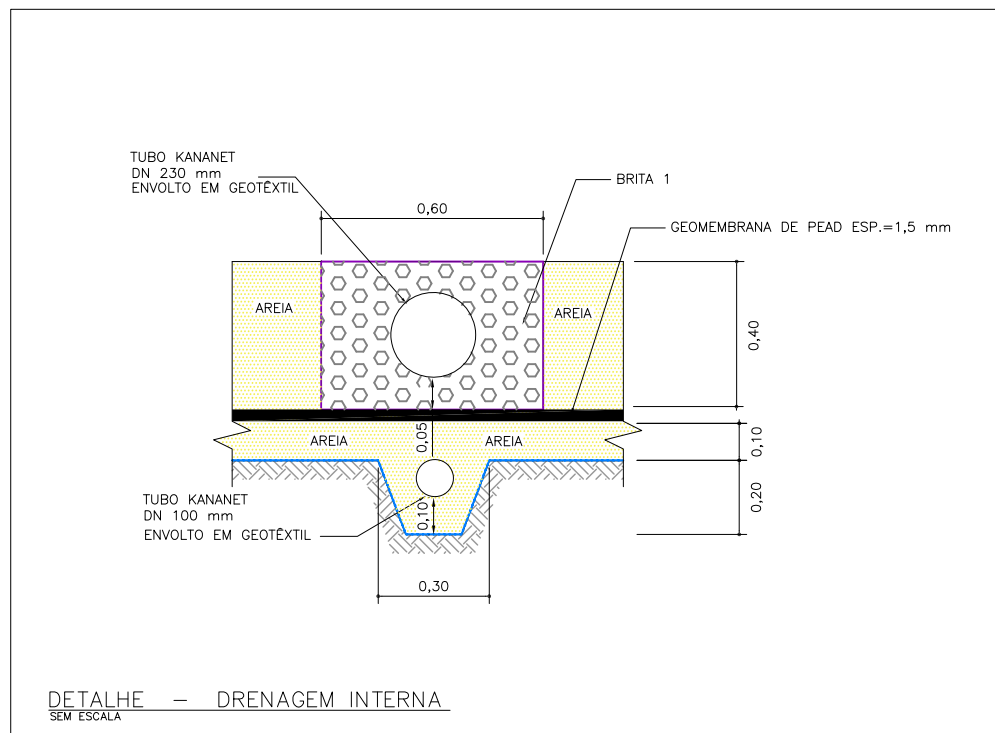
ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA







PLANTA  
ESC. 1:500



DETALHE - DRENAGEM INTERNA  
SEM ESCALA

DRENO PRIMÁRIO 1			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P2	621.352,77	7.791.624,15	48,48
P65	621.328,05	7.791.670,34	

DRENO SECUNDÁRIO 1			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P1	621.515,02	7.791.654,30	165,03
P2	621.352,77	7.791.624,15	

DRENO TERCIÁRIO 1			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P3	621.540,91	7.791.628,58	42,52
P4	621.505,82	7.791.652,57	

DRENO TERCIÁRIO 2			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P5	621.504,81	7.791.657,73	7,43
P6	621.500,61	7.791.651,60	

DRENO TERCIÁRIO 3			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P7	621.540,41	7.791.619,81	54,54
P8	621.495,40	7.791.650,63	

DRENO TERCIÁRIO 4			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P9	621.497,02	7.791.659,61	12,08
P10	621.490,20	7.791.649,64	

DRENO TERCIÁRIO 5			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P11	621.538,42	7.791.612,09	67,75
P12	621.484,99	7.791.648,66	

DRENO TERCIÁRIO 6			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P13	621.489,23	7.791.661,49	16,73
P14	621.479,78	7.791.647,68	

DRENO TERCIÁRIO 7			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P15	621.536,42	7.791.604,37	74,95
P16	621.474,57	7.791.646,70	

DRENO TERCIÁRIO 8			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P17	621.481,43	7.791.663,35	21,36
P18	621.469,36	7.791.645,72	

DRENO TERCIÁRIO 9			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P19	621.534,25	7.791.595,98	86,08
P20	621.463,22	7.791.644,58	

DRENO TERCIÁRIO 10			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P21	621.471,89	7.791.663,87	24,55
P22	621.458,02	7.791.643,62	

DRENO TERCIÁRIO 11			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P23	621.531,35	7.791.588,88	95,20
P24	621.452,80	7.791.642,65	

DRENO TERCIÁRIO 12			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P25	621.461,16	7.791.661,50	24,01
P26	621.447,60	7.791.641,69	

DRENO TERCIÁRIO 13			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P27	621.468,68	7.791.622,72	31,87
P28	621.442,37	7.791.640,72	

DRENO TERCIÁRIO 14			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P29	621.450,17	7.791.658,74	23,00
P30	621.437,18	7.791.639,78	

DRENO TERCIÁRIO 15			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P31	621.455,23	7.791.622,86	28,22
P32	621.431,95	7.791.638,80	

DRENO TERCIÁRIO 16			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P33	621.439,18	7.791.655,99	22,00
P34	621.426,75	7.791.637,83	

DRENO TERCIÁRIO 17			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P35	621.445,75	7.791.620,29	29,35
P36	621.421,53	7.791.636,87	

DRENO TERCIÁRIO 18			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P37	621.428,18	7.791.653,23	20,99
P38	621.416,33	7.791.635,91	

DRENO TERCIÁRIO 19			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P39	621.436,37	7.791.611,63	30,62
P40	621.411,10	7.791.634,94	

DRENO TERCIÁRIO 20			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P41	621.417,19	7.791.650,47	19,98
P42	621.405,91	7.791.633,98	

DRENO TERCIÁRIO 21			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P43	621.426,92	7.791.615,05	31,80
P44	621.400,68	7.791.633,01	

DRENO TERCIÁRIO 22			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P45	621.406,20	7.791.647,71	19,98
P46	621.395,48	7.791.632,05	

DRENO TERCIÁRIO 23			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P47	621.415,96	7.791.613,48	31,15
P48	621.390,26	7.791.631,08	

DRENO TERCIÁRIO 24			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P49	621.395,21	7.791.644,95	17,97
P50	621.385,06	7.791.630,12	

DRENO TERCIÁRIO 25			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P51	621.402,62	7.791.613,56	27,61
P52	621.379,83	7.791.629,16	

DRENO TERCIÁRIO 26			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P53	621.384,22	7.791.642,19	19,96
P54	621.374,64	7.791.628,20	

DRENO TERCIÁRIO 27			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P55	621.389,23	7.791.613,66	24,02
P56	621.369,41	7.791.627,23	

DRENO TERCIÁRIO 28			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P57	621.373,23	7.791.639,44	15,96
P58	621.364,21	7.791.626,27	

DRENO TERCIÁRIO 29			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P59	621.375,84	7.791.613,77	20,43
P60	621.358,99	7.791.625,30	

DRENO TERCIÁRIO 30			
PONTO	ESTE	NORTE	COMPR. (m)
P61	621.362,23	7.791.636,67	14,94
P62	621.353,79	7.791.624,34	

**LEGENDA:**

- CURVAS DE NÍVEL - BASE TOPOGRÁFICA
- TERRAMESH
- GABIÃO
- ESCAVAÇÃO PROJETADA (PLANTA)
- DRENO PRIMÁRIO
- DRENO SECUNDÁRIO
- DRENO TERCIÁRIO



REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. VISTOS DES. COORD.
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D WD LV

NOTAS	

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO

ESCALA: INDICADA			
PROPOSIÇÃO DAS EMISSÕES	RESPONSÁVEL	NOME	RÓBRICA DATA
(A) PRELIMINAR	WD		31/05/2019
(B) PARA CONHECIMENTO	LV		31/05/2019
(C) P/COMENTÁRIO/APROVAÇÃO	ES		31/05/2019
(D) APROVADO			
(E) PARA COTAÇÃO			
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO			
(G) LIBERADO P/COMPR			
( )			

**ANGLOGOLD ASHANTI**  
PLANTA QUEIROZ.

TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
SISTEMA DE REMOÇÃO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS NO  
ATERRO - PLANTA E DETALHE

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-021

COORD. PROJ. DATA  
CLIENTE DATA

REV. 01

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS	DES.	COORD.
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD	LV	
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD	LV	

ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA.



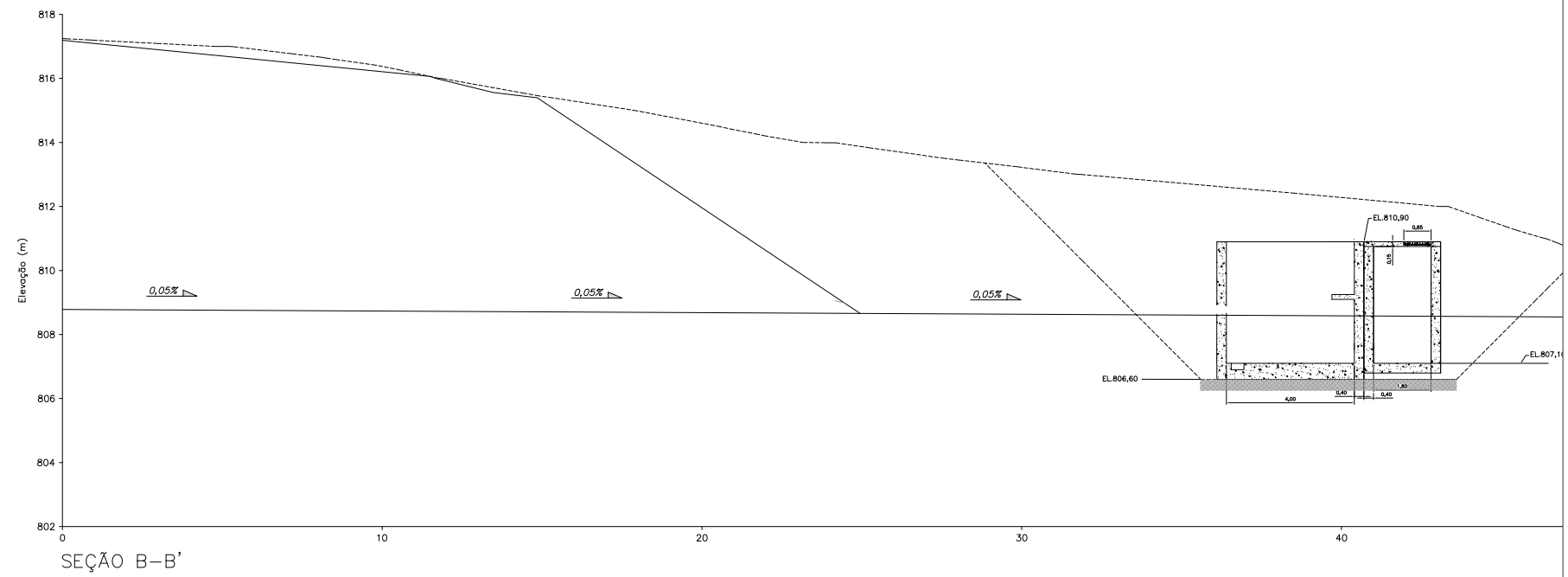
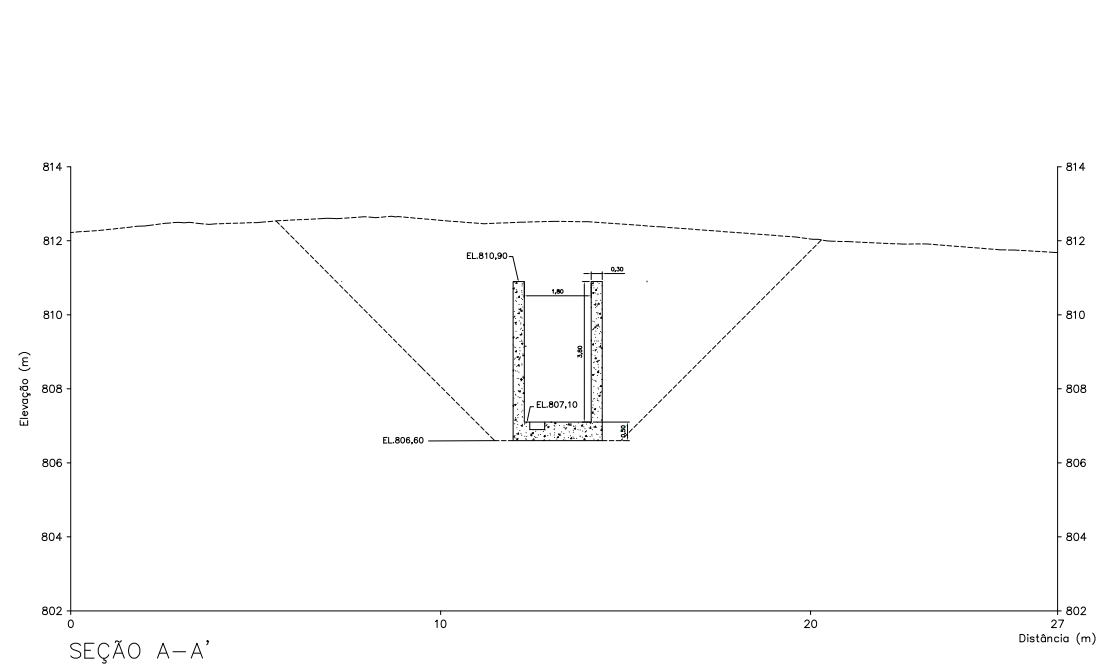


**LEGENDA:**

- CURVAS DE NIVEL - BASE TOPOGRÁFICA
- TERRAMESH
- GABIAO
- ESCAVAÇÃO PROJETADA (PLANTA)
- DRENO PRIMÁRIO
- DRENO SECUNDÁRIO
- DRENO TERCIÁRIO



PLANTA  
ESC. 1:500



REVISÕES				NOTAS			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS			
				DES.	COORD.		
				C	WD	LV	
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL					
1	21/06/2019	APROVADO					

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO

Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda WBH013 -19 - ANGL001 - DES - 0021			
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESENHO	WD		31/05/2019
VERIFICAÇÃO	LV		31/05/2019
SUPERVISOR	ES		31/05/2019
COORDENADOR	LV		31/05/2019

ESCALA:	INDICADA
PROPOSITO DAS EMISSÕES	( )
(A) PRELIMINAR	
(B) PARA CONHECIMENTO	
(C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO	
(D) APROVADO	
(E) PARA COTAÇÃO	
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO	
(G) LIBERADO P/COMPRA	

ANGGOLD ASHANTI  
PLANTA QUEIROZ.

TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
SISTEMA DE REMOÇÃO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS  
ESCAVAÇÃO - PLANTA E SEÇÕES

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-022

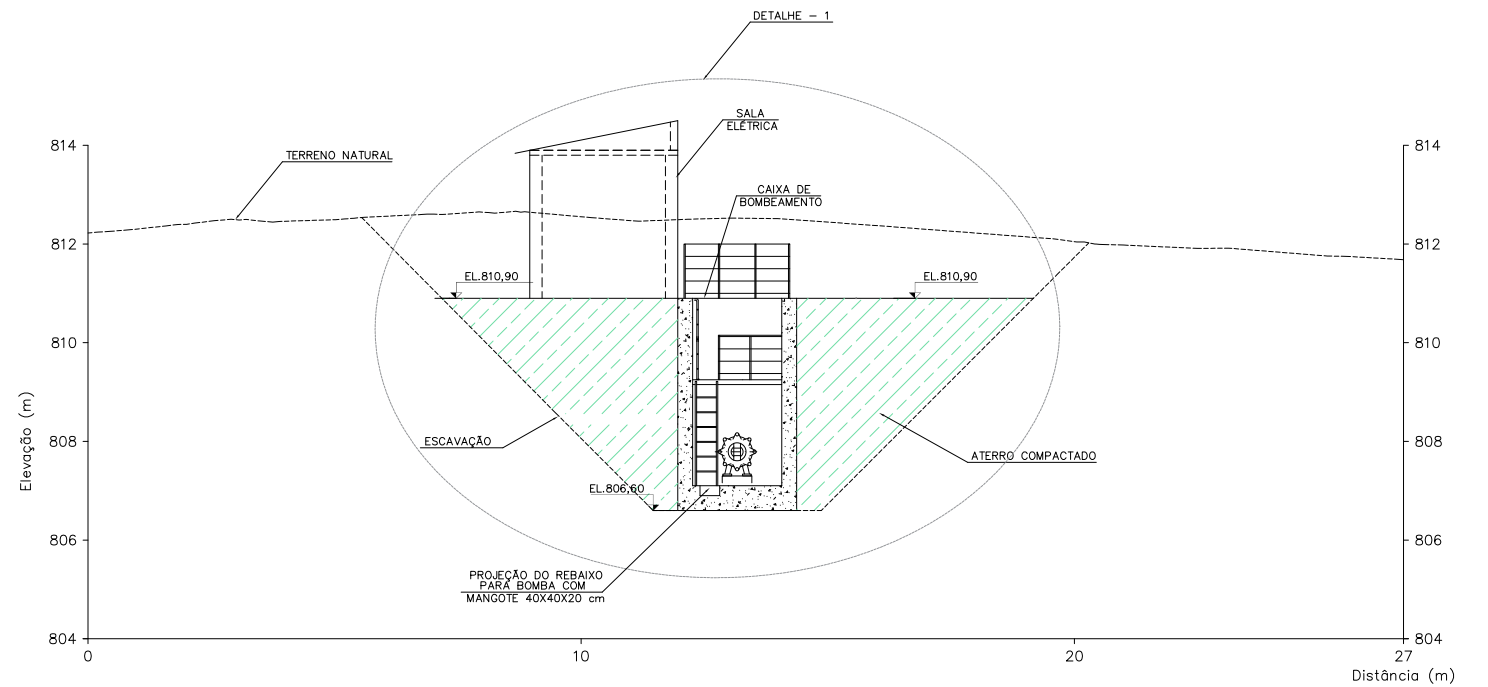
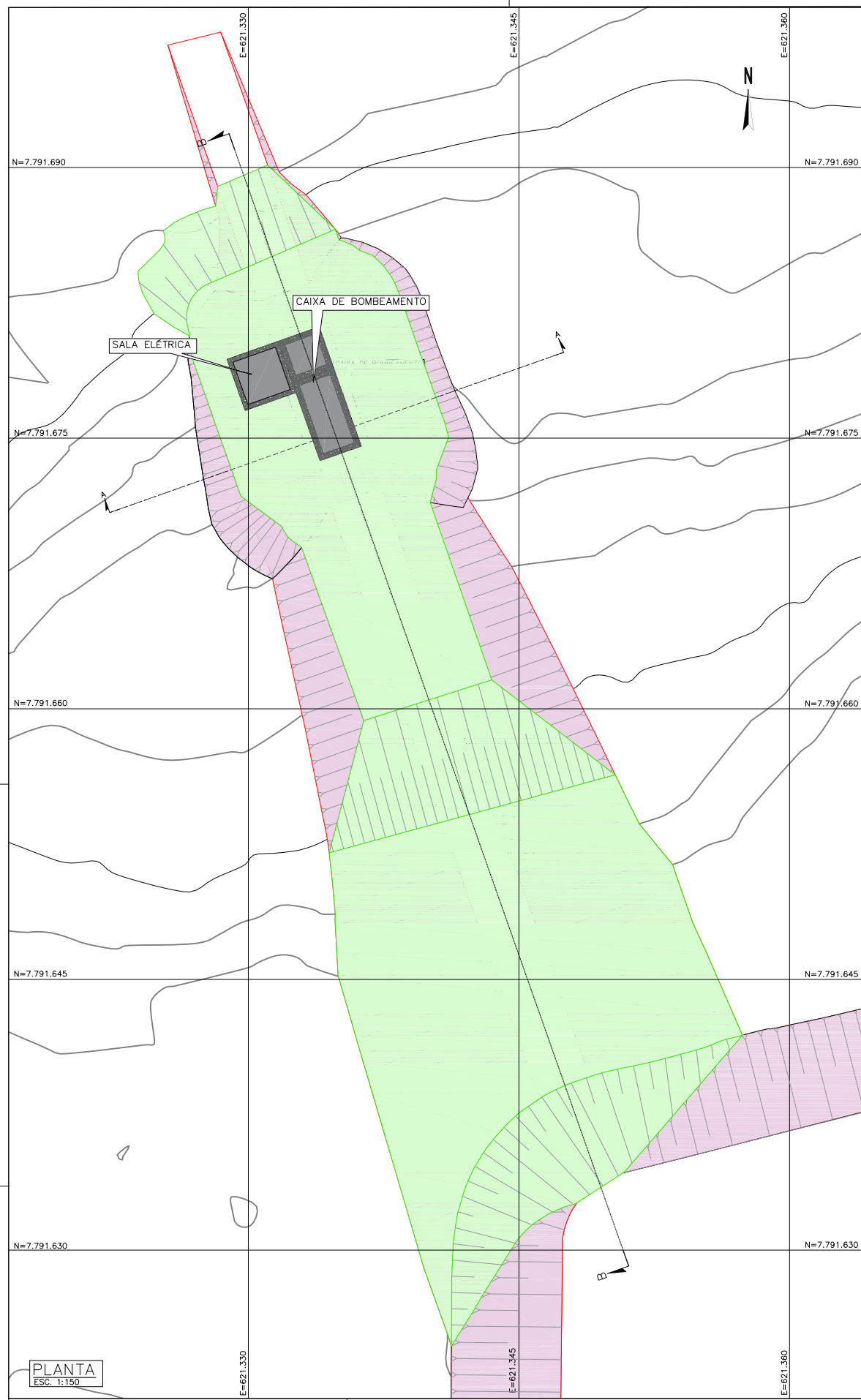
COORD. PROJ.	DATA
CLIENTE	DATA

REV. 01

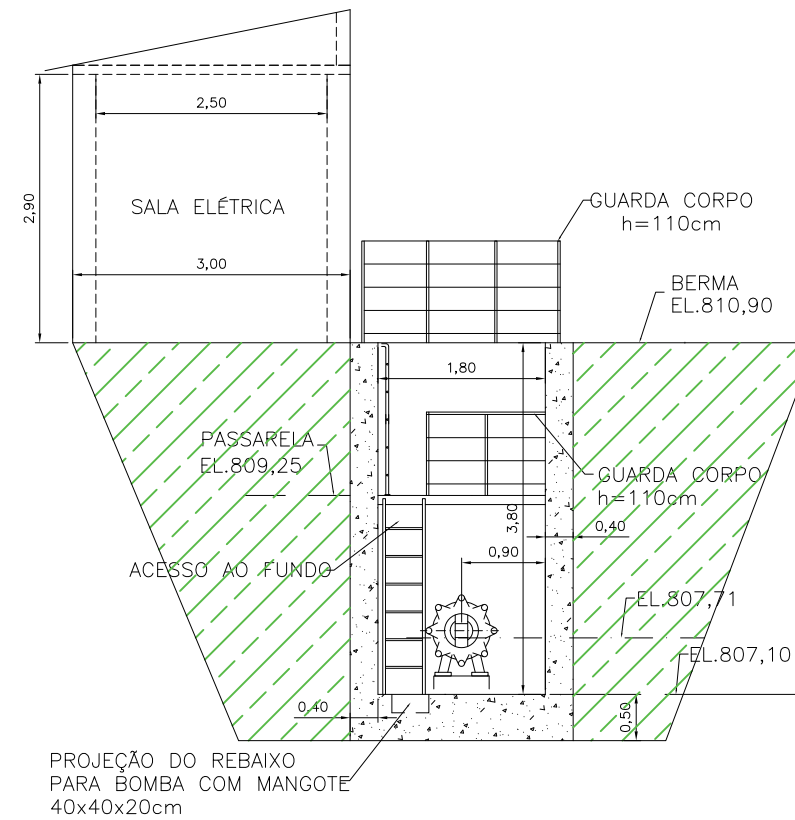
ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA





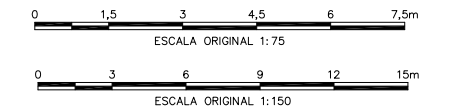


SEÇÃO A - A  
ESC. 1:75



DETALHE - 1 / VER NOTA - 1  
ESC. 1:50

LEGENDA:	
	- CURVAS DE NIVEL - BASE TOPOGRÁFICA
	- ATERRO PROJETADO (SEÇÃO)
	- ESCAVAÇÃO PROJETADA (PLANTA)



PLANTA  
ESC. 1:150

REVISÕES

Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS
			C	WD LV
0	05/06/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD LV
2	18/07/2019	APROVADO (INCLUSÃO DE DES. DE REFERÊNCIA)	D	WD LV

NOTAS

1: OS PROJETOS DA SALA ELÉTRICA E BOMBEAMENTO FORAM DESENVOLVIDOS PELA DAM ENGENHARIA EM CONTRATO COM A AGA. PARA DETALHES VER DESENHO DE REFERÊNCIA.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

NÚMERO	TÍTULO
AA-104-DM-0547-202-DS-018	SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE PERCOLADOS PLANTA, SEÇÕES E DETALHES.

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda

RESPONSÁVEL	NOME	RÚBRICA	DATA
DESENHO	WD		18/07/2019
VERIFICAÇÃO	LV		18/07/2019
SUPERVISOR	ES		18/07/2019
COORDENADOR	LV		18/07/2019

ESCALA: INDICADA

PROPÓSITO DAS EMISSÕES
(A) PRELIMINAR
(B) PARA CONHECIMENTO
(C) P/COMENTÁRIO/APROVAÇÃO
(D) APROVADO
(E) PARA COTAÇÃO
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO
(G) LIBERADO P/COMPRA
( )

ANGLOGOLD ASHANTI  
PLANTA QUEIROZ.

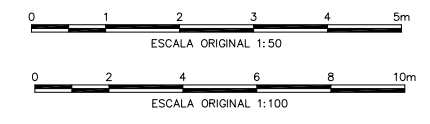
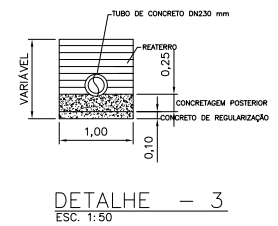
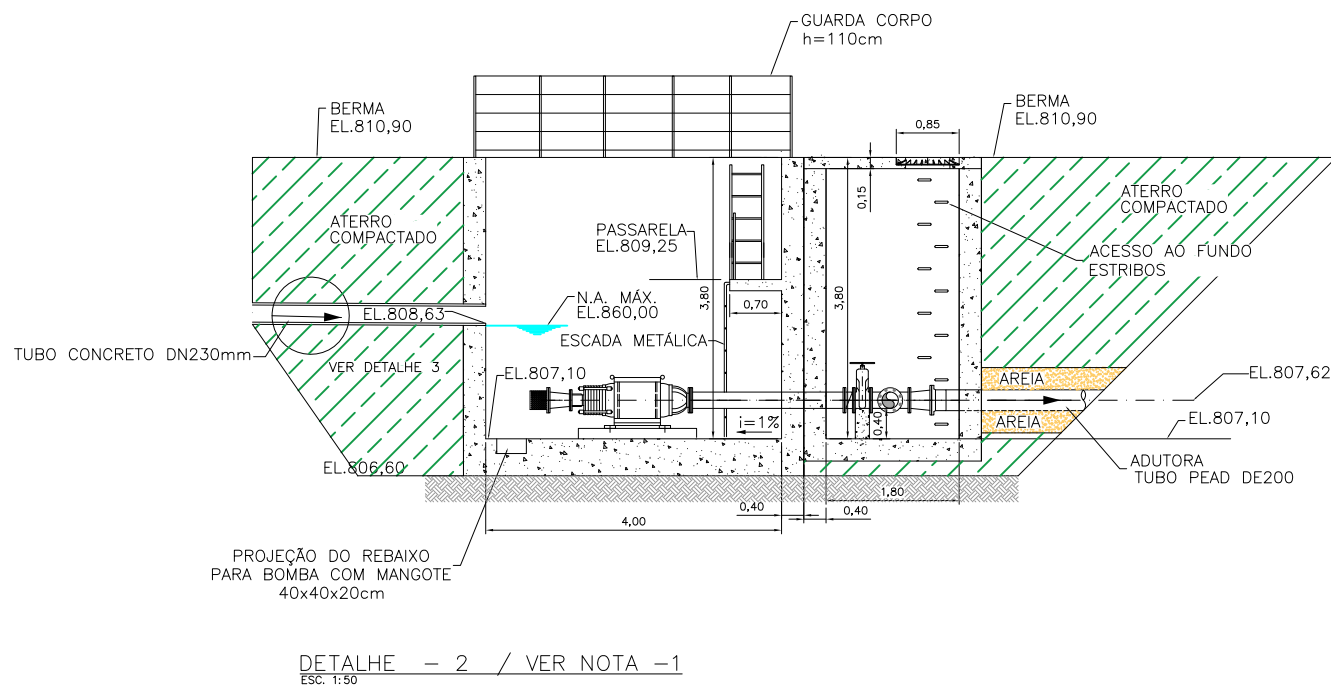
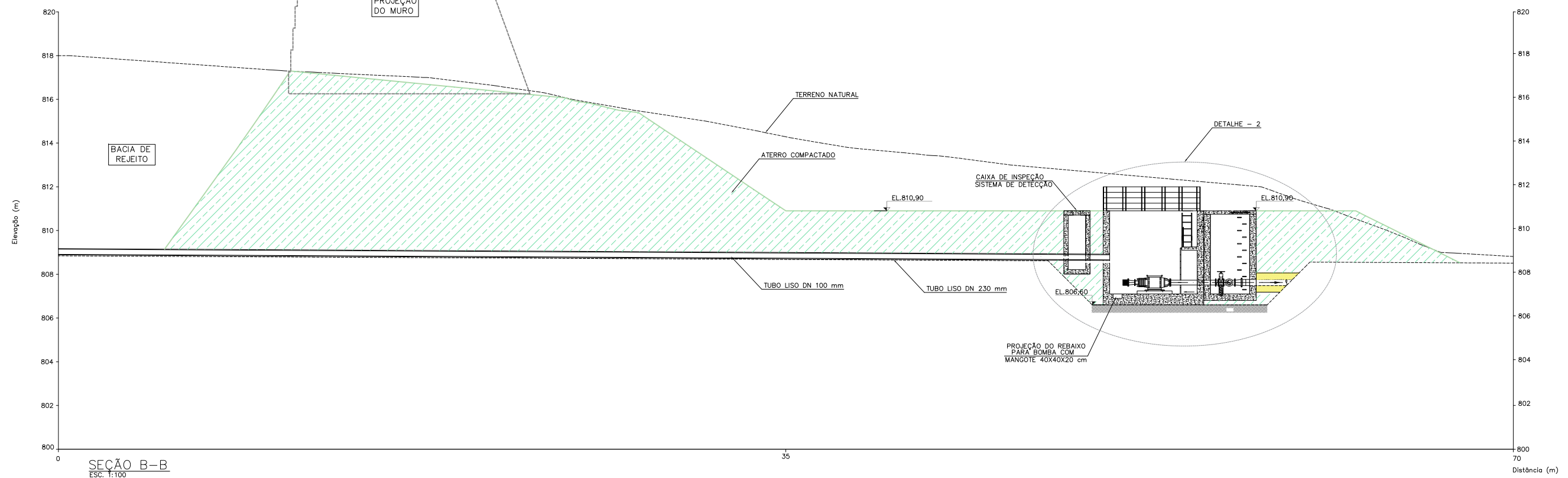
TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
SISTEMA DE REMOÇÃO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS - ESCAVAÇÃO  
ATERRO- PLANTA, SEÇÃO E DETALHE

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-023

COORD. PROJ. DATA  
CLIENTE DATA

REV. 02





REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. VISTOS DES. COORD.
0	05/06/2019	EMISSÃO INICIAL	C WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D WD LV
2	18/07/2019	APROVADO (REVISÃO APÓS REUNIÃO COM AGA.)	D WD LV

NOTAS

1: OS PROJETOS DA SALA ELÉTRICA E BOMBAMENTO FORAM DESENVOLVIDOS PELA DAM ENGENHARIA EM CONTRATO COM A AGA. PARA DETALHES VER DESENHO DE REFERÊNCIA.

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO
AA-104-DM-0547-202-DS-018	SISTEMA DE BOMBAMENTO DE PERCOLADOS PLANTA, SEÇÕES E DETALHES.

WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda			
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESIGNO	WD		18/07/2019
VERIFICAÇÃO	LV		18/07/2019
SUPERVISOR	ES		18/07/2019
COORDENADOR	LV		18/07/2019

ANGLOGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.

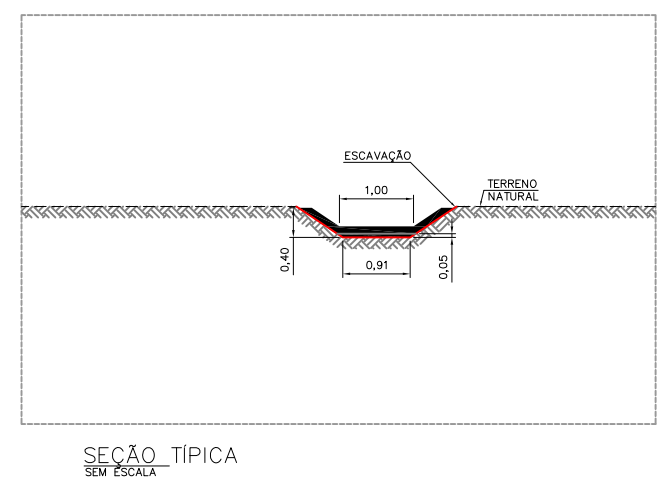
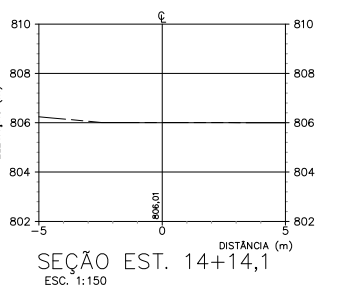
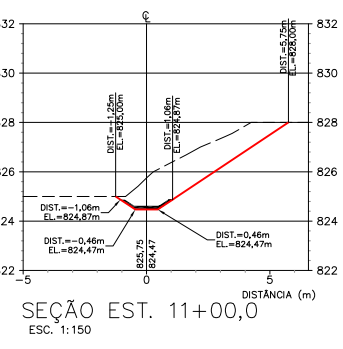
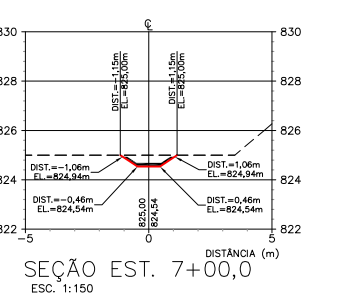
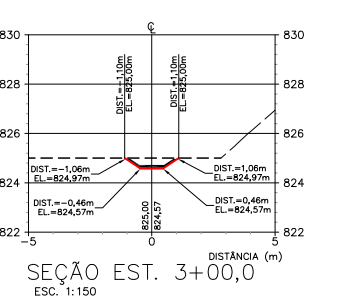
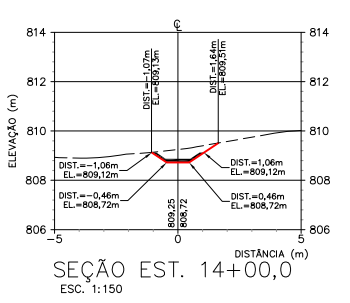
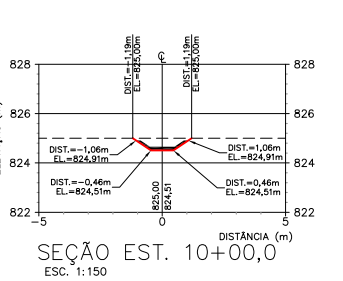
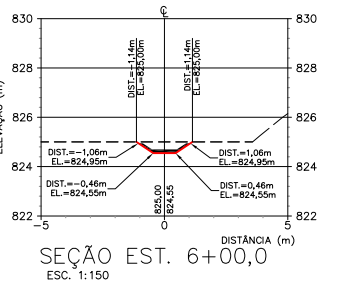
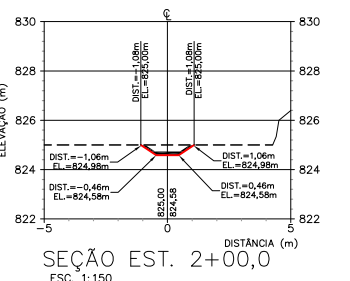
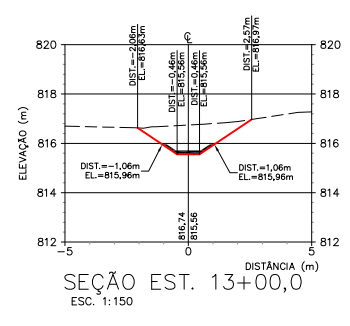
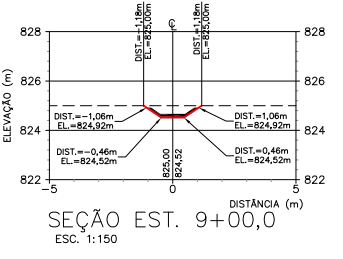
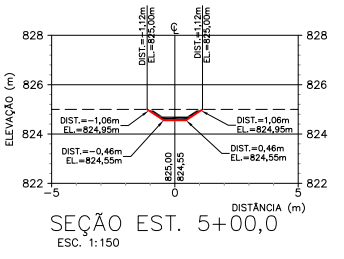
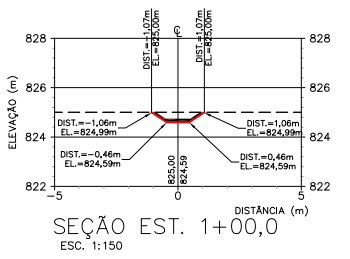
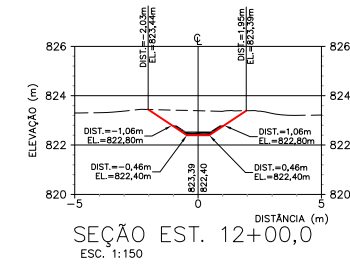
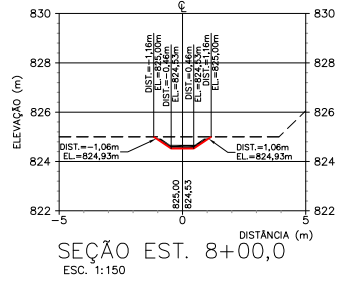
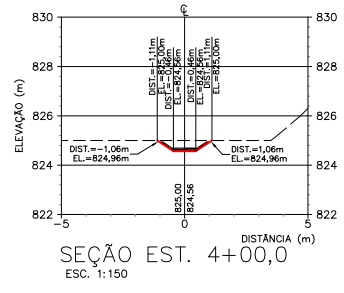
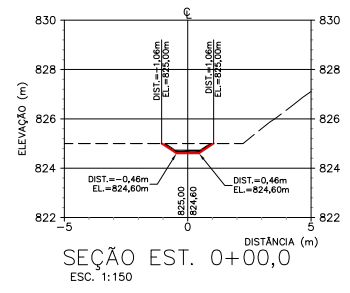
TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ SISTEMA DE REMOÇÃO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS ESCAVAÇÃO ATERRO E DETALHES DA CAIXA DE BOMBAMENTO

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-024

REV. 02

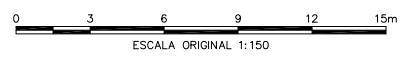






**LEGENDA:**

- ESCAVAÇÃO
- - - - - TERRENO NATURAL



REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS. VISTOS DES. COORD.
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C WD LV
1	21/06/2019	APROVADO	D WD LV

NOTAS	
ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA	

DESENHOS DE REFERÊNCIA			
NÚMERO	TÍTULO		

ESCALA: INDICADA

PROPÓSITO DAS EMISSÕES

- (A) PRELIMINAR
- (B) PARA CONHECIMENTO
- (C) P/COMENTÁRIO/APROVAÇÃO
- (D) APROVADO
- (E) PARA COTAÇÃO
- (F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO
- (G) LIBERADO P/COMPRA
- ( )

**WALM** Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda

WBH013-19 - ANGL001 - DES - 0025

RESPONSÁVEL	NOME	RÚBRICA	DATA
DESENHO	WD		31/05/2019
VERIFICAÇÃO	LV		31/05/2019
SUPERVISOR	ES		31/05/2019
COORDENADOR	LV		31/05/2019

ANGLOGOLD ASHANTI PLANTA QUEIROZ.

TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 - PLANTA PERFIL CP-02 - SEÇÕES E DETALHES

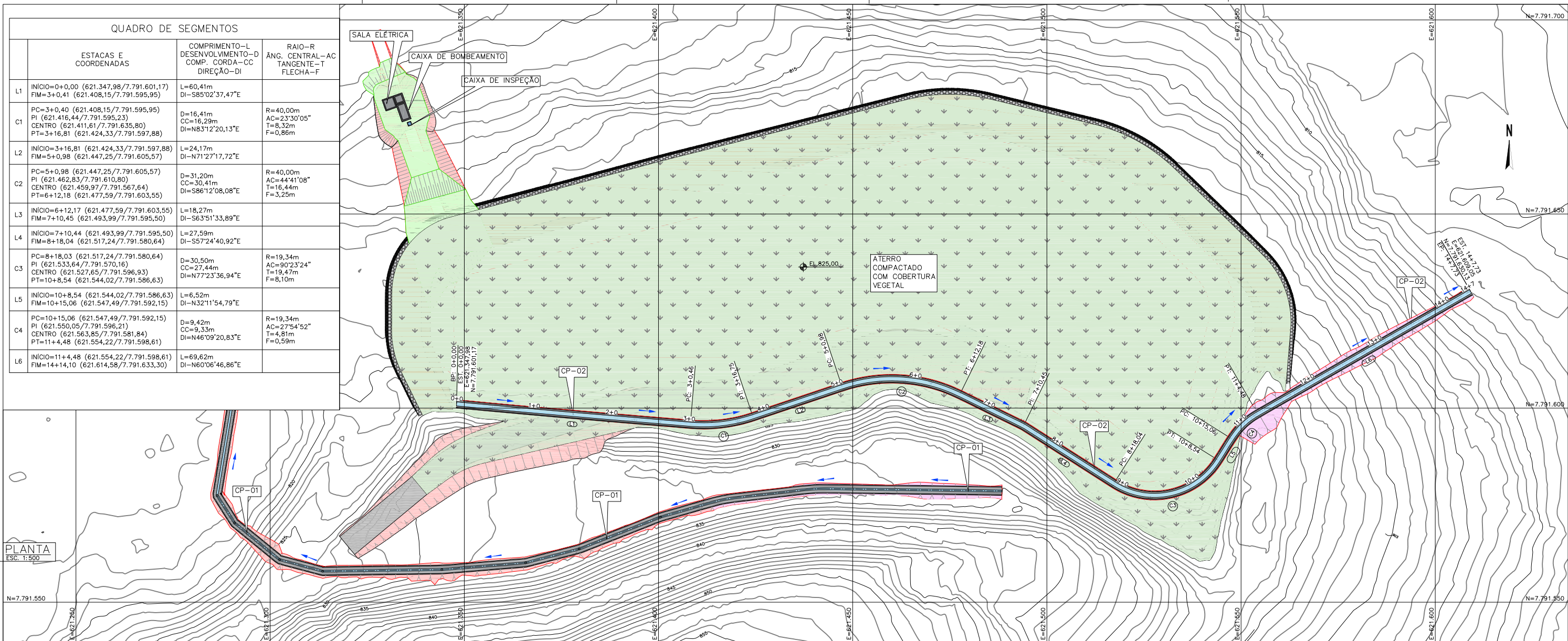
DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-025

COORD. PROJ. DATA

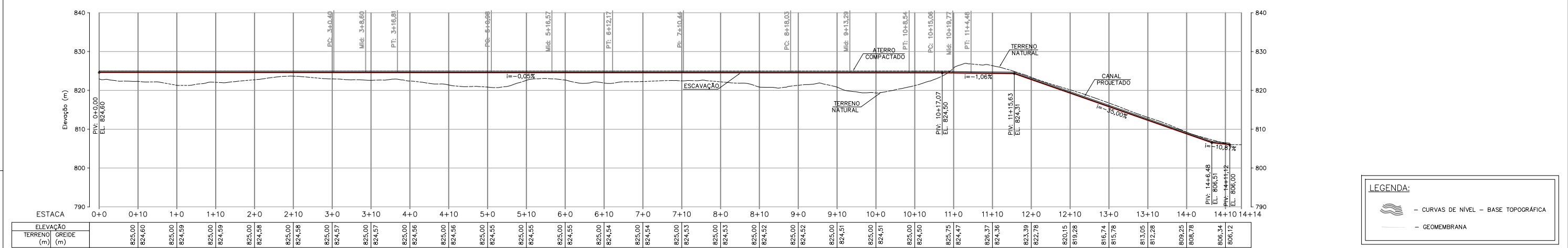
CLIENTE DATA

REV. 01





PLANTA  
ESC. 1:500



DETALHE 1 - TRAVAMENTO DA GEOMEMBRANA  
SEM ESCALA

REVISÕES		NOTAS		DESENHOS DE REFERÊNCIA	
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS	DES.COORD.
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD	LV
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD	LV

NOTAS		DESENHOS DE REFERÊNCIA	
NÚMERO	TÍTULO	NÚMERO	TÍTULO

DESENHOS DE REFERÊNCIA			
NÚMERO	TÍTULO	NÚMERO	TÍTULO

DESENHOS DE REFERÊNCIA			
NÚMERO	TÍTULO	NÚMERO	TÍTULO

DESENHOS DE REFERÊNCIA			
NÚMERO	TÍTULO	NÚMERO	TÍTULO

ESCALA: INDICADA

PROPOSITO DAS EMISSÕES

(A) PRELIMINAR  
(B) PARA CONHECIMENTO  
(C) P/COMENTARIO/APROVAÇÃO  
(D) APROVADO  
(E) PARA COTAÇÃO  
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO  
(G) LIBERADO P/COMPRA  
( )

ANGLOGOLD ASHANTI  
PLANTA QUEIROZ.

TÍTULO: PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
PLANTA PERFIL - CP-01

DESENHO Nº: AA-104-WA-0547-202-DS-026


COORD. PROJ. DATA  
CLIENTE DATA

REV. 01

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS	DES.COORD.
0	31/05/2019	EMISSÃO INICIAL	C	WD	LV
1	21/06/2019	APROVADO	D	WD	LV

ESTÁ CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR. TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA PROJETISTA



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

ANEXO B – MEMÓRIA DE CÁLCULO – MURO





 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## MAC.ST.A.R.S 2000 – Rel. 2.2

MACcaferri STability Analysis of Reinforced Slopes

Officine Maccaferri S.p.A.Via Agresti 6, 40123 Bologna

Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Maccaferri

Projeto.....: DR-13171-R1 | WALM ENG

Seção Transversal\_: Estaca 0 + 60

Local.....: Nova Lima - MG

Pasta.....: 13171

Arquivo\_\_\_: Cálculo 13171 R1- h = 9,5

Data.....: 23/05/2019

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## RESUMO

PROPRIEDADES DO SOLO.....	55
PERFIL DA CAMADA.....	58
PERFIL DA SUPERFÍCIE FREÁTICA .....	59
BLOCOS REFORÇADOS .....	59
BLOCO: SOLO ENV. 01.....	60
BLOCO: TMS 01 .....	61
BLOCO: SOLO ENV. 02.....	62
BLOCO: TMS 02 .....	63
BLOCO: SOLO ENV. 03.....	64
BLOCO: TMS 03 .....	65
BLOCO: TMS 04 .....	66
SOBRECARGAS .....	67
PROPRIEDADES DOS REFORÇOS UTILIZADOS .....	68
VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS .....	71
VERIFICAÇÃO COMO MURO A GRAVIDADE .....	71
VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE GLOBAL:.....	73

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

ESTABILIDADE INTERNA: TMS 01 .....	75
ESTABILIDADE INTERNA: TMS 02 .....	77
ESTABILIDADE INTERNA: TMS 03 .....	79

## PROPRIEDADES DO SOLO

### **Solo: ATERRO** Descrição:

Coesão .....	[kN/m <sup>2</sup> ]	14.70
Ângulo de Atrito: .....	[°]	28.50
Valor de Ru .....		0.00
Peso unitário – acima do Nível de água .....	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.50
Peso unitário – abaixo do Nível de água .....	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.50
Módulo Elástico .....	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00
Módulo de Poisson .....		0.30

### **Solo: GABIÃO** Descrição:

Coesão .....	[kN/m <sup>2</sup> ]	90.00
Ângulo de Atrito: .....	[°]	54.00
Valor de Ru .....		0.00

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Peso unitário – acima do Nível de água.....[kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_: 17.00

Peso unitário – abaixo do Nível de água.....[kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_: 17.00

Módulo Elástico.....[kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_: 0.00

Módulo de Poisson.....: 0.30

**Solo: RESÍDUO ARSENICAL** Descrição:

Coesão.....[kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_: 12.00

Ângulo de Atrito:.....[°].....: 33.10

Valor de Ru.....: 0.00

Peso unitário – acima do Nível de água.....[kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_: 16.80

Peso unitário – abaixo do Nível de água.....[kN/m<sup>3</sup>]\_\_\_: 16.80

Módulo Elástico.....[kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_: 0.00

Módulo de Poisson.....: 0.30

**Solo: ROCHA ALTERADA** Descrição:

Coesão.....[kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_: 30.00

Ângulo de Atrito:.....[°].....: 38.00

Valor de Ru.....: 0.00



		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

Peso unitário – acima do Nível de água.....[kN/m<sup>3</sup>]\_\_ : 21.00

Peso unitário – abaixo do Nível de água.....[kN/m<sup>3</sup>]\_\_ : 21.00

**Solo: ##** Descrição: ##

Classe da Coesão.....: ##

Coesão.....[kN/m<sup>2</sup>]\_\_ : ##

Classe de Ângulo de Atrito.....: ##

Ângulo de Atrito:.....[°]\_\_ : ##

Valor de Ru.....: ##

Classe do Peso.....: ##

Peso unitário – acima do Nível de água.....[kN/m<sup>3</sup>]\_\_ : ##

Peso unitário – abaixo do Nível de água.....[kN/m<sup>3</sup>]\_\_ : ##

Módulo Elástico.....[kN/m<sup>2</sup>]\_\_ : 0.00

Módulo de Poisson.....: 0.30

Taxa de Compressão.....: ##

Taxa de Recompressão.....: ##

Parâmetro de Skempton.....: ##

Fator Alfa.....: ##

Pressão de Pré-consolidação.....[kN/m<sup>2</sup>]\_\_ : ##

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

## PERFIL DA CAMADA

**Camada: ATERRO**          Descrição:

Solo : ATERRO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
100.00	100.64	101.64	109.50	108.78	109.50	113.00	100.00

**Camada: RESÍDUO ARSENICAL**          Descrição:



Solo : RESÍDUO ARSENICAL

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
108.78	109.50	150.00	109.50				

**Camada: ROCHA ALTERADA**          Descrição:

Solo : ROCHA ALTERADA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
50.00	93.20	59.40	94.00	65.09	96.00	66.11	96.01
77.46	96.93	79.11	97.23	81.65	98.08	85.92	99.01
93.08	100.00	98.00	100.64	100.00	100.64	104.00	100.00

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

104.50	100.00	113.00	100.00	116.34	95.00	142.73	95.00
148.82	103.96	149.32	104.00	150.00	104.14		

### PERFIL DA SUPERFÍCIE FREÁTICA

**Superfície freática: N.A** Descrição:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
50.00	90.20			150.00	92.94		

### BLOCOS REFORÇADOS



**ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –  
PLANTA DO QUEIRÓZ**

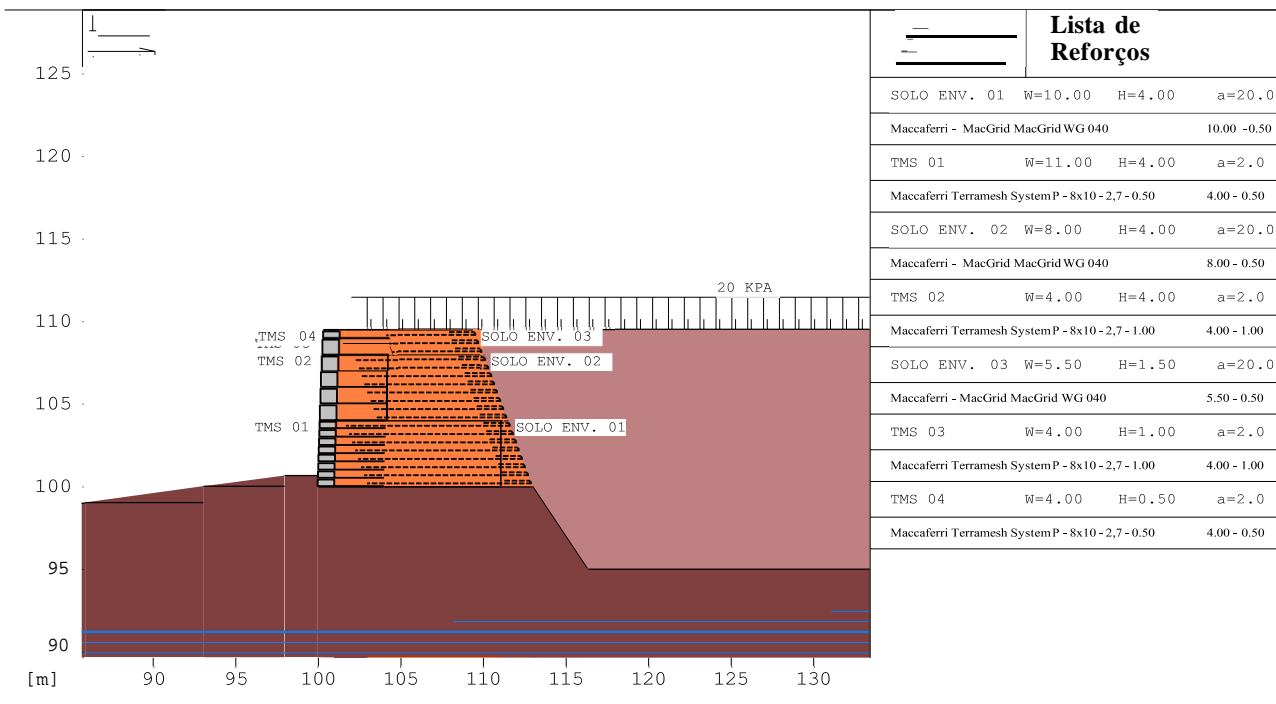
**PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO**

**N° ATG  
AA-104-WA-0547-202-RL-004**

**Revisão: 5**

**N° CONTRATADA  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003**

**Folha  
1/124**



Nome do Projeto: DR-13171-R1 | WALM ENG

Data: 23/05/2019  
 Pasta: 13171

Seção transversal: Estaca 0 + 60  
 Local: Nova Lima - MG      Arquivo: Cálculo 13171 R1-h = 9,5

**Bloco: SOLO ENV. 01**

Block dimensions.....[m]\_\_\_: Largura da Base = 10.00      Altura = 4.00

Origem do Bloco.....[m]\_\_\_: Abscissa = 113.00      Ordenada = 99.99

Inclinação da Face \_\_\_[°]\_\_\_: 20.00

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

Tipo de aterro estrutural.....: Areia siltosa

Aterro estrutural.....: ATERRO

Solo de aterro.....: ATERRO

Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO

Solo da Fundação.....: ROCHA ALTERADA

#### **Padrão dos reforços :**

Maccaferri - MacGrid - MacGrid WG - 040

Comprimento.....[m]..... = 10.00

Espaçamento Vertical.....[m]..... = 0.50

Comprimento da ancoragem de face.....[m]..... = 1.50

#### **Bloco: TMS 01**

Block dimensions.....[m]\_\_\_\_: Largura da Base\_ = 11.00      Altura\_\_\_ = 4.00

Origem do Bloco.....[m]\_\_\_\_: Abscissa..... = 100.00      Ordenada= 100.00

Inclinação da Face\_\_\_[°]\_\_\_\_: 2.00



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Material de enchimento do Gabião.....: GABIÃO

Tipo de aterro estrutural.....: Areia siltosa

Aterro estrutural.....: ATERRO

Solo de aterro.....: ATERRO

Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO

Solo da Fundação.....: RESÍDUO ARSENICAL

### **Padrão dos reforços :**

Maccaferri - Terramesh System - P - 8x10 - 2,7 - 0.50

Comprimento.....[m]..... = 4.00

Gabião.....[m]\_\_\_: Altura..... = 0.50      Largura\_\_ = 1.00

### **Bloco: SOLO ENV. 02**

Block dimensions.....[m]\_\_\_: Largura da Base\_ = 8.00      Altura\_\_\_ = 4.00

Origem do Bloco.....[m]\_\_\_: Abscissa..... = 111.50      Ordenada= 104.00

Inclinação da Face\_\_\_[°]\_\_\_: 20.00

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

Tipo de aterro estrutural.....: Areia siltosa

Aterro estrutural.....: ATERRO

Solo de aterro.....: ATERRO

Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO

Solo da Fundação.....: ATERRO

### **Padrão dos reforços :**

Maccaferri - MacGrid - MacGrid WG - 040

Comprimento.....[m]..... = 8.00

Espaçamento Vertical.....[m]..... = 0.50

Comprimento da ancoragem de face.....[m]..... = 1.50

### **Bloco: TMS 02**

Block dimensions.....[m]\_\_\_: Largura da Base\_ = 4.00      Altura\_\_\_ = 4.00

Back Shift.....[m]..... = 0.00 por TMS 01

Inclinação da Face \_\_\_[°]\_\_\_: 2.00

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Material de enchimento do Gabião.....: GABIÃO

Tipo de aterro estrutural.....: Areia siltosa

Aterro estrutural.....: ATERRO

Solo de aterro.....: ATERRO

Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO

Solo da Fundação.....: GABIÃO

### **Padrão dos reforços :**

Maccaferri - Terramesh System - P - 8x10 - 2,7 - 1.00

Comprimento.....[m]..... = 4.00

Gabião.....[m]\_\_\_: Altura..... = 1.00      Largura\_\_ = 1.00

### **Bloco: SOLO ENV. 03**

Block dimensions.....[m]\_\_\_: Largura da Base\_ = 5.50      Altura\_\_\_ = 1.50

Origem do Bloco.....[m]\_\_\_: Abscissa..... = 110.00      Ordenada= 107.99

Inclinação da Face\_\_\_[°]\_\_\_: 20.00

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

Tipo de aterro estrutural.....: Areia siltosa

Aterro estrutural.....: ATERRO

Solo de aterro.....: ATERRO

Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO

Solo da Fundação.....: ATERRO

### **Padrão dos reforços :**

Maccaferri - MacGrid - MacGrid WG - 040

Comprimento.....[m]..... = 5.50

Espaçamento Vertical.....[m]..... = 0.50

Comprimento da ancoragem de face.....[m]..... = 1.50

### **Bloco: TMS 03**

Block dimensions.....[m]\_\_\_: Largura da Base\_ = 4.00      Altura\_\_\_ = 1.00

Back Shift.....[m]..... = 0.00 por TMS 02

Inclinação da Face \_\_\_[°]\_\_\_: 2.00

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Material de enchimento do Gabião.....: GABIÃO

Tipo de aterro estrutural.....: Areia siltosa

Aterro estrutural.....: ATERRO

Solo de aterro.....: ATERRO

Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO

Solo da Fundação.....: GABIÃO

#### **Padrão dos reforços :**

Maccaferri - Terramesh System - P - 8x10 - 2,7 - 1.00

Comprimento.....[m].....= 4.00

Gabião.....[m]\_\_\_: Altura.....= 1.00      Largura\_\_= 1.00



#### **Bloco: TMS 04**

Block dimensions.....[m]\_\_\_: Largura da Base\_= 4.00      Altura\_\_\_= 0.50

Back Shift.....[m].....= 0.00 por TMS 03

Inclinação da Face \_\_\_[°]\_\_\_: 2.00



		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

Material de enchimento do Gabião.....: GABIÃO

Tipo de aterro estrutural.....: Areia siltosa

Aterro estrutural.....: ATERRO

Solo de aterro.....: ATERRO

Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO

Solo da Fundação.....: GABIÃO

**Padrão dos reforços :**

Maccaferri - Terramesh System - P - 8x10 - 2,7 - 0.50

Comprimento.....[m]..... = 4.00

Gabião.....[m]\_\_\_: Altura.....= 0.50      Largura\_\_= 1.00

**SOBRECARGAS**

**Cargas Distribuídas: 20 KPA** Descrição :

Intensidade.....[kN/m²]\_ = 20.00      Inclinação.....[°]\_\_\_ = 0.00

Abscissa.....[m].....: de = 102.00 até = 150.00

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## PROPRIEDADES DOS REFORÇOS UTILIZADOS

Maccaferri - Terramesh System - P - 8x10 - 2,7 - 0.50

Resistência à Tração.....[kN/m].....	50.11
Taxa de deformação plástica.....	2.00
Coefficiente de deformação elástico.....[m³/kN].....	1.10e-04
Rigidez do reforço.....[kN/m].....	500.00
Comprimento de ancoragem Mínimo.....[m].....	0.15
Fator de seg. contra a ruptura (pedregulho).....	1.44
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia).....	1.30
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia siltosa).....	1.30
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (argila arenosa).....	1.30
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	1.00
Fator de interação reforço/reforço.....	0.30
Coefficiente de interação reforço-brita.....	0.90
Coefficiente de interação reforço-areia.....	0.65
Coefficiente de interação reforço-silte.....	0.50
Coefficiente de interação reforço-argila.....	0.30

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Maccaferri - Terramesh System - P - 8x10 - 2,7 - 1.00

Resistência à Tração.....[kN/m].....	50.11
Taxa de deformação plástica.....	2.00
Coefficiente de deformação elástico.....[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez do reforço.....[kN/m].....	500.00
Comprimento de ancoragem Mínimo.....[m].....	0.15
Fator de seg. contra a ruptura (pedregulho).....	1.44
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia).....	1.30
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia siltosa).....	1.30
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (argila arenosa).....	1.30
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	1.00
Fator de interação reforço/reforço.....	0.30
Coefficiente de interação reforço-brita.....	0.90
Coefficiente de interação reforço-areia.....	0.65
Coefficiente de interação reforço-silte.....	0.50
Coefficiente de interação reforço-argila.....	0.30

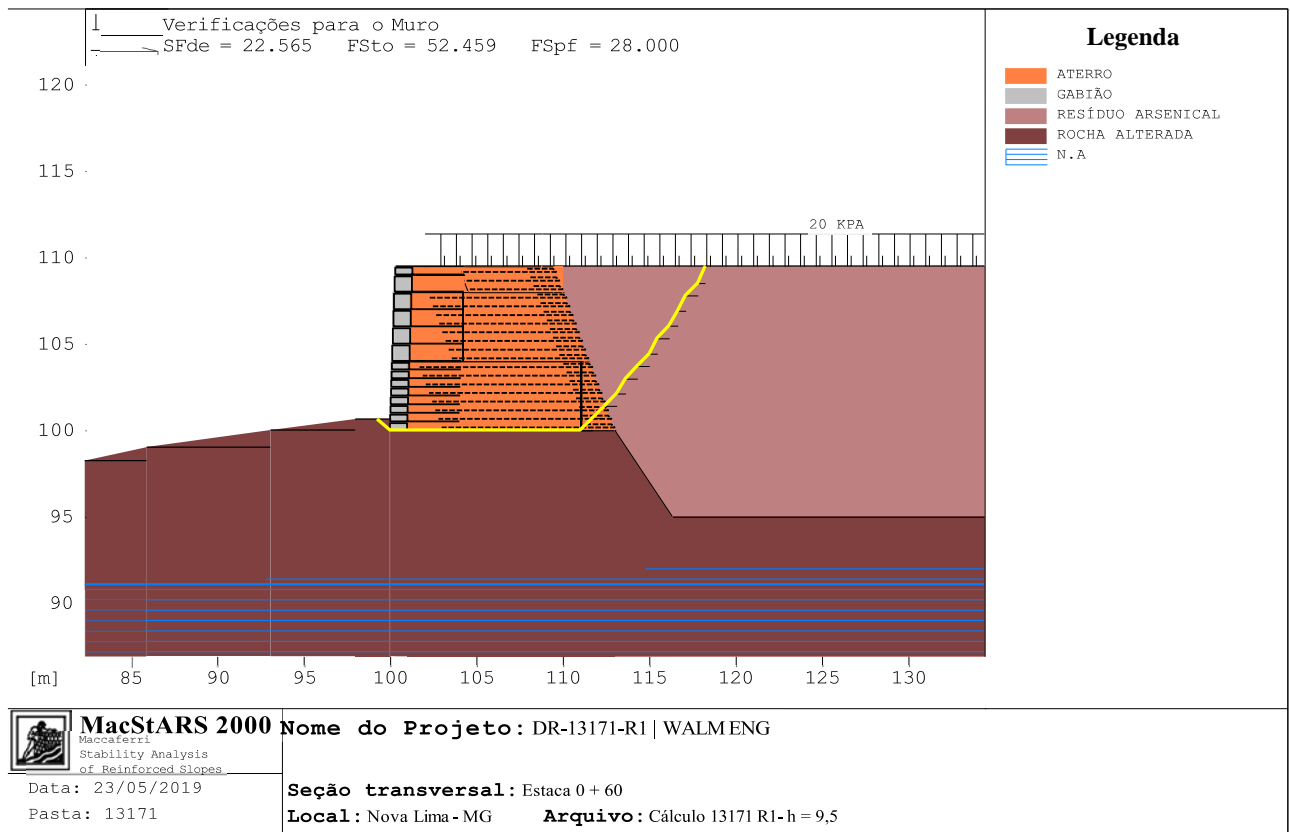
 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Maccaferri - MacGrid - MacGrid WG - 040

Resistência à Tração.....[kN/m].....	: 40.00
Taxa de deformação plástica.....	: 0.00
Coefficiente de deformação elástico.....[m <sup>3</sup> /kN].....	: 0.00e+00
Rigidez do reforço.....[kN/m].....	: 400.00
Comprimento de ancoragem Mínimo.....[m].....	: 0.15
Fator de seg. contra a ruptura (pedregulho).....	: 2.03
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	: 1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia).....	: 1.69
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	: 1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia siltosa).....	: 1.69
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	: 1.00
Fator de seg. contra a ruptura (argila arenosa).....	: 1.69
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	: 1.00
Fator de interação reforço/reforço.....	: 0.20
Coefficiente de interação reforço-brita.....	: 0.90
Coefficiente de interação reforço-areia.....	: 0.90
Coefficiente de interação reforço-silte.....	: 0.70
Coefficiente de interação reforço-argila.....	: 0.50

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS



### Verificação como muro a gravidade :

Bloco Considerado : TMS 01

Pressão disponível na Fundação.....[kN/m<sup>2</sup>]\_\_\_: 5081.70

Força Horizontal Máx.....[kN/m]\_\_\_: 62.52

Fator de Segurança contra o Deslizamento.....: 22.565

Momento Máx. de tombamento.....[kN\*m/m]\_: 217.92

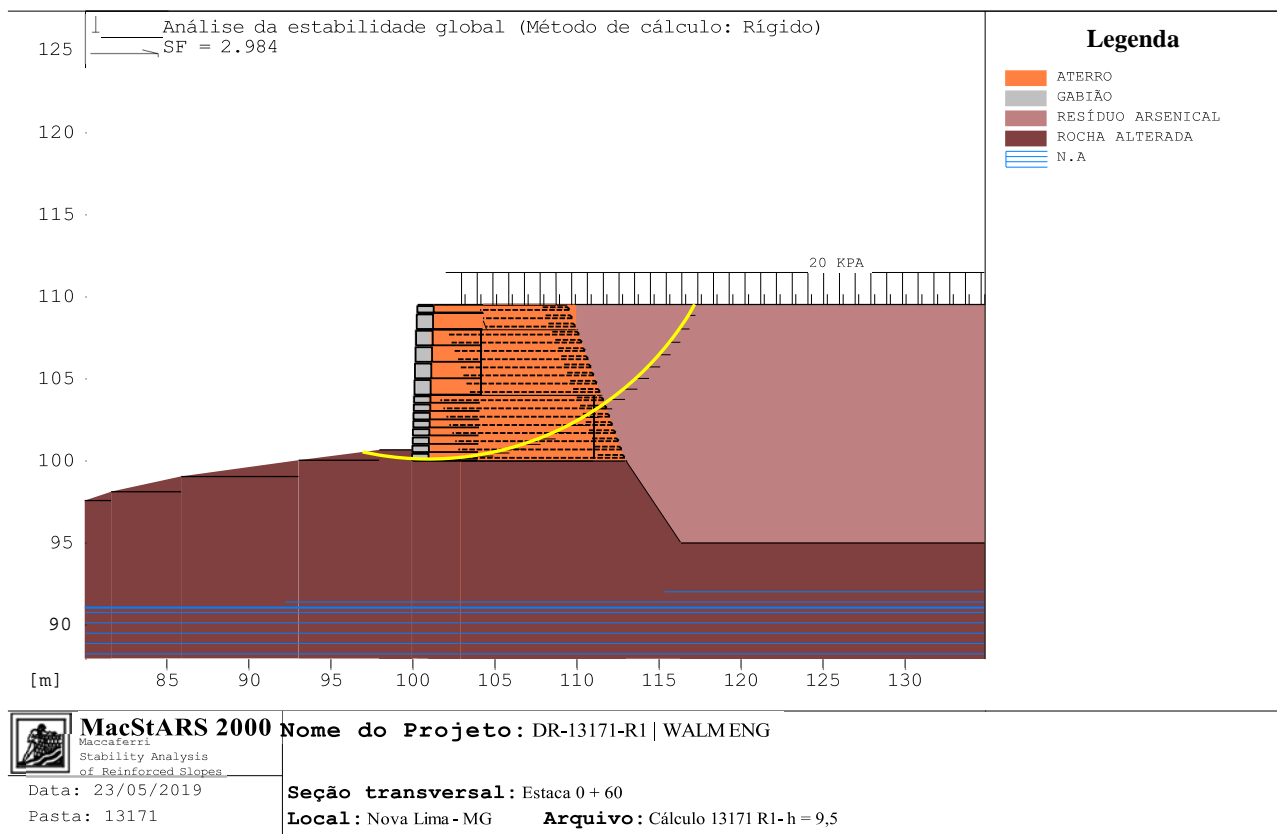


		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Fator de segurança contra o tombamento.....: 52.459

Pressão Máx. na fundação.....[kN/m²]\_\_\_: 181.49

Fator de seg. da capacidade de sup. do solo de apoio.....: 28.000



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

### Verificação da estabilidade Global:

Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido

Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado.....: 2.984

#### Limites de busca para as superfícies de ruptura

Limite inicial, abscissas [m]		Limite final, abscissas [m]	
Primeiro ponto	Segundo ponto	Primeiro ponto	Segundo ponto
50.00	100.00	101.00	150.00
Número de pontos de início no primeiro segmento.....:		100	
Número total de superfícies verificadas.....:		1000	
Comprimento mínimo da base das lamelas.....[m].....:		1.00	
Ângulo limite superior para a busca.....[°].....:		0.00	
Ângulo limite inferior para a busca.....[°].....:		0.00	

Bloco : SOLO ENV. 01

Maccaferri - MacGrid - MacGrid WG - 040

Relação: Carga de Tração/Resistência a Tração

Y [m]	FMáx
0.50	0.593



# ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ

PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO

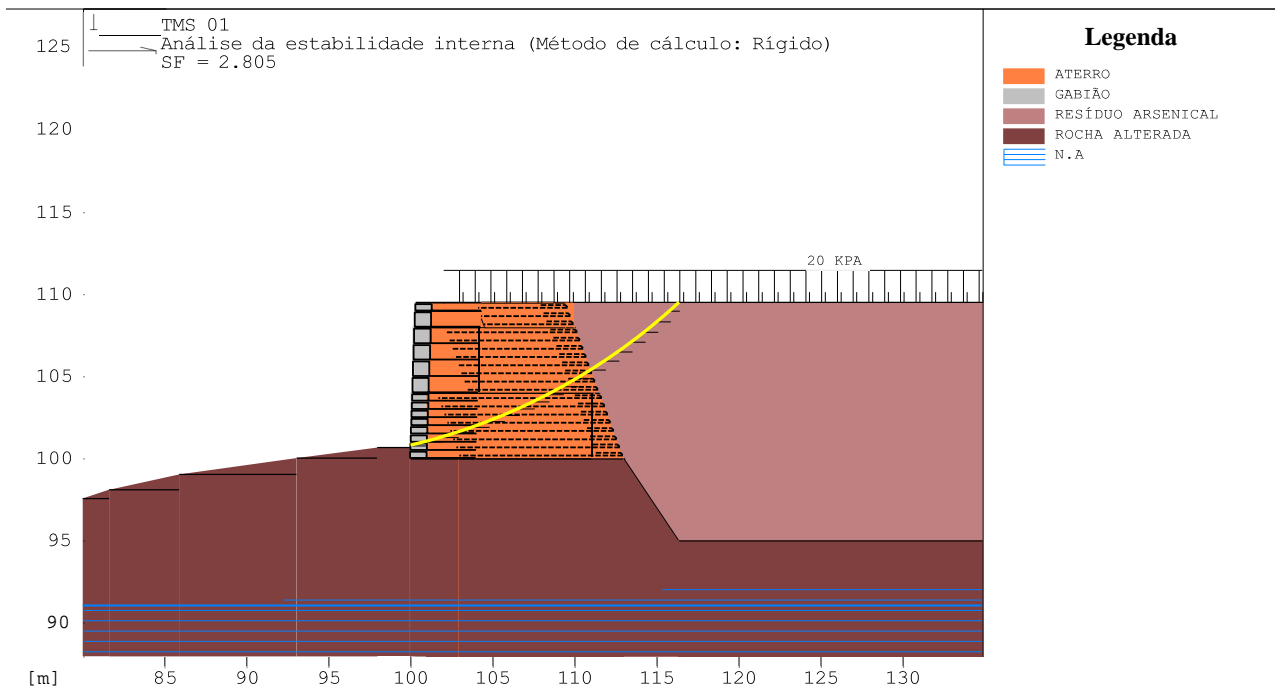
Nº ATG  
AA-104-WA-0547-202-RL-004

Revisão: 5

Nº CONTRATADA  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003

Folha  
1/124

1.00	0.593
1.50	0.593
2.00	0.593
2.50	0.593
3.00	0.593



MacStARS 2000  
Macsoft  
Stability Analysis  
of Reinforced Slopes

Data: 23/05/2019  
Pasta: 13171

Nome do Projeto: DR-13171-R1 | WALM ENG

Seção transversal: Estaca 0 + 60

Local: Nova Lima - MG      Arquivo: Cálculo 13171 R1-h = 9,5

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

### Estabilidade Interna: TMS 01

Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido

Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado .....: 2.805

Limites de busca para as superfícies de ruptura

Bloco	Limite inicial, abscissas [m]	
TMS 01	Primeiro ponto	Segundo ponto
	101.00	150.00
Número de pontos de início no primeiro segmento.....:	1	
Número total de superfícies verificadas.....:	1000	
Comprimento mínimo da base das lamelas.....[m].....:	1.00	
Ângulo limite superior para a busca.....[°].....:	0.00	
Ângulo limite inferior para a busca.....[°].....:	0.00	

Bloco : SOLO ENV. 01

Maccaferri - MacGrid - MacGrid WG - 040

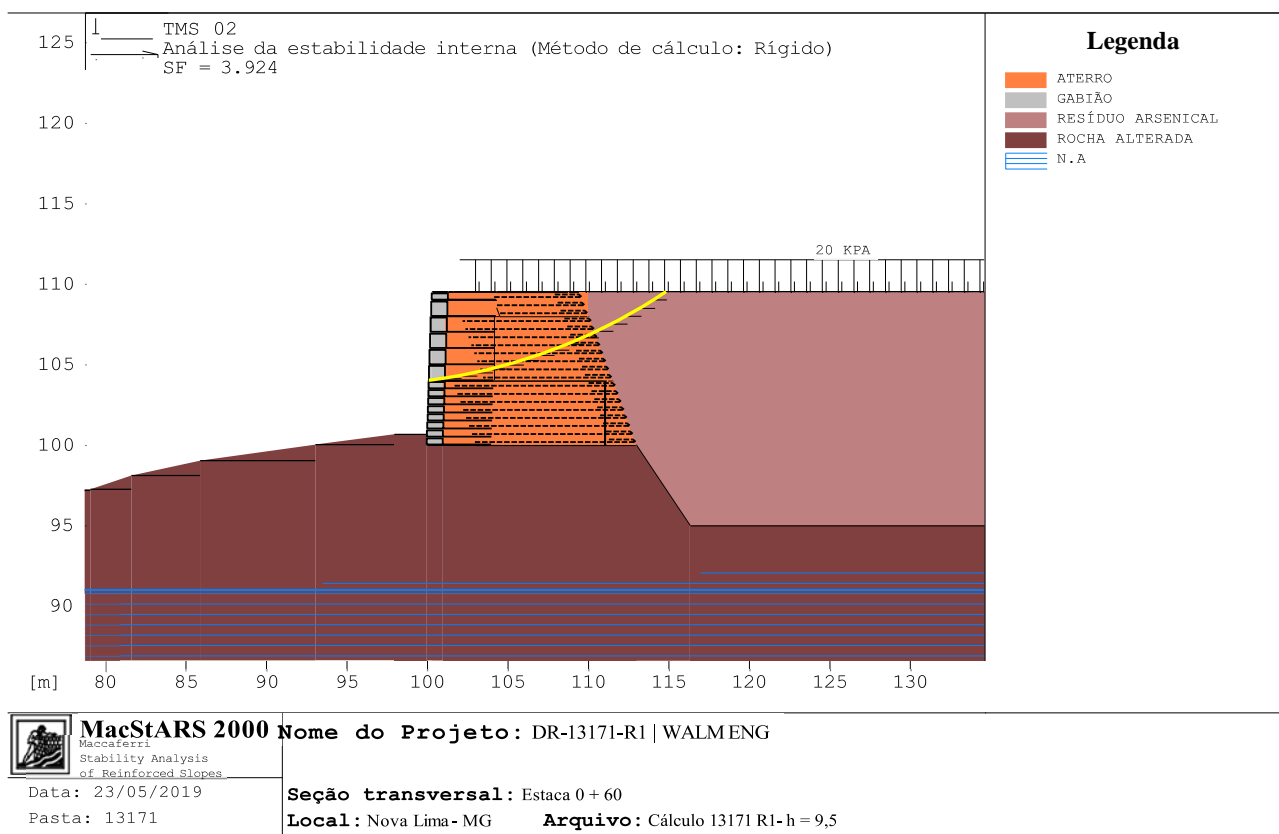
Relação: Carga de Tração/Resistência a Tração

Y [m]	FMáx
2.00	0.593
2.50	0.593





		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



### Estabilidade Interna: TMS 02

Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido

Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado.....: 3.924

Limites de busca para as superfícies de ruptura

Bloco

Limite inicial, abscissas [m]

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	


TMS 02	Primeiro ponto	Segundo ponto
	102.00	150.00
Número de pontos de início no primeiro segmento.....:		1
Número total de superfícies verificadas.....:		1000
Comprimento mínimo da base das lamelas.....[m].....:		1.00
Ângulo limite superior para a busca.....[°].....:		0.00
Ângulo limite inferior para a busca.....[°].....:		0.00

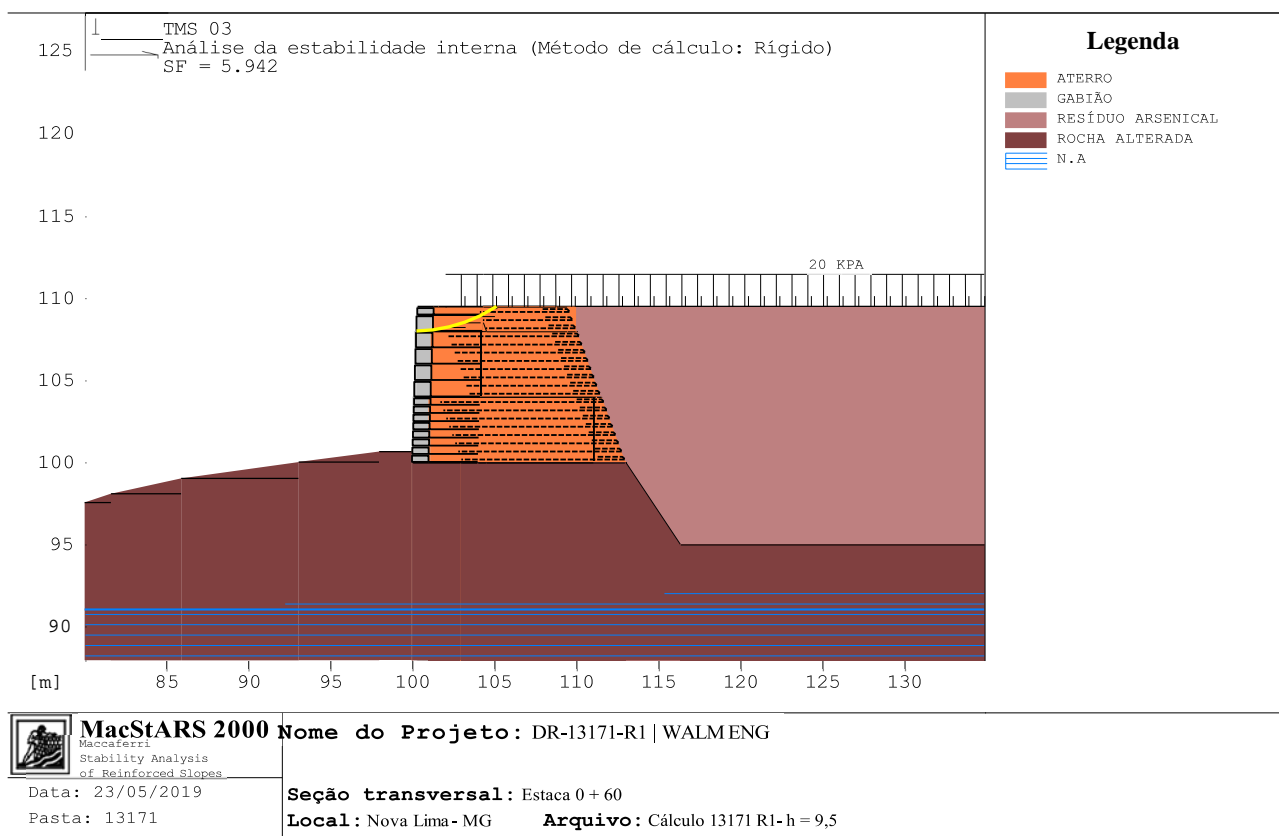
Bloco : SOLO ENV. 02

Maccaferri - MacGrid - MacGrid WG - 040

Relação: Carga de Tração/Resistência a Tração

Y [m]	FMáx
1.00	0.593
1.50	0.593
2.00	0.593
2.50	0.593

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



### Estabilidade Interna: TMS 03

Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido


Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado.....: 5.942

Limites de busca para as superfícies de ruptura

Bloco

Limite inicial, abscissas [m]

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

TMS 03	Primeiro ponto	Segundo ponto
	103.00	150.00
Número de pontos de início no primeiro segmento.....:		1
Número total de superfícies verificadas.....:		1000
Comprimento mínimo da base das lamelas.....[m].....:		1.00
Ângulo limite superior para a busca.....[°].....:		0.00
Ângulo limite inferior para a busca.....[°].....:		0.00

---

**A Maccaferri não assume responsabilidade pelos cálculos e desenhos aqui apresentados,  
visto que estes se constituem apenas em sugestões para a melhor utilização de seus produtos.**


---

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

ANEXO C - SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTOS



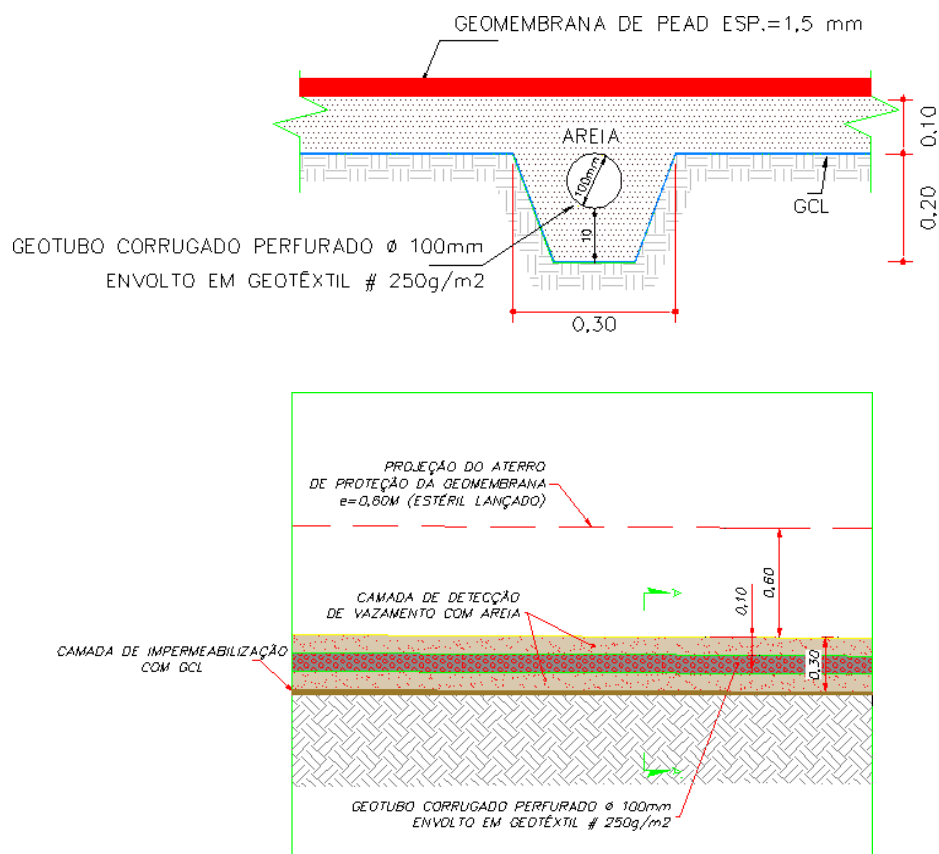


 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

### C.1 INTRODUÇÃO

O Sistema de Detecção de Vazamentos deverá coletar e conduzir os possíveis fluxos percolados pela geomembrana em eventuais falhas da mesma (furos ocasionados pela sua instalação), para um ponto de monitoramento denominado como “Caixa de Inspeção”, permitindo a rápida identificação de possíveis ineficiências da impermeabilização do Aterro Industrial H1.

A Figura C-1 apresenta o modelo adotado para o dimensionamento do sistema de detecção de vazamentos.



**Figura C-1: Modelo adotado para o dimensionamento do sistema de detecção de vazamentos.**

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Sobre a primeira camada de impermeabilização do Aterro de Resíduo Industrial H1, a NBR 10.157 (ABNT, 1987) recomenda a implantação de um sistema de detecção de vazamentos com o objetivo de verificar possíveis falhas na segunda camada de impermeabilização da estrutura, constituída por geomembrana de PEAD com espessura de 1,50 mm, protegida em na sua face superior por um geotêxtil não tecido agulhado com gramatura de 400 g/m<sup>2</sup>.

Os itens C.1.2 a C.1.6 apresentam os critérios e premissas, determinação das vazões percoladas (vazão por furo), dimensionamento dos geotubos, geotêxtil de proteção do geotubo e material drenante para o sistema de detecção.

#### C.1.2 CRITÉRIOS E PREMISSAS

Para o desenvolvimento do sistema de detecção de vazamentos foram consideradas as seguintes premissas:

- O sistema de detecção será implantado sobre a primeira camada de impermeabilização formada de geocomposto bentonítico (GCL). O geocomposto drenante deverá apresentar resistência a compressão maior que 1.200,00 kPa, redução à fluência de 1,3 em 500 kPa e uma transmissibilidade há 100 horas de ensaio maior que 2,98 x 10<sup>-5</sup> m<sup>2</sup>/s.
- O sistema deverá ser constituído por matérias permeáveis de modo a permitir a coleta e o direcionamento dos fluxos para a caixa de inspeção do sistema de detecção, considerando a utilização dos seguintes materiais:
  - Camada de areia com espessura de 0,30 m que deverá conduzir os fluxos para os tubos de detecção que irão coletar e direcionar os fluxos para a caixa de inspeção;
  - Tubos de detecção constituídos por geotubos corrugados perfurados envoltos por geotêxtil não tecido que irão direcionar os fluxos finais a caixa de inspeção.
- A areia a ser utilizada para o sistema de detecção deverá apresentar a granulometria proposta na NBR 7211 (ABNT, 2009) e coeficiente de permeabilidade mínimo de 1,00 x 10<sup>-4</sup> m/s, conforme apresentado em CRUZ (1996);

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

- Para a transição entre a camada de areia e o geotubo corrugado perfurado foi considerado o uso de geotêxtil não tecido agulhado e com gramatura suficiente para atender aos critérios de filtragem, retenção e resistência mecânica;
- A carga hidráulica sobre os tubos do sistema de detecção de vazamento foi determinada a partir das recomendações NBR 10.157 (ABNT, 1987) no item 5.2.2, item b que estabelece: o dimensionamento de forma a evitar a formação de uma lâmina de líquido percolado superior a 30 cm sobre a impermeabilização;
- Aplicação de um aterro de proteção formado por aterro em estéril com camada de 0,60 m para o início das atividades de disposição da lama arsenical.
- Cálculo dos geotubos considerando a equação de MANNING e o coeficiente de rugosidade de MANNING do tubo corrugado é de 0,010 (conforme especificação do fabricante);
- Dimensionamento do sistema de detecção de vazamentos determinado a partir das metodologias propostas por GIROUD et al. (1992), GIROUD et al. (1997) que recomenda;
  - Diâmetro do furo na geomembrana igual a 2,00 mm;
  - Controle de execução da geomembrana de:
    - 2 furos por hectare para um bom controle de execução;
    - 25 furos por hectare para um mal controle de execução.
- Verificação do geotêxtil foi realizada conforme a metodologia do Comitê Francês de Geotêxtil e Geomembrana (CFGG).

### C.1.3 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO POR FURO

Foi considerada a ocorrência de possíveis furos entre a geomembrana de PEAD e o aterro de proteção inicial que permitirá a utilização da estrutura para a disposição do resíduo arsenical.

A vazão por furos na geomembrana é dada pela equação proposta por GIROUD (1997), representada pela Equação C.1.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

$$Q_v = C_{q0} \times i_{avgo} \times A^{0,1} \times H^{0,9} \times K_s^{0,74}$$

Equação C.1

Na qual,

- $Q_v$ : Vazão por furo;
- $C_{q0}$ : Coeficiente de qualidade de contato. No presente caso, adota-se 0,40 (80% de eficiência no controle de execução);
- $A$ : Área do furo;
- $H$ : Altura máxima de lâmina d'água;
- $k_s$ : Permeabilidade da camada superior. No presente caso, seria a permeabilidade de argila compactada.
- $i_{avgo}$ : Gradiente hidráulico médio, dado pela Equação C.2.

$$i_{agvo} = 1 + 0,1 \times \left( \frac{h}{t_s} \right)^{0,95}$$

Equação C.2

onde,

- $h$ : Lâmina d'água (m);
- $t_s$ : Espessura da camada sobre o sistema de impermeabilização(m).

Considerando a lâmina de percolado de 0,30 m (conforme recomendação da NBR 10.157) e a espessura do aterro de proteção em argila compactada de 0,60 m, o gradiente hidráulico médio é de:

$$i = 1 + 0,10 \times \left( \frac{0,30 \text{ m}}{0,60 \text{ m}} \right)^{0,95} = 1,05 \text{ m/m}$$

Para o cálculo da vazão por furo na geomembrana, foi considerado o diâmetro do furo de 2,0 mm, coeficiente de permeabilidade da camada de argila compactada de  $1,0 \times 10^{-10}$  m/s, condições de execução da geomembrana com bom controle de qualidade com 2 furos por hectare e para região com baixo controle de qualidade com 25 furos por hectare.



		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

Aplicando a Equação C.1, têm-se as vazões por furo e para as condições de controle na execução da geomembrana.

**Tabela C-1: Determinação da vazão por furo e vazão para as condições de execução da geomembrana**

Gradiente	Vazão por furo		Vazão por furo	
			Vazão bom funcionamento	Vazão mal funcionamento
$i_{avgo}$ (m/m)	$Q_v$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_v$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_v(2 \text{ furos})$ (m <sup>3</sup> /sx hectare)	$Q_v(25 \text{ furos})$ (m <sup>3</sup> /s x hectare)
1,05	8,77E-09	3,16E-05	1,754E-08	2,193E-07

#### C.1.4 GEOTUBOS DE COLETA E DIRECIONAMENTO DOS FLUXOS PERCOLADOS

O sistema de detecção de vazamentos é constituído por uma camada permeável de areia depositada ao longo de toda a base da estrutura com espessura mínima de 0,30 m, que tem a função de capturar os possíveis fluxos e a condução até a caixa de inspeção. Deste modo, a vazão por unidade de área a ser considerada é de  $2,193 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} \times \text{hectare}$ .

A vazão total no sistema de detecção de vazamentos é obtida pela vazão supracitada pela área de impermeabilização Aterro de Resíduo Industrial H1.

**Tabela C-2: Determinação das possíveis vazões percoladas pela falha da geomembrana da camada secundária de impermeabilização.**

Condição de Execução	Furos/(ha)	Vazão por furo	Área		$Q^{\text{total-tubo}}$	$Q^{\text{total-tubo}}$	$Q^{\text{total-tubo}}$
		$q$ (m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /dia)
<b>Boa</b>	2	8,77E-09	7.765,76	0,78	1,36E-08	4,90E-05	1,18E-03
<b>Mal</b>	25	8,77E-09	7.765,76	0,78	1,70E-07	6,13E-04	1,47E-02

Para a verificação hidráulica para o geotubo corruga perfurado foi considerada a utilização da equação de MANNING, representada pela Equação C.1, e utilização do geotubo com diâmetro de 100,00 mm.

$$Q = \frac{1}{n} \times A_m \times R_n^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

Equação C.3

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Na qual,

- $\eta$ : Coeficiente de rugosidade de Manning (foi adotado coeficiente igual a 0,010)
- $A_m$ : Área molhada ( $m^2$ )
- $R_h$ : Raio hidráulico (relação área molhada pelo perímetro molhado) (m)
- $I$ : Declividade (m/m)

De acordo com catálogos técnicos, o geotubo com DN=100 apresenta diâmetro interno de 85,00 mm. Por questões de segurança operacional, considerou-se os tubos operando em 75% de sua capacidade, levando uma altura útil de escoamento de 63,75 mm.

Para validar a capacidade de escoamento do tubo, foi realizado o cálculo da capacidade de vazão considerando a declividade de 0,5%. A vazão de condução foi obtida a partir da aplicação da Equação C.1, sendo comparada à vazão de condução obtida na Equação C.2. Assim, o cálculo da vazão suportada pelo tubo corrugado para o sistema de detecção de vazamentos é apresentado na Tabela C-3.

**Tabela C-3: Verificação da vazão do tubo corrugado.**

Diâmetro (mm)	Declividade $e - i$ (%)	Rugosidade ( $\eta$ )	Altura útil (mm)	Área molhada ( $m^2$ )	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)	$Q^{\text{total-tubo}}$ ( $m^3/s$ )	$Q^{\text{total-tubo}}$ (mal funcionamento) ( $m^3/s$ )	$Q^{\text{total-tubo}}$ (bom funcionamento) ( $m^3/s$ )
85,00	0,5	0,010	63,75	0,0046	0,178	0,026	2,8E-03	1,70E-07	1,36E-08

Avaliando as vazões de escoamento, verifica-se que a capacidade de escoamento do geotubos é superior a vazão prevista para o sistema de detecção, sendo o geotubo corrugado perfurado com diâmetro de 100,00mm (DN=100,00 mm) capaz de direcionar os fluxos percolados em caso de falha da geomembrana. Ressalta-se que o diâmetro nominal do tubo apresenta diâmetro de 85,00 mm.

Para o sistema de detecção de vazamentos do Aterro de Resíduo Industrial H1, os tubos deverão ser instalados ao longo da camada de areia do sistema de detecção de vazamentos, sendo previsto o uso de um geotêxtil não tecido como camada de transição, com o objetivo de evitar o arraste de partículas de areia para o interior do geotubo corrugado perfurado, causando a colmatação do mesmo,

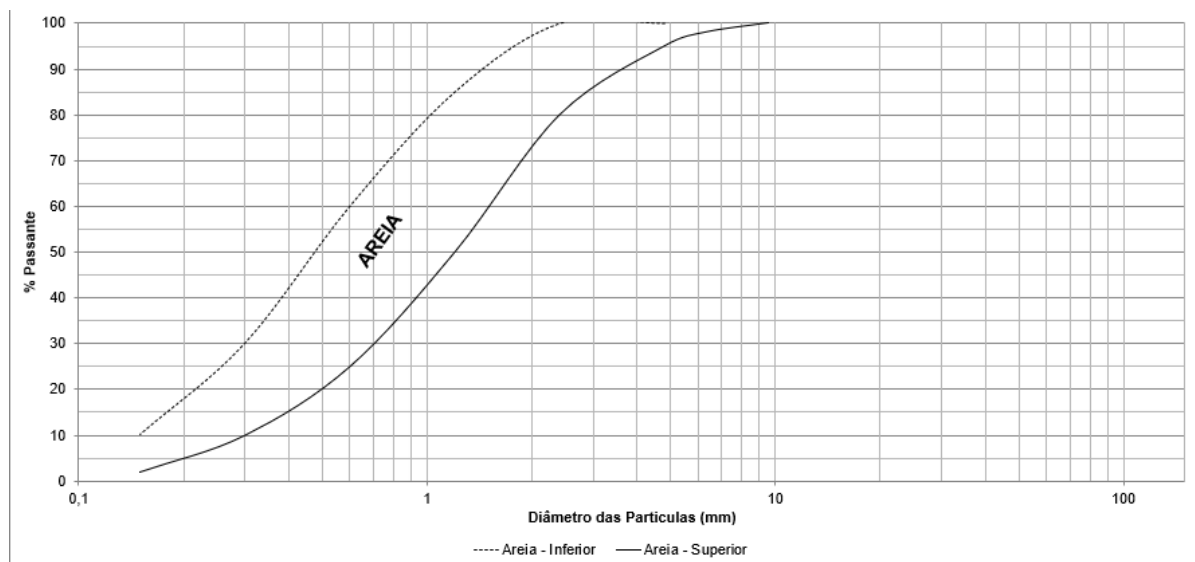
 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIROZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

conseqüentemente reduzindo a sua capacidade de escoamento. A especificação da areia a ser utilizada no sistema de detecção bem como o dimensionamento do geotêxtil como elemento de transição são apresentados nos itens C.1.5 e C.1.6 respectivamente.

#### C.1.5 ESPECIFICAÇÃO DA AREIA A SER UTILIZADA

O sistema de detecção de vazamentos será formado por uma camada de areia com 0,30 m de espessura, onde serão instalados geotubos corrugados perfurado (tubos de detecção) e/ou geotubos corrugados não perfurados (Tubos Condutores) para a condução dos fluxos até a caixa de monitoramento.

Foi considerada a curva granulométrica atribuída para agregado miúdo para concreto armado, apresentado na NBR 7211 (ABNT, 2009).



**Figura C-2: Curva Granulométrica da Areia – Sistema de Detecção de Vazamentos.**

#### C.1.6 VERIFICAÇÃO DO GEOTÊXTEL DE PROTEÇÃO PARA O GEOTUBO

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

O geotêxtil a ser adotado entre a camada de areia e o geotubo corrugado perfurado tem a função de evitar o arraste de partículas de areia pelas perfurações geotubo corrugado perfurado (tubo de detecção), garantindo a eficiência do sistema de detecção do Aterro de Resíduo Industrial H1.

O geotêxtil não tecido a ser utilizado para a proteção dos geotubos deve atender aos seguintes critérios:

- Critério de contenção: as dimensões dos vazios no material do filtro devem ser suficientemente pequenas para reter as partículas maiores do material protegido; e
- Critério de permeabilidade: o material do filtro deve ter alta condutividade hidráulica para impedir a geração de grandes forças de percolação e pressões hidrostáticas aplicadas aos filtros.

Para a verificação do geotêxtil, foi utilizada a metodologia apresentada pelo Comitê Francês de Geotêxtil e Geomembrana (CFGG) que se baseiam nos critérios de permeabilidade e de contenção apresentados no início deste item.

Para o critério de contenção foi utilizada a Equação C.4 que define o tamanho da abertura do geotêxtil.

$$FOS < C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times D_{85}$$

Equação C.4

Na qual:

- FOS = Tamanho da abertura de filtração do geotêxtil
- C1 = Coeficiente relativo ao gradiente hidráulico;
- C2 = Coeficiente relativo à densidade do solo;
- C3 = Coeficiente relativo à granulometria do solo;
- C4 = Coeficiente relativo às funções do geotêxtil; e
- D85 = Diâmetro das partículas equivalente a 85% em peso, inferiores a ele.

A determinação dos coeficientes C1, C2, C3 e C4 são dados na Tabela C-4.

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

**Tabela C-4: Coeficientes auxiliares do método do CFGG.**

Coeficiente	Valor	Aplicação
C1	1,00	Solos bem graduados e contínuos
	0,80	Solos uniformes e contínuos
C2	1,25	Solos densos e confinados
	0,80	Solos fofos e desconfiados
C3	1,00	Gradiente hidráulico, $i < 5$
	0,80	Gradiente hidráulico, $20 < i < 5$
	0,60	Gradiente hidráulico, $20 < i < 40$
C4	1,00	Uso somente para filtração
	0,30	Uso para filtração e drenagem

Quanto ao critério de permeabilidade para o dimensionamento do geotêxtil, dever ser atendida a Equação C.5 que define a permeabilidade do geotêxtil.

$$K_g > A \times K_s$$

Equação C.5

Na qual:

- $K_g$ = Permeabilidade do geotêxtil (m/s);
- $A$ = Coeficiente adimensional para permeabilidade (ver Tabela C-5);
- $K_s$ = Coeficiente de permeabilidade do solo protegido (cm/s); e
- $T_g$ = Espessura do geotêxtil (m).

**Tabela C-5: Coeficiente adimensional de permeabilidade A – Equação C.5 (CFGG).**

Coeficiente (A)	Aplicação
$10^3 T_g$	Gradientes baixos e solos limpos
$10^4 T_g$	Gradientes baixos e solos de permeabilidade baixa
$10^5 T_g$	Gradientes elevados e obras de grandes responsabilidades



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Para a faixa granulométrica da areia a ser utilizada no sistema de detecção de vazamentos, conforme Figura C-2, verifica-se que o D85 é equivalente a 1,46 mm para a faixa inferior e 2,69 mm para a faixa superior. Já a permeabilidade da areia é de  $1,00 \times 10^{-4}$  m/s.

A partir dos limites da faixa granulométrica da areia e permeabilidade do material e os coeficientes apresentados foi realizado o cálculo para a definição da abertura e permeabilidade do geotêxtil, conforme as equações C.4 e C.5 segundo o critério do CFGG, sendo os resultados obtidos apresentados na Tabela C.6.

**Tabela C-6: Verificação do critério de retenção e permeabilidade para o geotêxtil não tecido.**

Local	Critério de Retenção						Critério de Permeabilidade			
	C1	C2	C3	C4	D85 (solo protegido) (mm)	FOS< (mm)	A	Espessura geotêxtil Tg(m)	Ks(cm/s)	Kg> (cm/s)
<b>Sistema de Detecção</b>	0,80	1,25	0,80	0,30	1,46	<b>0,35</b>	1,00E+03	0,002	1,00E-02	<b>1,50E-02</b>
<b>Sistema de Detecção</b>	0,80	1,25	0,80	0,30	2,69	<b>0,65</b>	1,00E+03	0,002	1,00E-02	<b>1,50E-02</b>

De acordo com o Manual Brasileiro de Geossintéticos, além dos critérios de permeabilidade e retenção, o geotêxtil deve ainda apresentar resistência a perfurações dinâmica. Considerando que o geotêxtil a ser utilizado para o sistema de detecção, está em contato direto com areia, a resistência do geotêxtil torna-se essencial para a eficiência do sistema de detecção. Assim, para se avaliar os requisitos mecânicos mínimos, utiliza-se a Tabela C-7 que apresenta os valores de resistência mecânica de acordo com a publicação citada.

**Tabela C-7: Requisito mecânicos mínimos – extraído da pág. 259 do Manual Brasileiro de Geossintéticos (2ª edição).**

Propriedade	Norma	Nível de Solicitação			
		I <sup>(1)</sup>		II <sup>(2)</sup>	
<b>Alongamento sob Carga máxima (%)</b>	NBR 12.824	≤ 30	>30	≤ 30	>30
<b>Resistência a Tração (KN/m<sup>3</sup>)<sup>(3)</sup></b>	NBR 12.824	20	8	30	12
<b>Resistência a Puncionamentos (KN)</b>	NBR 13.359	3	1,5	4,3	2,3

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

- (1) **Nível I:** trincheiras pouco profunda ( $\leq 1$  m), terreno bem regularizado, agregado pouco contudente e compactação leve.
- (2) **Nível II:** adotado quando pelo menos umas das solicitações do Nível I não se verificam.
- (3) Considerar a direção de menor resistência do produto.

Considerando a solicitação para o sistema de detecção de vazamentos do Aterro de Resíduo Industrial H1, foram definidos os níveis de solicitação de acordo com a Tabela C-7, para o Nível I de solicitação. A Tabela C-8 apresenta o resumo para os requisitos mecânicos para o geotêxtil de proteção dos geotubos corrugados perfurado no sistema de detecção de vazamentos.

**Tabela C-8: Requisito mecânicos para o geotêxtil.**

Nível de solicitação	Alongamento sob Carga máxima (%)	Resistência a Tração (KN/m <sup>3</sup> ) <sup>(3)</sup>	Resistência a Puncionamento (KN)	Geossintético adotado
I	>30	8	1,5	<b>250 g/m<sup>2</sup></b>

Assim, para a definição do geotêxtil não tecido agulhado com gramatura que melhor atendam as condições estabelecidas para os critérios de permeabilidade, filtragem e mecânicos, sendo verificado a parti de consulta a catálogos de fabricantes (MACAFERRI), que o geotêxtil não tecido com gramatura de 250 g/m<sup>2</sup> (#250 g/m<sup>2</sup>) da linha MACtex H ou similar que atende as condições estabelecidas.

Ressalta-se que poderá ser utilizado geotêxtil com gramatura inferior, dependendo das características de cada fabricante, desde que o mesmo atenda as seguintes condições:

- Abertura aparente FOS < 0,35 mm;
- Permeabilidade Kg  $\geq 1,50 \times 10^{-2}$  m/s;
- Alongamento > 30%
- Resistência à tração localizada (NBR 12.824)  $\geq 8,00$  kN/m<sup>3</sup>; e
- Resistência a puncionamento (NBR 13.359)  $\geq 1,5$  kN.



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

ANEXO D – DIMENSIONAMENTO DA GEOMEMBRANA





 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Neste Anexo são apresentados os seguintes tópicos:

- D.1 Determinação da espessura da geomembrana para a impermeabilização
- D.2 Verificação do geotêxtil de proteção para a geomembrana da segunda camada de impermeabilização
- D.3 Cálculo do comprimento de ancoragem para a geomembrana

#### D.1 DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DA GEOMEMBRANA PARA A IMPERMEABILIZAÇÃO

De acordo com VERTEMATTI (2015), além das solicitações de natureza física e química, também atuam sobre as geomembranas esforços mecânicos decorrentes de várias ações, como o peso próprio, o peso do resíduo ou líquido a estocar, o peso da proteção, a dilatação térmica, recalques, arraste provocado por deslizamento do resíduo ou da cobertura, ventos, entre outras. A partir dessas solicitações é possível estabelecer uma espessura mínima, a qual poderá ser modificada por imposições construtivas e características de sobrevivência à instalação.

Para a Aterro de Resíduo Industrial H1, a fim de evitar a contaminação do solo e do lençol freático, o fundo da bacia e todos os taludes internos deverão ser revestidos com geomembrana de PEAD (polietileno de alta densidade), lisa, com espessura de 1,5 mm. A bacia irá receber rejeitos, fazendo com que o material depositado gere esforços de tração sobre a geomembrana, exigindo que a mesma tenha resistência suficiente para absorver esses esforços.

Assim, a determinação da espessura da geomembrana proposta em literatura técnica deve obedecer a equação de KOERNER (1998) apud VERTEMATTI (2015) representada pela Equação D.1.

$$t = \frac{\sigma_n \times X \times (\tan \delta_u + \tan \delta_l)}{\sigma_{adm} \times \{\cos \alpha - (\sin \alpha \times \tan \delta_l)\}} \quad \text{Equação D.1}$$

onde,

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

- $\sigma_n$  é a sobrecarga aplicada;
- X: é a distância mobilizadora da geomembrana;
- $\delta_u$ : é o ângulo de atrito entre a geomembrana e o material adjacente (acima), podendo ser solo, geotêxtil, concreto, entre outros. Para líquidos adota-se  $\delta_u = 0$ , para aterro adota-se  $10^\circ < \delta_u < 40^\circ$ ;
- $\delta_L$ : é o ângulo de atrito entre a geomembrana e o material inferior, podendo ser solo, geotêxtil, concreto; entre outros (com variação de  $6^\circ < \delta_L < 40^\circ$ );
- $\sigma^{adm}$ : é a tensão admissível na geomembrana; e
- $\alpha$ : é o ângulo de mobilização da geomembrana com a tensão horizontal.


Essa metodologia de KOERNER é aplicável quando, ao longo da vida útil do revestimento, a geomembrana apresente recalque  $\Delta H$  que formará um ângulo  $\alpha$  no solo de fundação da mesma, que gerará deformação na geomembrana, gerando assim, uma tensão de tração em função da espessura “t” da mesma.

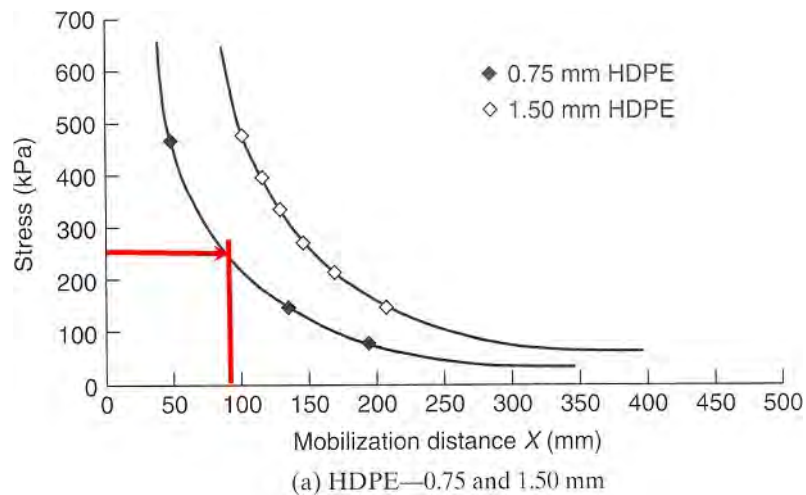
Para a determinação da espessura da geomembrana foi considerada a maior carga atuante em relação ao arranjo geométrico desenvolvido para o aterro de resíduo industrial, sendo verificado a existência de uma camada de aterro da ordem de 14,5 metros. Desta forma, as sobrecargas atuantes sobre a geomembrana são equivalentes a:

$$\sigma_n = (\gamma_{\text{Resíduo}} \times h_{\text{Aterro}}) = (17,50 \times 14,50) = 253,75 \text{ kN/m}$$

Por questões práticas, optou-se pelo uso de uma sobrecarga de 254,00 kN/m na geomembrana.

Para a determinação da distância mobilizadora na geomembrana foi utilizado o gráfico proposto por KOERNER (1998) apud VERTEMATTI (2004), apresentado na Figura D-1.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura D-1: Comprimento de mobilização na geomembrana em função da sobrecarga atuante.**

A partir das cargas calculadas, verifica-se que a distância mobilizada para a geomembrana é equivalente a 90,00 mm ( $X=0,90$  m).

Para a determinação do ângulo de atrito entre a geomembrana e o material adjacente e o material inferior foram adotado os valores propostos por KOERNER (1998), conforme a Tabela D-1, considerando a utilização de geomembrana com faces lisas.

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

**Tabela D-1: Valores de referência para o ângulo de atrito e eficiência dos materiais de interface com Geossintéticos (KOERNER (1998))**

<b>(a) Soil-to-Geomembrane Friction Angles</b>						
Geomembrane	Soil type					
	Concrete Sand ( $\phi = 30^\circ$ )		Ottawa Sand ( $\phi = 28^\circ$ )		Mica Schist Sand ( $\phi = 26^\circ$ )	
<b>HDPE</b>						
Textured	30°	(100%)	26°	(92%)	22°	(83%)
Smooth	18°	(56%)	18°	(61%)	17°	(63%)
<b>PVC</b>						
Rough	27°	(88%)	—	—	25°	(96%)
Smooth	25°	(81%)	—	—	21°	(79%)
<b>CSPE-R</b>	25°	(81%)	21°	(72%)	23°	(87%)

<b>(b) Geomembrane-to-Geotextile Friction Angles</b>						
Geotextile	Geomembrane					
	HDPE		PVC		CSPE-R	
	Textured	Smooth	Rough	Smooth	Undulating	
Nonwoven needle-punched	32°	8°	23°	21°	15°	
Nonwoven heat-bonded	28°	11°	20°	18°	21°	
Woven monofilament	19°	6°	11°	10°	9°	
Woven slit-film	32°	10°	28°	24°	13°	

<b>(c) Soil-to-Geotextile Friction Angles</b>						
Geotextile	Soil type					
	Concrete Sand ( $\phi = 30^\circ$ )		Ottawa Sand ( $\phi = 28^\circ$ )		Mica Schist Sand ( $\phi = 26^\circ$ )	
Nonwoven needle-punched	30°	(100%)	26°	(92%)	25°	(96%)
Nonwoven heat-bonded	26°	(84%)	—	—	—	—
Woven monofilament	26°	(84%)	—	—	—	—
Woven slit-film	24°	(77%)	24°	(84%)	23°	(87%)

\*Efficiency percentages (in parentheses) are based on Equations (5.8) at (5.9).

A geomembrana da segunda camada de impermeabilização do aterro de resíduo industrial estará em contato com o aterro de proteção (aterro de 0,60 m) na porção superior (face considerada lisa) e a areia do sistema de detecção de vazamentos para a porção inferior (Face lisa). Desta forma os ângulos de atrito serão:

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

- $\delta_U$ : 8,00° e  $\delta_L$ : 18,00°

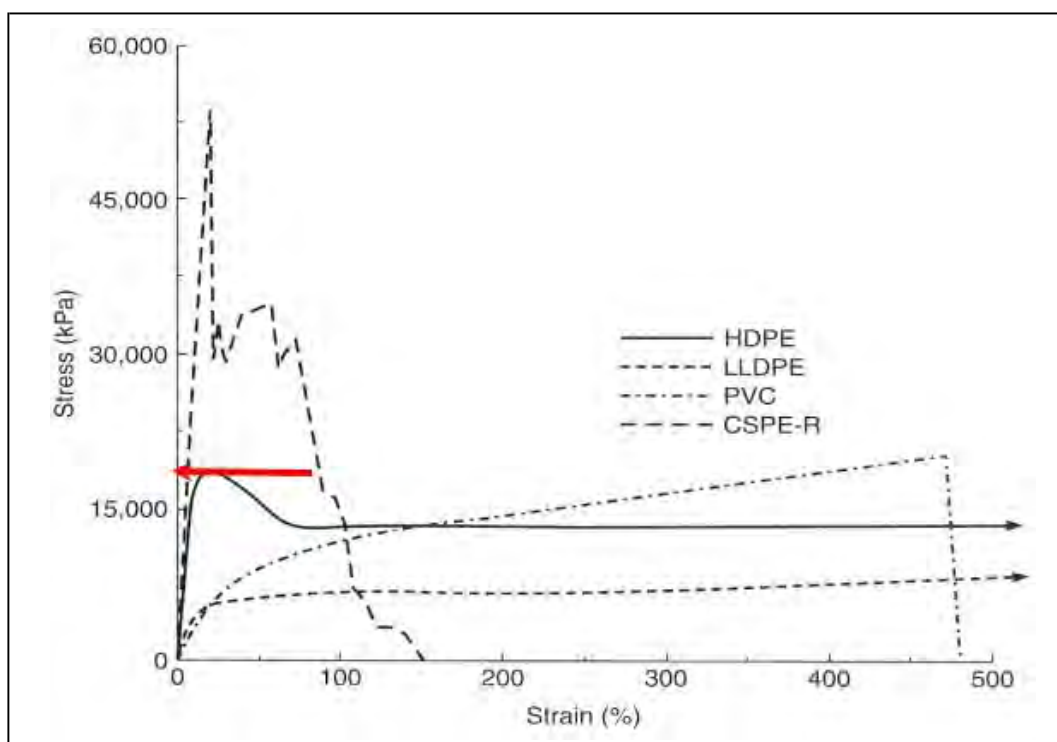
Ressalta-se que os valores apresentados são baseados em relações apresentadas em KOERNER (1998), sendo recomendado para as demais etapas do projeto a realização de ensaios de cisalhamento direto com a utilização do material de cobertura da geomembrana a fim de se atestar os ângulos adotados. Para tal, deverá ser simulado o ensaio em amostras com a dimensão de 0,30m x 0,30m, o atrito existente entre a textura da geomembrana o rejeito/geotêxtil. O ensaio é realizado na tensão normal de projeto submetendo-se a amostra aos ângulos de inclinação do greide do terreno nas áreas planas e inclinadas, simulando as condições encontrado no campo.

Como serão realizadas obras de escavação e aterro compactado nas zonas onde serão implantadas as geomembranas, poderão ocorrer pontos de contato com angulosidades, levando a ângulo de mobilização da geomembrana de 12° ( $\alpha = 12,00^\circ$ ).

A tensão admissível para a geomembrana é dada através da Figura D-2 mostrando que para a manta formada por polietileno de alta densidade texturizada (HDPE), a tensão admissível na geomembrana é da ordem de 18.000,00 kPa.



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



**Figura D-2: Tensão Admissível para a geomembrana.**

Utilizando um fator de Segurança de 2,00, diante das incertezas do resíduo a ser armazenado, obtém-se a espessura mínima para a geomembrana, aplicando a Equação D.1.

A Tabela D-2 apresenta o cálculo da espessura da geomembrana a ser utilizada para a impermeabilização.

**Tabela D-2: Cálculo da Geomembrana – Fundo do aterro.**

<b>Cálculo da Espessura da Geomembrana</b>		
Tensão aplicada pelo peso do material	$\sigma_n$ (kPa)	254,00
Comprimento de mobilização da membrana :	x (m)	0,09000
Ângulo de atrito entre GM e material sobre ela:	$\delta_u$ ( ° )	8,00
Ângulo de atrito entre GM e material embaixo dela:	$\delta_{dL}$ ( ° )	18,00
Esforço permissível na Geomembrana:	Tadm (kPa)	18.000,00
Angulo de deformação da fundação	$\beta$ =	12,00

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Fator de Segurança	Fs	2,00
Espessura mínima da geomembrana - e	(m)	0,0013
	(mm)	1,30

A partir do dimensionamento, verifica-se que a espessura mínima para a geomembrana deve ser de 1,30 mm. Compatibilizando a espessura as produzidas comercialmente, verifica-se que a geomembrana a ser utilizada deverá apresentar espessura de 1,50 mm.

Cabe ressaltar que a mesma geomembrana deverá ser utilizada para a impermeabilização da região da transposição dos tubos do sistema de detecção de vazamentos (tubos condutores) para a caixa de monitoramento.

## D.2 VERIFICAÇÃO DO GEOTÊXTIL DE PROTEÇÃO PARA A GEOMEMBRANA DA SEGUNDA CAMADA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

De acordo com VERTEMATTI (2004), uma das utilizações mais comuns em todo o mundo e, conseqüentemente, a mais estudada é a aplicação de geossintéticos com função protetora, em especial de geomembranas. Assim, é comum utilizar-se geotêxtil na proteção de geomembranas quando instaladas em contato com material contundente (protuberâncias, vegetação, pedregulhos, entre outros).

O aumento da resistência ao puncionamento de uma geomembrana pode ser garantido de duas maneiras:

- Aumentando-se a sua espessura; ou
- Introduzindo-se uma ou duas camadas de um geotêxtil com gramatura adequada de forma a resistir os esforços atuantes.

Aplicando-se a formulação desenvolvida por NAREJO ET AL. (1996) (Equação D.2), apresentada por KOERNER (1998), para o dimensionamento de geotêxtis para proteção de geomembranas em relação ao puncionamento, tem-se:

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

$$F_s = \frac{P_{adm}}{P_{base}}$$

Equação D.2

Na qual,

- $P_{base}$ : tensão normal atuante sobre a geomembrana; e
- $P_{adm}$ : tensão admissível ao funcionamento da geomembrana, calculada conforme a Equação D.3:

$$P_{adm} = \left[ 450 \times \frac{M}{H^2} \right] \times \frac{1}{MF_s \times MF_{PD} \times MF_A} \times \frac{1}{RF_{CR} \times RF_{CBD}}$$

Equação D.3

- Na qual,
- $P_{adm}$  em kPa
- $M$  é a gramatura do geotêxtil ( $g/m^2$ );
- $H$  é a altura da protuberância (m);
- $MF_s$ ,  $MF_{PD}$  e  $MF_A$ , são fatores de forma e espaçamento das protuberâncias e de carga sobre a geomembrana definidos a partir das Tabelas de D-3 a D-5 da Publicação “Manual Brasileiro de Geossintéticos”, VERTEMATTI (2004);

**Tabela D-3: Fator de forma – MFs.**

<b>Forma da protuberância - FMs</b>	
<b>Forma</b>	<b>FMs</b>
Angular	1,00
Intermediária	0,50
Arendondada	0,25

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

**Tabela D-4: Fator espaçamento das protuberâncias -  $MP_D$**

<b>Espaçamento da protuberância - <math>FM_{DR}</math></b>	
<b>Espaçamento</b>	<b><math>FM_{DR}</math></b>
Isolada	1,00
Próxima, H=38,00 mm	0,83
Próxima, H=25,00 mm	0,67
Próxima, H=12,00 mm	0,50

**Tabela D-5: Fator de carga –  $MF_A$**

<b>Sobrecarga - <math>FM_A</math></b>	
<b>Sobrecarga</b>	<b><math>FM_A</math></b>
Hidrostática	1,00
Geostática, de baixa magnitude	0,75
Geostática, de intermediária magnitude	0,50
Geostática, de elevada magnitude	0,25

RFCR e RFCBD são fatores de redução para fluência e degradação do geotêxtil definidos a partir das Tabelas D-6 e D-7 da Publicação “Manual Brasileiro de Geossintéticos”, VERTEMATTI (2004).

**Tabela D-6: Fator de fluência –  $RF_{CR}$**

<b>Fluência - <math>FR_{FL}</math></b>				
<b>Gramatura (gr/m<sup>2</sup>)</b>	<b><math>FR_{FL}</math></b>			
	<b>Altura Efetiva da protuberância (mm)</b>			
	<b>38</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>6</b>
Sem Geotêxtil	N/R	N/R	N/R	>> 1,50
270	N/R	N/R	>1,50	1,50
550	N/R	1,50	1,30	1,20
1.100	1,30	1,20	1,10	1,00
>1.100	1,20	1,10	1,00	1,00

**Tabela D-7: Fator degradação do geotêxtil –  $RF_{CBD}$**

<b>Danos Químicos - <math>FR_{DQB}</math></b>
---

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Tipo do Lixiviado	FR <sub>DQB</sub>
Chorume pouco agressivo	1,10
Chorume moderado	1,30
Chorume muito agressivo	1,50

Nota: Quando não houver o contato do geotêxtil com substância agressiva, utilizar fatore de redução igual a 1,00.

O Fator de Segurança mínimo admissível para a proteção da geomembrana é dada pelo espaçamento das protuberâncias e da sua respectiva altura conforme apresentado na Tabela D-8 (extraído do Informe Técnico da Macaferri – Linha MACTEX).

**Tabela D-8: Fator de Segurança Global para geotêxtil de proteção da geomembrana.**

Definição do Fator de Segurança		
Espaçamento entre protuberâncias	Altura da Protuberância (mm)	Fator de Segurança Global (mínimo)
Pedras Isoladas	6	3,00
Pedras Isoladas	12	4,50
Pedras Isoladas	25	7,00
Pedras Isoladas	38	10,00
Pedras Agrupadas	38 ou mais	3,00

Para o geotêxtil de reforço foi considerado a existência de protuberâncias isoladas ao longo da base e das zonas em terreno natural do Aterro de Resíduo Industrial H1 com altura de 12,00 mm. Deste modo, deve-se considerar a utilização de um fator de segurança de 4,50 (FS ≥ 4,50) para esta condição.

Os coeficientes de redução para o tipo de protuberância e de sua respectiva altura são dados por:

MF<sub>S</sub> = 0,50 (forma Intermediária);

MF<sub>PD</sub> = 0,50 (H=12,00 mm);

MF<sub>A</sub> = 0,75 (Geostáticas de baixa intensidade);

RF<sub>CR</sub> = 1,60 (protuberância máxima de 12,00 mm); e



		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

$RF_{CBD} = 1,50$  (Chorume agressivo).

Aplicando a Equação D.3 aos parâmetros determinados, têm-se a gramatura mínima que o geotêxtil de proteção deverá apresentar, conforme a Tabela D-9.

**Tabela D-9: Cálculo da gramatura do Geotêxtil não tecido para a proteção da Geomembrana de impermeabilização.**

FS	P <sub>base</sub> (kPa)	P <sub>adm</sub> (kPa)	H (m)	F <sub>Ms</sub>	F <sub>M<sub>DR</sub></sub>	F <sub>MA</sub>	F <sub>R<sub>DQB</sub></sub>	F <sub>R<sub>FL</sub></sub>	M (g/m <sup>2</sup> )
4,5	253,75	1141,88	12	0,5	0,5	0,75	1,1	1,6	<b>120,58</b>

A partir do dimensionamento realizado para verifica-se que a gramatura mínima do geotêxtil não tecido agulhado deve ser de 120,58 g/m<sup>2</sup>. Ajustando aos geotêxtis existentes no mercado, verifica-se que o mesmo deverá apresentar gramatura mínima de 250 g/m<sup>2</sup>.

Assim, para a proteção da geomembrana deverá ser utilizado o **geotêxtil não tecido com gramatura #250 g/m<sup>2</sup>**. Ressalta-se que o geotêxtil de proteção deverá ser aplicado ao longo de toda a face superior da geomembrana (face em contato com aterro de 0,60 m do material de proteção).

### D.3 CÁLCULO DO COMPRIMENTO DE ANCORAGEM PARA A GEOMEMBRANA

Verificado a espessura da geomembrana e sua estabilidade, devem-se verificar as dimensões da trincheira de ancoragem da geomembrana.

Considerando a metodologia de KOERNER (1998) apud VERTERMATTI (2015), o cálculo da ancoragem máxima para a geomembrana é dada pela Equação D.4.

$$T^{adm} = \frac{\sigma_n \times L_{RO} \times (\tan \delta_u + \tan \delta_L) - P_A + P_P}{\cos \beta - (\sin \beta \times \tan \delta_L)} \quad \text{Equação D.4}$$

onde,

- $\sigma_n$ : peso do material de proteção por metro linear (a geomembrana deverá ser ancorada em vala sobre a crista do alteamento com material de preenchimento do alteamento – aterro compactado -  $\gamma^{aterro} = 17,50 \text{ kN/m}^3$ );

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124



- $\delta_u$ : ângulo de atrito entre a geomembrana e o material adjacente (acima), podendo ser solo, geotêxtil, concreto, entre outros;
- $T_{adm}$ : tensão admissível na geomembrana (17.500,00 kPa);
- $L_{RO}$ : comprimento de desenvolvimento antes da descida na trincheira de ancoragem;
- $\delta_u$  é o ângulo de atrito entre a geomembrana e o material adjacente (acima), podendo ser solo, geotêxtil, concreto, entre outros;
- $\delta_L$ : ângulo de atrito entre a geomembrana e o material inferior (em laboratório, obteve-se que  $6^\circ < \delta_L < 40^\circ$ );  
 $\beta$  é o ângulo de mobilização da geomembrana com a tensão horizontal (inclinação do talude) (70,20°);
- $P_A$ : tensão ativa contra o material de preenchimento da trincheira de ancoragem dada pela Equação D.5; e
- $P_P$ : tensão passiva contra o material de preenchimento da trincheira de ancoragem dada pela Equação D.6

$$P_A = (0,50 \times \gamma_{aterro} \times d_{aterro} + \sigma_n) \times K_A \times d_{aterro} \quad \text{Equação D.5}$$

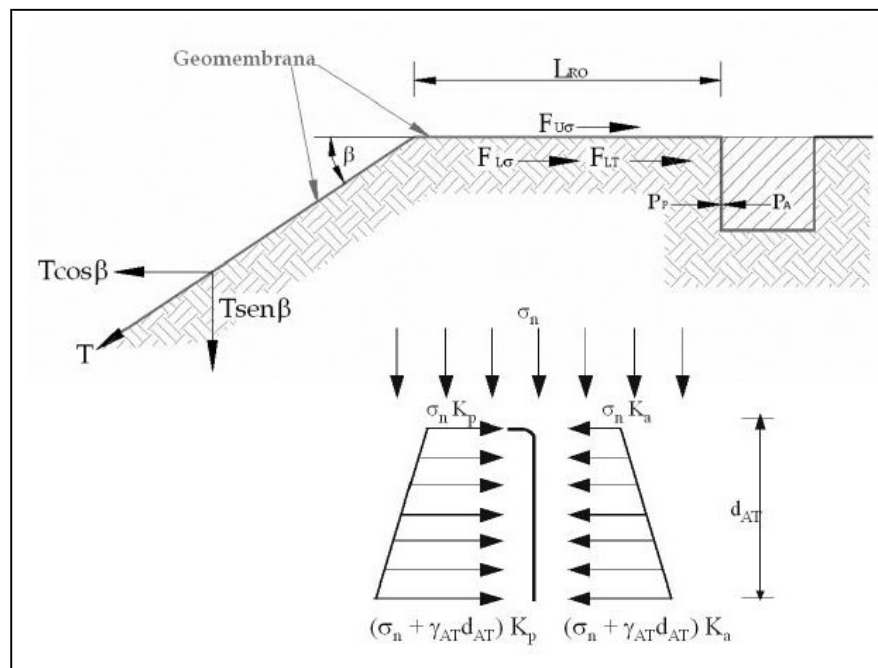
$$P_P = (0,50 \times \gamma_{aterro} \times d_{aterro} + \sigma_n) \times K_P \times d_{aterro} \quad \text{Equação D.6}$$

em que:

- $d_{aterro}$ : profundidade da trincheira;
- $\gamma_{aterro}$ : peso específico do aterro de preenchimento da trincheira;
- $\sigma_n$ : esforço normal aplicado pela sobrecarga (peso do aterro da trincheira);
- $K_A$ : coeficiente de empuxo ativo;
- $K_P$ : coeficiente de empuxo passivo;

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

A Figura D-3 apresenta o diagrama de forças atuantes na ancoragem.



**Figura D-3: Diagrama de forças atuantes em uma ancoragem por trincheira.**

O aterro da trincheira de ancoragem deverá ser executado com o mesmo material de preenchimento do solo reforçado. O aterro apresenta os seguintes parâmetros:

- Peso Específico ( $\gamma^{\text{aterro}}$ ): 17,50 kN/m<sup>3</sup>;
- Coesão ( $c'$ ): 14,70 KPa;
- Ângulo de atrito ( $\phi'$ ): 28,50°.

Assim, para o esforço normal atuante na trincheira, considerando o material do aterro que apresenta peso específico de 17,5 kN/m<sup>3</sup>, têm-se:

$$\gamma^{\text{aterro}} = 17,50 \text{ kN/m}^3 \rightarrow \sigma_n = 17,50 \times d_{\text{aterro}}$$

		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Para ângulo de atrito do aterro de 28,50° os coeficientes de empuxo ativos são determinados a partir das Equações D-7 e D-8

$$K_A = \frac{1 - \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)}{1 + \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)} \quad \text{Equação D.7}$$

$$K_P = \frac{1 + \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)}{1 - \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)} \quad \text{Equação D.8}$$

Os valores de empuxo ativo e passivo são apresentados na Tabela D-10

**Tabela D-10: Cálculo dos Empuxos Ativo e Passivo.**

$\phi'_{\text{aterro}} (^\circ)$	$45^\circ - \phi'/2$	$45^\circ + \phi'/2$	$K_A$	$K_P$
28,50	30,75	59,25	<b>0,35</b>	<b>2,83</b>

Para o cálculo das tensões ativas e passivas representadas na Equação D.5 e Equação D.6 temos:

- Tensão Ativa:  $P_A = 9,29 \times d_{\text{aterro}}^2$
- Tensão Passiva:  $P_P = 74,16 \times d_{\text{aterro}}^2$

Os ângulos de atrito para os materiais em contato com a geomembrana são os mesmos apresentados para o dimensionamento da espessura da geomembrana (ver item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), sendo  $\delta u = 8^\circ$  e  $\delta L = 18^\circ$ . Ressalta-se que assim como os ângulos de atrito foram obtidos a partir dos valores de referência apresentado em KOERNER (1998), sendo recomendado para as demais etapas do projeto a realização de ensaios de cisalhamento direto com a utilização do material de cobertura da geomembrana a fim de se atestar os ângulos adotados. Os corpos de prova deverão ser moldados nas mesmas condições estabelecidas para a geomembrana.

Aplicando os valores obtidos na Equação D.4 têm-se:

$$64,87 = d_{\text{aterro}}^2 \times 8,1455 + L_{RO} \times d_{\text{aterro}} = - 24,5860$$

Para a determinação do comprimento de ancoragem da geomembrana, optou-se pela adoração de um comprimento mínimo de desenvolvimento (LRO) igual a 1,50 m.

Substituindo o comprimento LRO em (1) temos a seguinte equação de 2º grau:

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

$$64,87 = d_{\text{aterro}}^2 + 12,2183 \times d_{\text{aterro}} = -24,5860$$

Resolvendo a equação de 2º grau, temos:

$$d'_{\text{aterro}} = 0,529$$

$$d''_{\text{aterro}} = - 0,72 \text{ (não aplicável)}$$

Portanto, a profundidade mínima dimensionada para a trincheira de travamento da geomembrana deve ser de 0,60 m.





 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

ANEXO E – MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

## E.1 INTRODUÇÃO

O presente documento refere-se à memória de cálculo estrutural da caixa de inspeção do projeto detalhado do Aterro de Resíduo Industrial H1, localizado na Planta Industrial de Queiroz, no município de Nova Lima/MG.

## E.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

A seguir, são listados os documentos utilizados para o desenvolvimento do projeto.

- AA-104-WA-0547-202-DS-017.DWG
- AA-104-WA-0547-202-DS-024.DWG

## E.3 CRITÉRIOS DE PROJETO

### NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

- NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
- NBR 6122:2010 – Projeto e execução de fundações
- NBR 8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
- NBR 14931:2003 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento

### SOFTWARES UTILIZADOS

- Cypecad

### PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

- Concreto

Peso específico:  $\gamma_{conc} = 2,5 \text{tf/m}^3$

Resistência característica à compressão:  $f_{ck} \geq 30 \text{MPa}$

Fator água-cimento:  $A/C \leq 0,55$

 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

Módulo de elasticidade secante:  $E_{cs} = 26.992\text{MPa}$

Classe de agressividade ambiental: III – Industrial

Cobrimento da armadura: 4cm

Abertura máxima de fissuras:  $w = 0,3\text{mm}$

- Aço

CA-50

Resistência característica à tração:  $f_{yk} = 500\text{MPa}$

Coefficiente de minoração de resistência: 1,15

- Solo

Peso específico:  $\gamma_{\text{solo}} = 1,75\text{tf/m}^3$

Ângulo de atrito interno:  $\varnothing = 28,5^\circ$

Tensão máxima admissível do terreno:  $\sigma_s = 0,15\text{MPa}$

- Água

Peso específico:  $\gamma_{\text{água}} = 1,0\text{tf/m}^3$

#### **E.4 CARREGAMENTOS**

##### **PESO PRÓPRIO**

- Calculado automaticamente pelo Cypecad.

##### **EMPUXO DA ÁGUA**

- Calculado automaticamente pelo Cypecad após informarmos o nível da água na estrutura. No caso, 30cm na parte interna.

##### **EMPUXO DO SOLO**



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

- Calculado automaticamente pelo Cypecad após informarmos os parâmetros e o nível do solo na estrutura, além de possíveis sobrecargas, por exemplo, veículos.

#### SOBRECARGA NA TAMPA METÁLICA

- Considerados 2kN/m<sup>2</sup>.



#### VEÍCULOS

- Foi informado pelo departamento de geotecnia da WALM que poderia vir a trafegar próximo da caixa de inspeção, mas não a menos de 1m dela, um caminhão basculante cujo PBT (peso bruto total) seria de 35ton. Considerando, para efeito de cálculo, o caminhão FMX 6x6T da Volvo, cujo PBT é de 35ton, foi verificado nas especificações técnicas que o eixo dianteiro transmite ao solo 9ton, e o traseiro, 26ton.

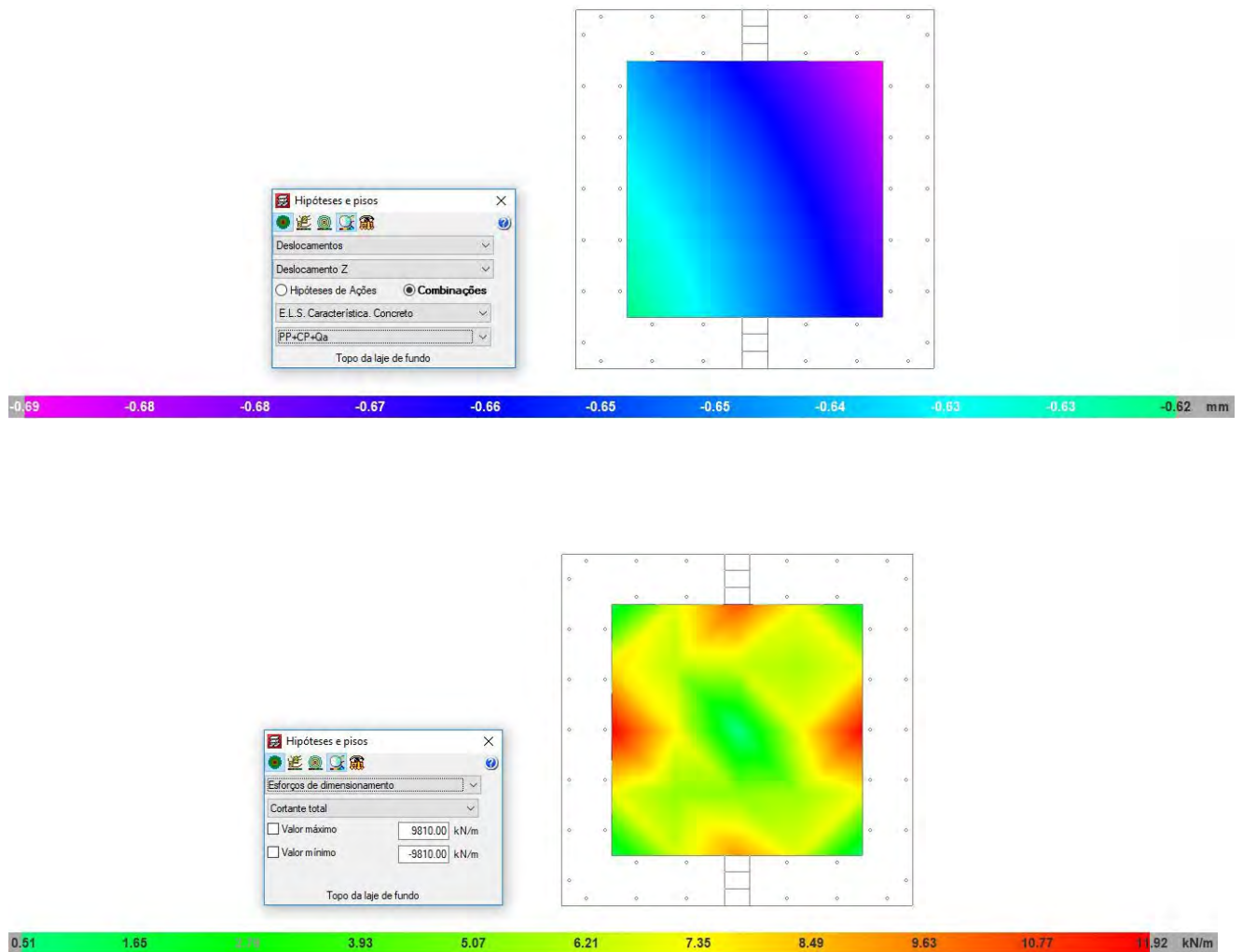
### E.5 DIMENSIONAMENTOS/VERIFICAÇÕES

#### 3D DA ESTRUTURA



		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>N° ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>N° CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	

RESULTADOS PARA A LAJE DO FUNDO (ESPESSURA = 20CM)





# ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ

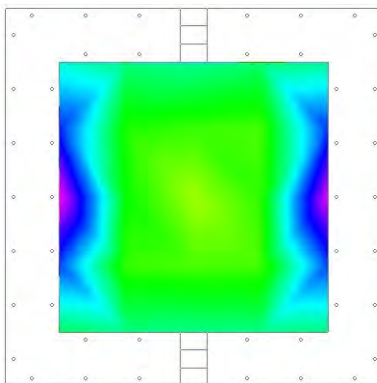
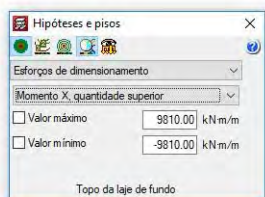
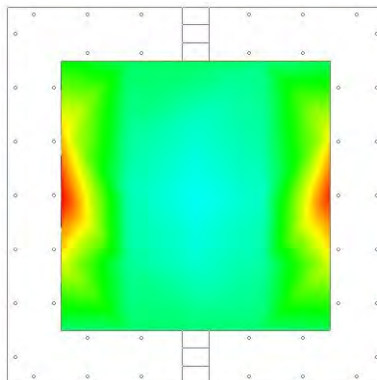
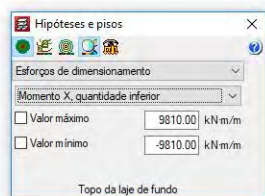
PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº ATG  
AA-104-WA-0547-202-RL-004

Revisão: 5

Nº CONTRATADA  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003

Folha  
1/124





# ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ

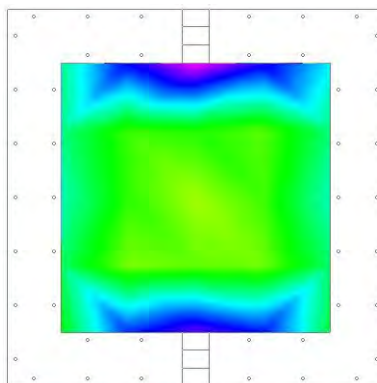
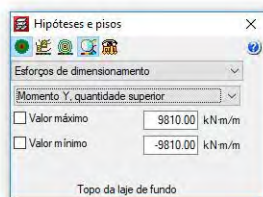
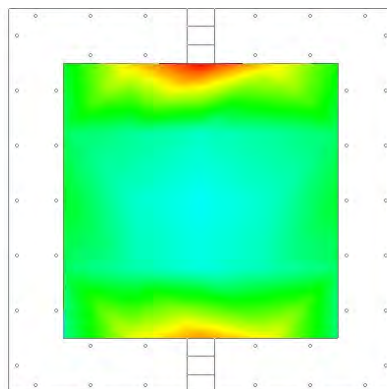
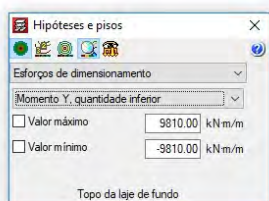
PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº ATG  
AA-104-WA-0547-202-RL-004

Revisão: 5

Nº CONTRATADA  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003

Folha  
1/124





# ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ

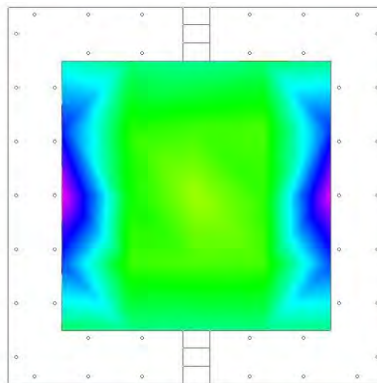
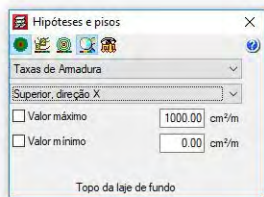
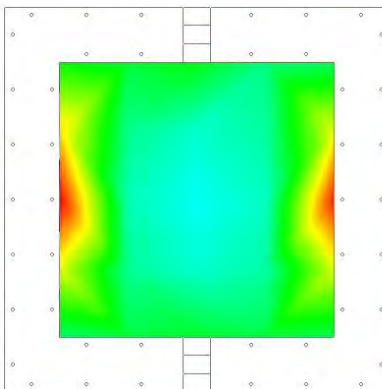
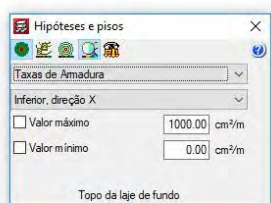
PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº ATG  
AA-104-WA-0547-202-RL-004

Revisão: 5

Nº CONTRATADA  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003

Folha  
1/124







**ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –  
PLANTA DO QUEIRÓZ**

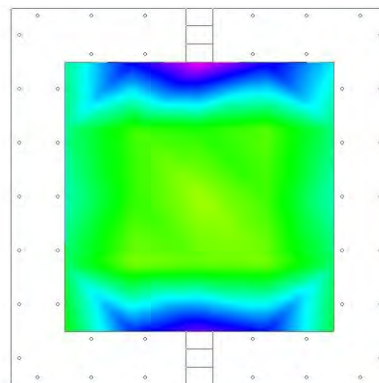
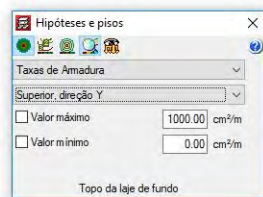
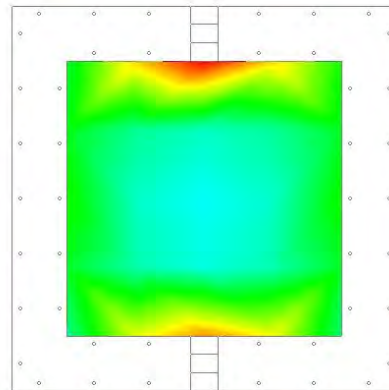
**PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO**


**N° ATG  
AA-104-WA-0547-202-RL-004**

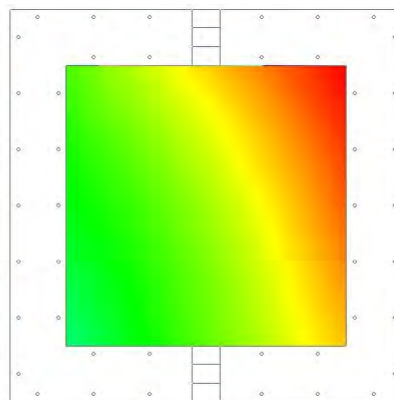
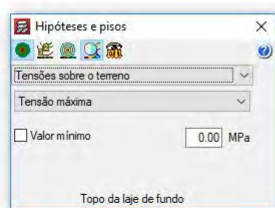
**Revisão: 5**

**N° CONTRATADA  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003**

**Folha  
1/124**



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIROZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

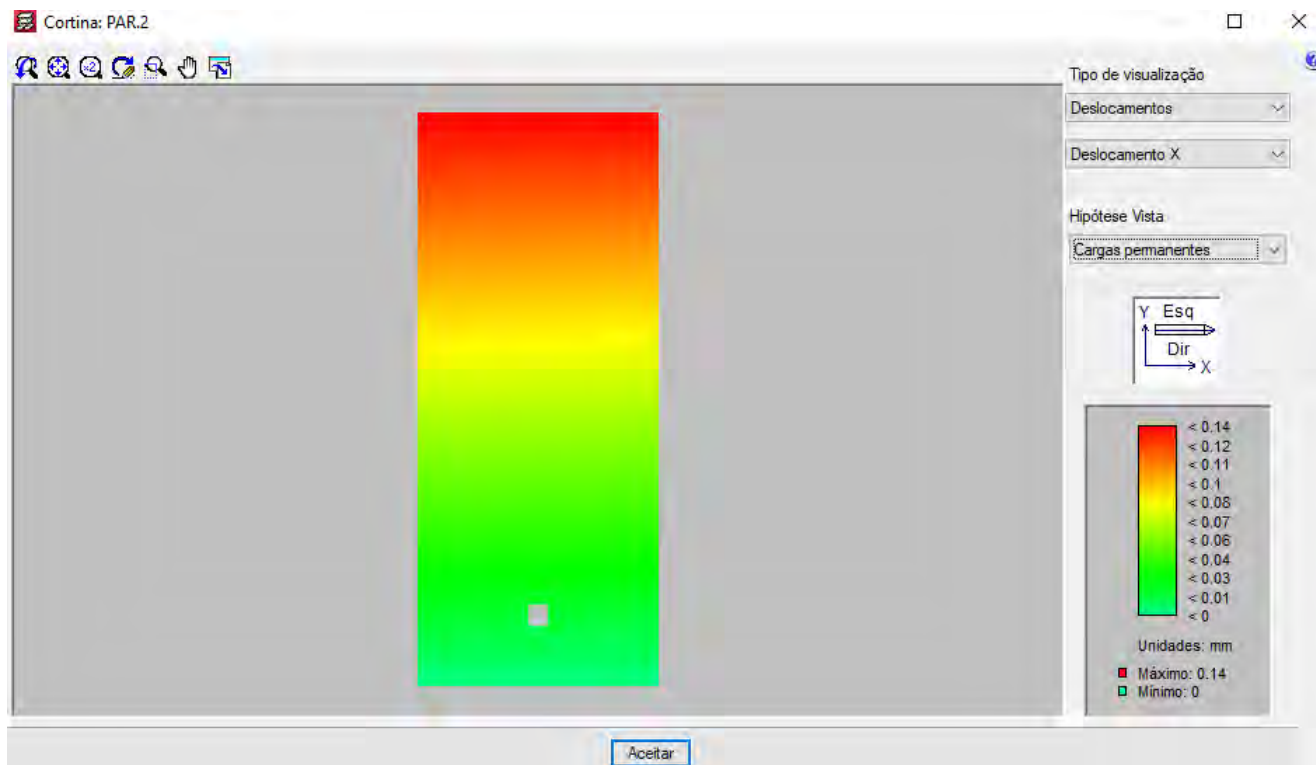


Valor constante: 0.03 MPa

A armadura adotada para a laje do fundo foi de Ø10,0 c/15cm, superior e inferior nos dois sentidos.

RESULTADOS PARA AS PAREDES (ESPESSURA = 20CM)

Deslocamentos:





**ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –  
PLANTA DO QUEIROZ**

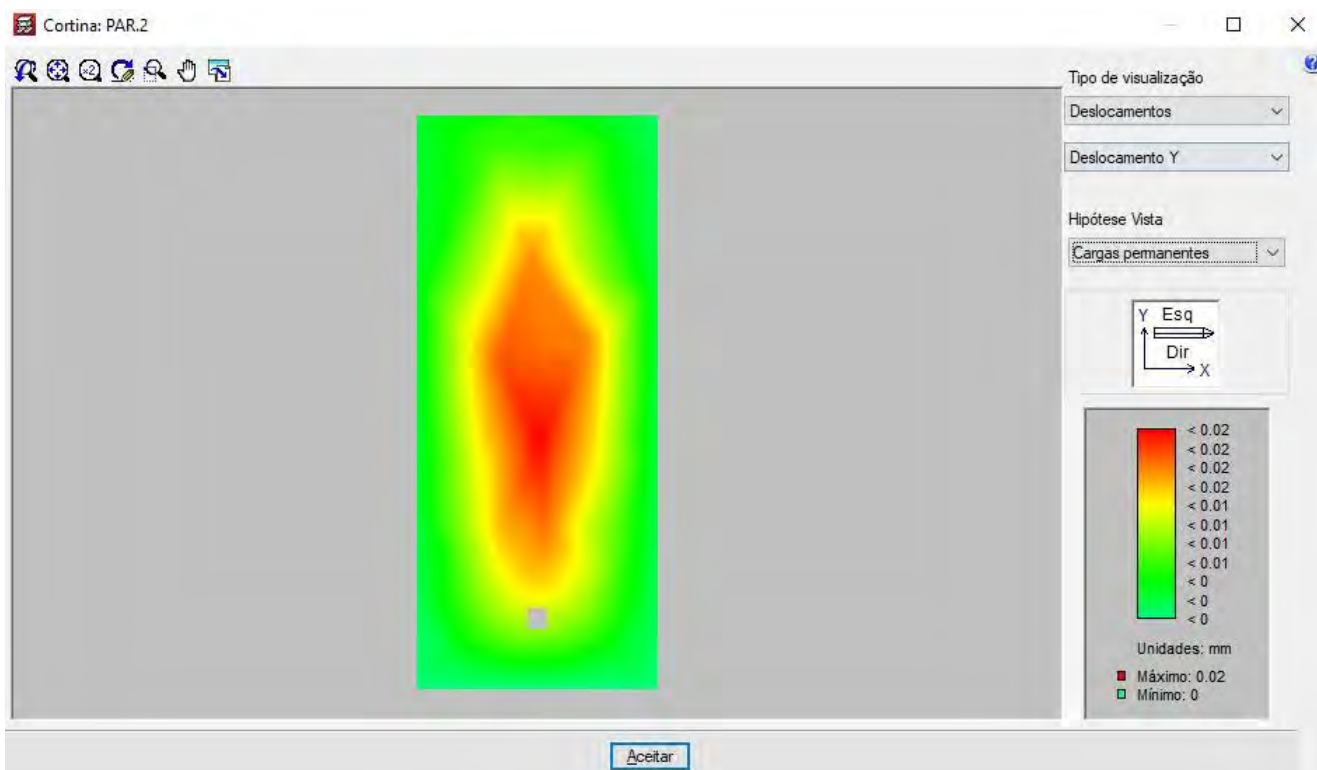
**PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO**



**N° ATG**  
AA-104-WA-0547-202-RL-004

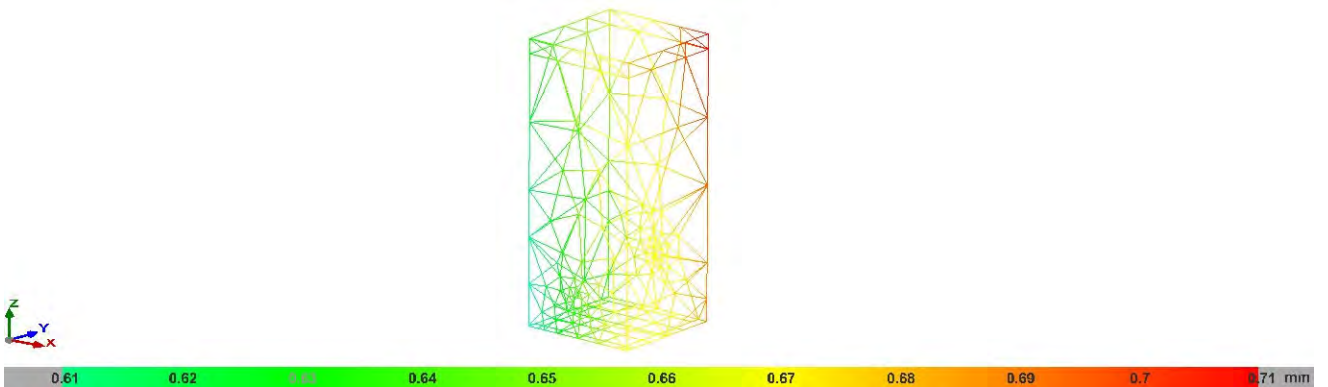
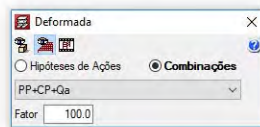
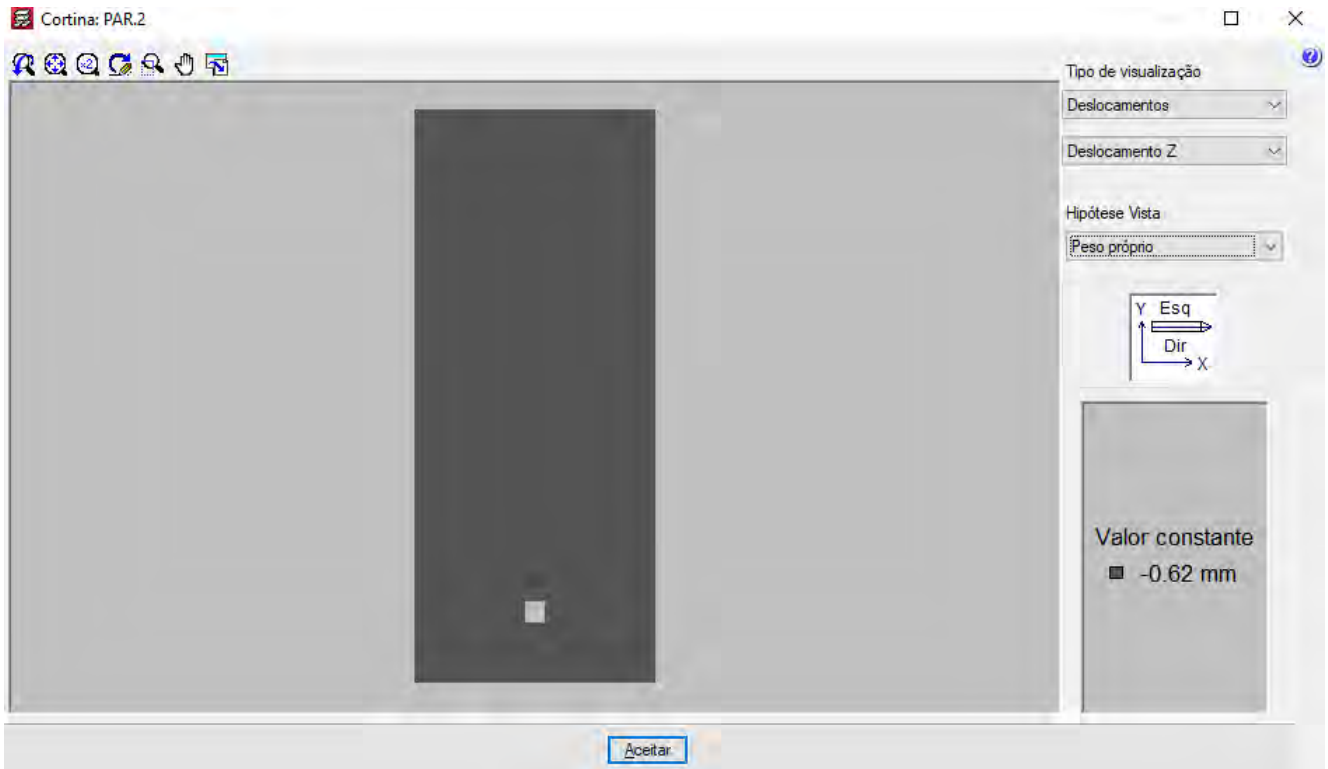
**Revisão: 5**

**N° CONTRATADA**  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003

**Folha**  
1/124



		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIROZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

Esforços desfavoráveis:

- Referências

Aproveitamento: Nível de tensões (relação entre a tensão máxima e a admissível). Equivale ao inverso do coeficiente de segurança

Nx : Axial vertical

Ny : Axial horizontal

Nxy : Axial tangencial

Mx : Momento vertical (em torno do eixo horizontal)

My : Momento horizontal (em torno do eixo vertical)


Mxy : Momento torsor

Qx : Cortante transversal vertical

Qy : Cortante transversal horizontal

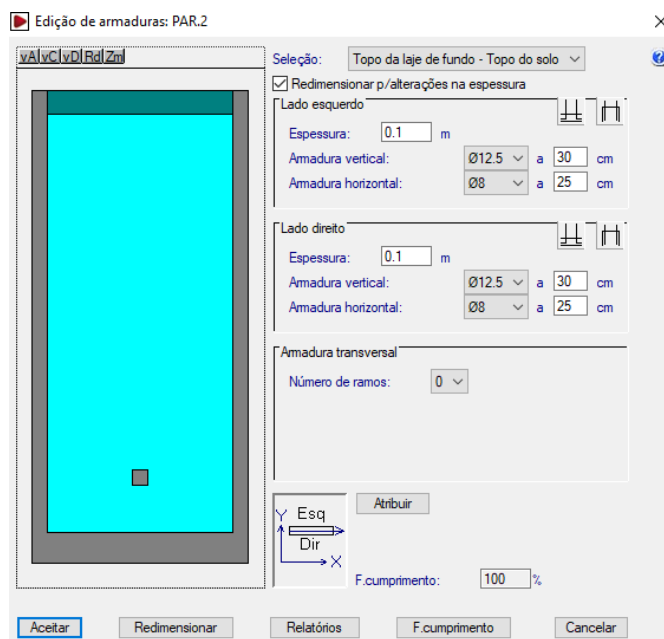
Cortina PAR.2: Comprimento: 120 cm [Nó inicial: 0.15;0.15 -> Nó final: 1.35;0.15]											
Planta	Verificação	Aproveitamento (%)	Desfavoráveis								
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)	
Topo das paredes (e=20.0 cm)	Arm. vert. dir.	0.32	-1.65	-9.14	2.42	-1.18	2.46	-0.73	---	---	
	Arm. horz. dir.	0.32	-0.19	-4.05	-0.25	0.00	-1.36	-0.08	---	---	
	Arm. vert. esq.	0.19	-0.90	-9.02	-0.82	0.50	-0.67	0.96	---	---	
	Arm. horz. esq.	0.62	-1.65	-9.14	2.42	-1.18	2.46	-0.73	---	---	
	Concreto	1.67	-1.65	-9.14	2.42	0.03	2.46	-0.73	---	---	
	Arm. transv.	1.64	-1.65	-9.14	2.42	---	---	---	9.37	-10.38	
Topo do solo (e=20.0 cm)	Arm. vert. dir.	0.58	-7.70	-35.67	0.42	-2.02	-3.42	0.25	---	---	
	Arm. horz. dir.	1.11	-1.77	-27.80	-0.19	0.04	-3.89	-0.01	---	---	



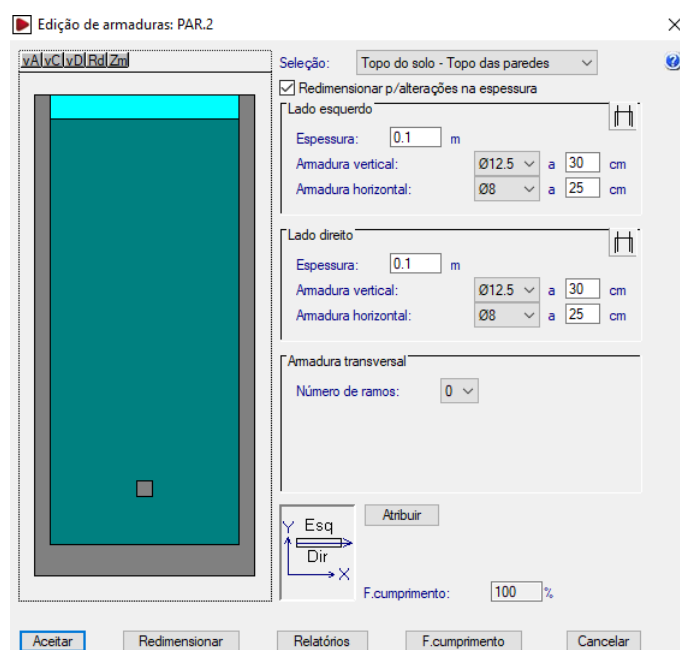
		<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 – PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA PLANTA DO QUEIROZ ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>
		<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124

Cortina PAR.2: Comprimento: 120 cm [Nó inicial: 0.15;0.15 -> Nó final: 1.35;0.15]										
Planta	Verificação	Aproveitamento (%)	Desfavoráveis							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
	Arm. vert. esq.	1.27	-30.83	-1.90	0.44	3.78	0.51	-0.11	---	---
	Arm. horz. esq.	1.88	-10.80	-36.71	2.21	-0.22	7.16	0.03	---	---
	Concreto	4.56	-10.80	-36.71	2.21	-0.22	7.16	0.03	---	---
	Arm. transv.	2.75	-14.40	-35.52	-0.26	---	---	---	3.36	-23.27

Após os cálculos, o software retornou a seguinte armação:



 <b>ANGLOGOLD ASHANTI</b>	 <b>WALM</b> ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	<b>ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –          PLANTA DO QUEIRÓZ</b>	
<b>PROJETO DE ENGENHARIA          PLANTA DO QUEIROZ          ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1          RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>Nº ATG</b> AA-104-WA-0547-202-RL-004	<b>Revisão: 5</b>	
	<b>Nº CONTRATADA</b> WBH013-19-ANGL001-RTE-003	<b>Folha</b> 1/124	



A armadura vertical adotada para as paredes foi de  $\varnothing 10,0$  c/15cm, e a armadura horizontal adotada,  $\varnothing 8,0$  c/20cm.

No cálculo das paredes foi considerada a Teoria da Elasticidade para o empuxo em repouso, considerando o solo saturado e sem coesão.



**ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1 –  
PLANTA DO QUEIRÓZ**

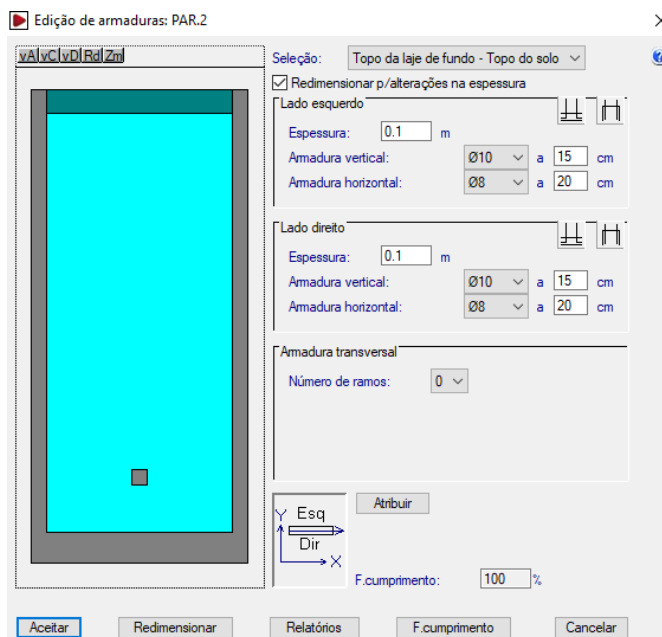
**PROJETO DE ENGENHARIA  
PLANTA DO QUEIROZ  
ATERRO DE RESÍDUO INDUSTRIAL H1  
RELATÓRIO TÉCNICO**

**N° ATG**  
AA-104-WA-0547-202-RL-004

**Revisão: 5**

**N° CONTRATADA**  
WBH013-19-ANGL001-RTE-003

**Folha**  
1/124







# ANEXO 04

## RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA SURGÊNCIA DA ÁREA DE EMPRÉSTIMO DA PLANTA DO QUEIROZ/NOVA LIMA - LUME ESTRATÉGIA AMBIENTAL - OUT/2019.







# **CARACTERIZAÇÃO SURGÊNCIA DA ÁREA DE EMPRÉSTIMO DA PLANTA DO QUEIROZ**

**NOVA LIMA**

Outubro/2019



**LUME**  
estratégia ambiental



## **SUMÁRIO**

<b>1. INFORMAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>1</b>
1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR .....	1
1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	1
1.3. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO AMBIENTAL .....	1
1.4. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO AMBIENTAL .....	1
<b>2. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>3. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO .....</b>	<b>3</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>5</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>10</b>
5.1. HIDROGEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA.....	10
5.2. HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS DAS SUBTERRÂNEAS (NASCENTE GROTA SUL E SURGÊNCIA).....	14
5.2.1. ANÁLISE DOS PARÂMETROS .....	14
5.2.1.1. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE) .....	14
5.2.1.2. SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (STD) .....	14
5.2.1.3. SULFATOS - SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> .....	15
5.2.2. SÍNTESES DOS RESULTADOS.....	15
5.3. CARATERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁREA DE EMPRÉSTIMO .....	15
5.3.1.1. NASCENTE GROTA SUL .....	16
5.3.1.2. SURGÊNCIA.....	17
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>24</b>
8.1. ANEXO I - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DA SONDA .....	24
8.2. ANEXO II - LAUDOS LABORATORIAIS .....	25
8.3. ANEXO III – ANOTAÇÕES RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	26

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 – Localização do empreendimento. ....	4
Figura 2 - Localização das feições hídricas estudadas. ....	6
Figura 3 - Ficha de registro de campo das nascentes. ....	9
Figura 4 – Hidrogeologia da região da Planta Queiroz. ....	11
Figura 5 - <b>Região no entorno da Barragem Rapaunha, com os pontos de coleta d'água e as principais lineamentos do entorno.</b> ....	13
Figura 6 - Local de exfiltração da Nascente. ....	16
Figura 7 - Entorno da Nascente. ....	16
Figura 8 – Localização da Surgência (em seus dois pontos) e da Nascente Grota Sul. ....	17
Figura 9 - Detalhe do ponto de surgência em cota superior na área de empréstimo. ....	18
Figura 10 - Detalhe do ponto de surgência em cota inferior na área de empréstimo. ....	18
Figura 11 - Perfil hidrogeológico apresentando a origem da gênese da Surgência, sendo esta induzida pela atividade antrópica. ....	20

**ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 - Localização das feições estudadas ....	5
Tabela 2 - Parâmetros analisados ....	7
Tabela 3 - Resultados físico-químicos das amostragens. ....	14



**1. INFORMAÇÕES GERAIS****1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR**

Razão Social	AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A.		
CNPJ	18.565.382/0001-66		
Endereço	Fazenda São Bento – S/N – Zona Rural	CEP	35960-000
Telefone	(31) 3589-1766	E-mail	ccscalabrini@anglogoldashanti.com.br
Município	Santa Bárbara	Distrito	Barra Feliz

**1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

<b>Área de Estudo</b>	Surgência Área de Empréstimo – Planta Industrial do Queiroz
<b>CNPJ</b>	18.565.382/0006-70
<b>Endereço</b>	Fazenda Rapaunha, S/N, Estrada do Queiroz, Bairro Galo Novo

**1.3. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO AMBIENTAL**

<b>Nome</b>	Lume Estratégia Ambiental
<b>CNPJ</b>	06.213.273/0001-09
<b>Cadastro IBAMA</b>	609023
<b>Endereço</b>	Av. Engenheiro Carlos Goulart, 24, sala 401
<b>Telefone</b>	(31) 3282-0353
<b>Responsável Técnico</b>	Marco Antônio Batista
<b>Registro no CREA</b>	61.076/D
<b>E-mail</b>	marco@lumeambiental.com.br

**1.4. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO AMBIENTAL**

<b>Profissional</b>	<b>Registro Profissional</b>
Henrique Alves Pesciotti	CREA MG 157.079/D
João César Cardoso do Carmo	CREA MG 29.184/D
João Vicente de Figueiredo Mariano	CREA MG 45.425/D

## **2. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS**

---

Durante as adequações e alteamentos das barragens Calcinados e Rapaunha, foi realizada a retirada de solo de área de bota-fora da Planta Industrial do Queiroz. A área de empréstimo, localizada a jusante da Barragem Rapaunha, anteriormente à intervenção, consistia em uma colina de amplitude média cujo terço inferior da vertente se conectava a uma área brejosa, alimentada pelos fluxos de base (nível freático) e por uma nascente com pequenas vazões típicas dos sistemas aquíferos pertencentes ao Grupo Nova Lima.

Após a retirada dos solos superficiais e do retaludamento da encosta da área de empréstimo, foi constatada a presença de pontos de surgência de água, que não existiam anteriormente à mudança de morfologia do relevo. Trata-se possivelmente de uma surgência antropogênica formada a partir da interceptação do nível potenciométrico pela superfície topográfica.

Tendo esse contexto em mente, propõe-se, neste relatório, caracterizar a surgência situada na área de empréstimo, por meio de análises hidroquímicas, comparando com as características de um afloramento d'água natural mais próximo, e outras nascentes naturais descritas pela literatura. Ademais, será realizada uma análise do contexto hidrogeológico e fisiográfico da feição hídrica de interesse.

Tais análises tem como objetivo obter informações precisas acerca da natureza e dinâmica hídrica da surgência supracitada, possibilitando inferências sobre sua gênese e, conseqüentemente, municiando o empreendedor no planejamento operacional da planta.

### **3. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO**

---

As feições hídricas estudadas encontram-se na Planta Industrial do Queiroz, inserida no imóvel Fazenda Rapaunha, de posse da AngloGold Ashanti, localizado no município Nova Lima, próximo aos limites municipais de Raposos. As feições objeto deste estudo distam aproximadamente 27 km do centro do município de Belo Horizonte.

Para o acesso à Planta do Queiroz, partindo de Belo Horizonte, segue-se pela Avenida Senhora do Carmo até a BR-356, em seguida pelas estradas de ligação para Nova Lima, Rodovia Januário Carneiro e Rodovia José Francisco da Silva, até atingir a segunda rotatória, onde será acessada a estrada para Queiroz por meio da AMG-15 (Figura 1).

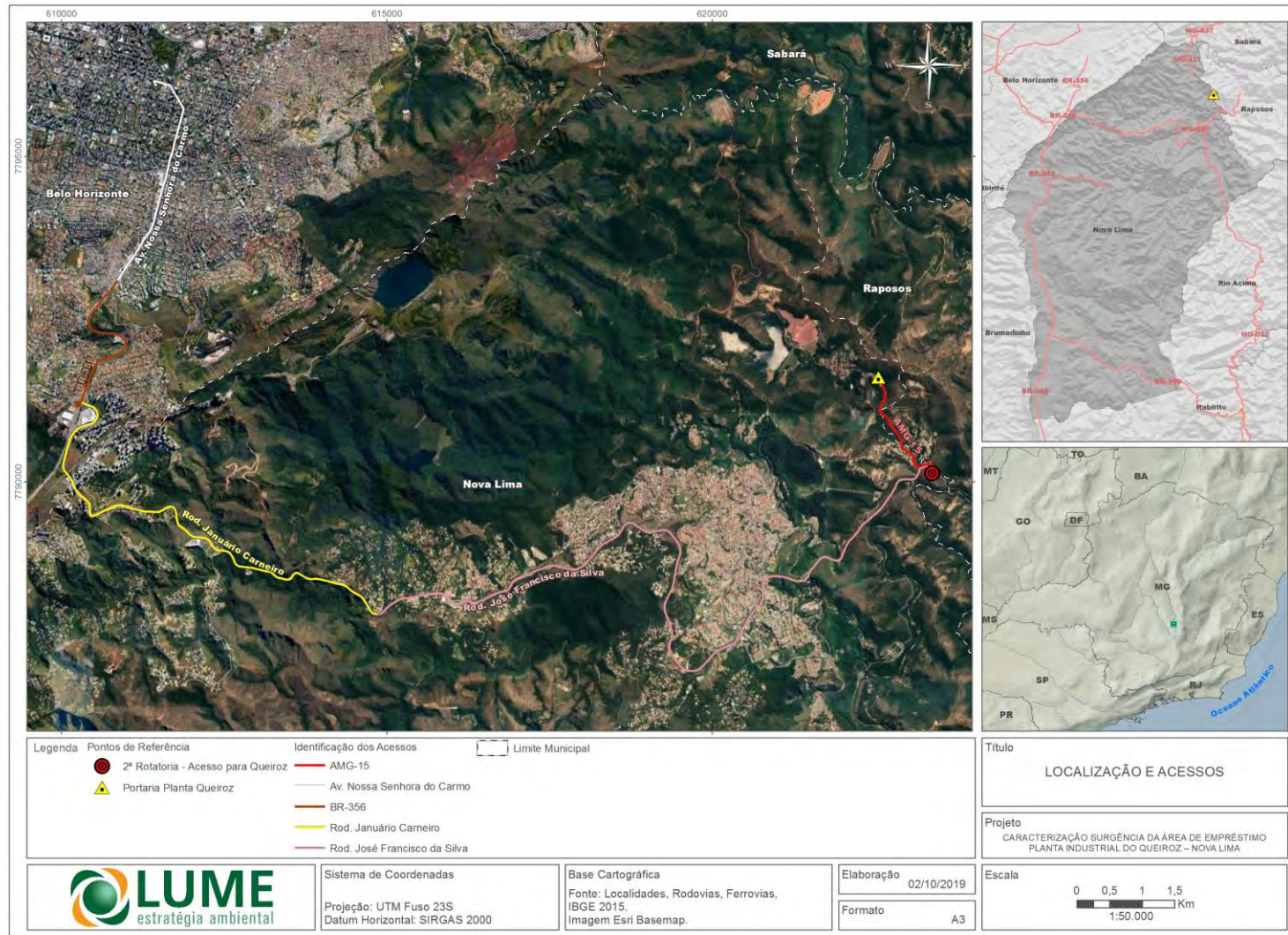


Figura 1 – Localização do empreendimento.

#### 4. METODOLOGIA

Para atender os objetivos deste relatório foram empregadas duas análises distintas, porém complementares. O primeiro conjunto de métodos consiste na análise hidroquímica das águas, realizada com o intuito de identificar concentrações de elementos particulares em cada uma das feições estudada. Já a segunda metodologia, consiste em identificar, por meio de levantamentos de campo, o contexto hidrogeológico e fisiográfico das feições hídricas, de modo a reconhecer os fatores responsáveis por suas gênese.

A análise hidroquímica estabelece bases para o conhecimento do modelo hidrogeoquímico das águas subterrâneas, com o objetivo de identificar e definir as características físico-químicas das águas, que podem ser resultantes das litologias das unidades aquíferas, dos fenômenos meteorológicos modificadores ou de possíveis fontes de alteração.

A caracterização das feições hídricas teve como objetivo apontar a origem das águas, fornecendo, assim, dados que possibilitem classificá-las como nascentes ou surgências, ou seja, se são de origem natural ou antropogênica. Neste contexto, foram realizadas duas campanhas amostrais, as quais foram analisadas por laboratórios distintos, de modo a alcançar um maior grau de confiabilidade nos resultados. A primeira campanha, realizada em maio de 2019, teve suas amostras enviadas ao laboratório da AngloGold Ashanti. A segunda amostragem ocorreu no final do mês de agosto, sendo analisada pelo laboratório da empresa Mérieux Nutrisciences. Ambas amostragens foram efetuadas durante o período seco, a fim de caracterizar quimicamente, de modo mais preciso, as exsudações hídricas subterrâneas.

Os pontos analisados foram: a Barragem Rapaunha (P1); a surgência encontrada na área de empréstimo (P2); e uma nascente pontual próxima (P3). Considera-se que essa última é alimentada por fluxos hídricos naturais. A Tabela 1 e a Figura 2 apresentam a localização das feições alvo da caracterização.

Tabela 1 - Localização das feições estudadas

Ponto	Descrição	Sist. de Coord. UTM Datum SIRGAS 2000		Cota topográfica (m)
		Leste	Norte	
P1	Água da Barragem Rapaunha	621057	7791746	856
P2	Surgência na área de empréstimo	621084	7791559	851
P3	Nascente pontual natural	621161	7791516	844



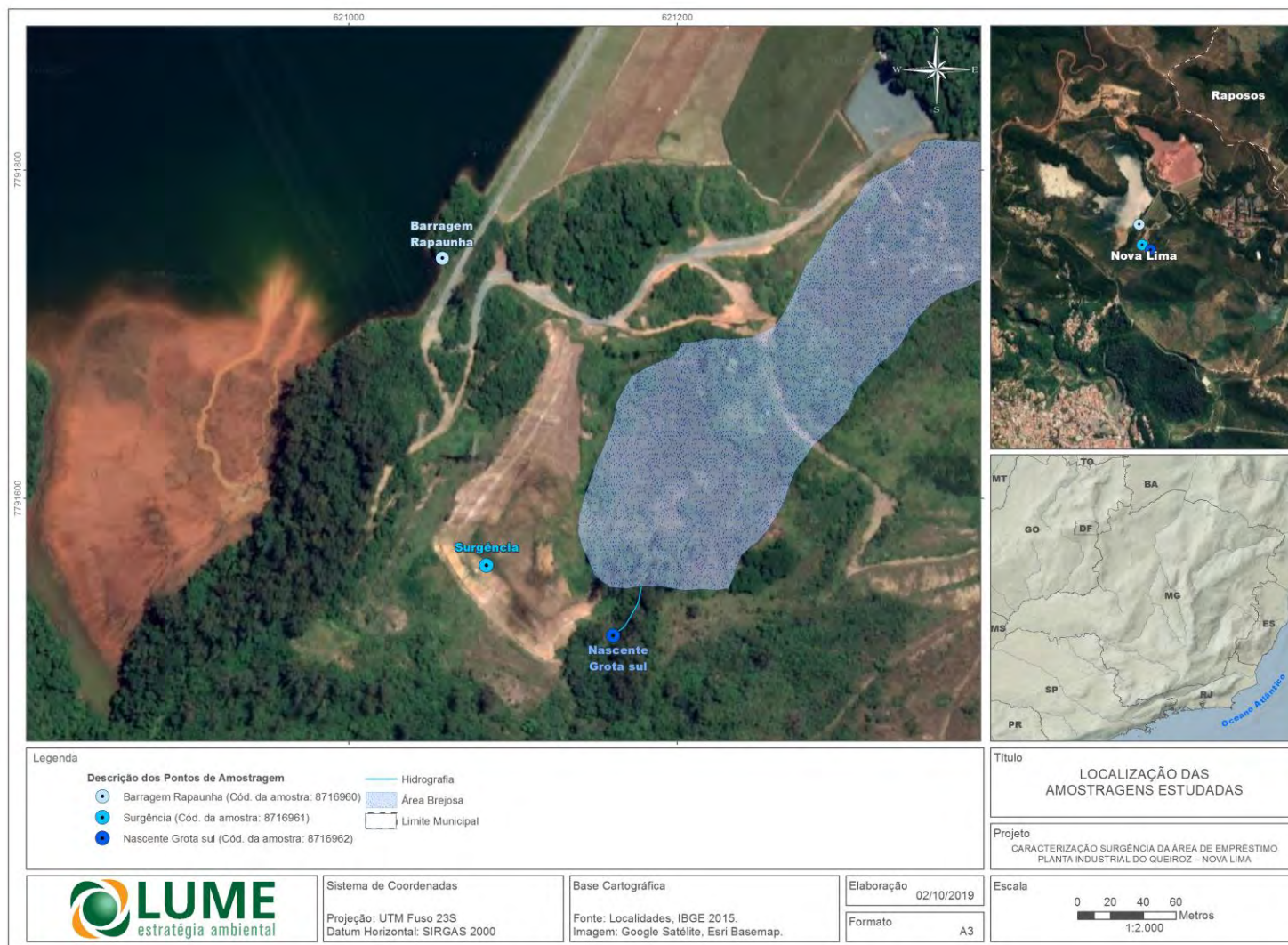


Figura 2 - Localização das feições hídricas estudadas.

Optou-se por analisar a água da barragem de rejeitos e a água a montante da surgência, em virtude da possibilidade de ocorrer uma ligação subsuperficial entre essas feições hídricas, a partir de suas localizações. A possível conexão ocorreria por meio do acúmulo de água em posição altimétrica superior, elevando o gradiente potenciométrico. Para a avaliação hidroquímica foi então definida a relação dos parâmetros apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros analisados

	<b>Descrição dos parâmetros</b>	<b>Análise do parâmetro</b>
1	Condutividade elétrica	<i>In situ</i>
2	Sólidos totais dissolvidos	Laboratório
3	Sulfatos	Laboratório

*In situ* foram aferidos os parâmetros físico-químicos pH (potencial hidrogeniônico), ORP (potencial redox), Oxigênio Dissolvido (OD), Condutividade Elétrica (CE), turbidez e temperatura, mediante estabilização destes durante a amostragem, com emprego de sonda multiparâmetro *Hanna HI98194* e turbidímetro *HI98703-01*, todos devidamente calibrados (ANEXO I - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DA SONDA).

As coletas das águas foram realizadas com emprego da técnica *lowflow* (baixa vazão), em que se utiliza uma célula de fluxo para minimizar eventual perda do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) dissolvido na água. Nessa atividade foi empregado o equipamento *Speed Filter*, fabricado pela Sauber System Ambiental, por meio de filtro com porosidade de 0,45 µ.

As amostras foram devidamente identificadas e conservadas em gelo, com o objetivo de manter temperaturas em torno de 4°C, até serem entregues aos laboratórios Queiroz e Mérieux NutriSciences. Os laboratórios em questão são devidamente acreditados para os ensaios analíticos especificados, junto à Coordenação Geral de Acreditação (CGCRE) do INMETRO.

Julgou-se necessário realizar a caracterização dos contextos hidrogeológicos e da paisagem, com o objetivo de melhor compreender os processos genéticos das águas subterrâneas encontradas na área e apontar as condições que propiciam a sua gênese.

Inicialmente, foi executada a caracterização das unidades hidrogeológicas do entorno das feições estudadas. Este levantamento foi realizado utilizando dados do mapeamento da CODEMIG em escala 1:50.000 (BALTAZAR *et al.*, 2005; BEATO *et al.*, 2005). Em seguida foram identificados os lineamentos por meio de fotointerpretação da imagem GeoEye obtida pelo *software* Google Earth.

Em campo, também se caracterizou a vazão, pois volumes elevados podem estar associados às descargas de aquíferos cársticos e fissurais. Buscou-se, deste modo, aferir a vazão para nascente e para a surgência. Nessa tarefa, o método de recipiente volumétrico se mostrou o mais adequado. O método volumétrico envolve a adaptação de tubos e recipientes de volumes conhecidos, com a marcação do tempo decorrido para que um determinado volume de água ocupe o recipiente.

Por fim, com base na literatura especializada, foi efetuada a classificação da nascente conforme as diversas tipologias descritas. Conceitualmente, nascentes são pontos de afloramentos superficiais de água subterrânea, seja de origem natural ou induzidos por atividade antrópica, que aparecem na natureza condicionadas à determinadas situações como:


- contato de rocha saturada com uma rocha impermeável;

- contato do manto de alteração/solo da própria rocha com a sua porção compactada;
- descontinuidades tectônicas (falhas geológicas, juntas, diáclases, etc.) que, por vezes, produzem artesianismo (confinados entre duas camadas impermeáveis);
- pontos onde a superfície potenciométrica encontra a superfície topográfica, normalmente associadas às depressões do terreno;
- ainda há de se considerar a existência de afloramentos de água em áreas cársticas que possuem características particulares.

De forma genérica, as nascentes naturais, com base nos elementos que controlam seu aparecimento, vazão e posição relativa à superfície, podem ser caracterizadas conforme a sua exfiltração (saída) e seu regime hídrico.

- Quanto à sua exfiltração, a literatura específica dois tipos:
  - nascente pontual, quando a água se dá de forma concentrada em um único ponto;
  - nascente difusa, quando vários são os pontos de exfiltração, normalmente formando uma área embrejada.
- Têm-se outras duas tipologias de classificação de acordo com a dinâmica hidrológica:
  - nascentes perenes, que se manifestam durante o ano todo, com vazão podendo variar ao longo do ano hidrológico, porém nunca secando;
  - nascentes intermitentes, que fluem durante a estação chuvosa, mas secam durante parte do ano (estação seca). Os fluxos podem perdurar de poucas semanas até meses;
  - nascentes temporárias ou efêmeras, que ocorrem somente em resposta direta à precipitação pluviométrica.

As informações listadas foram obtidas de modo sistemático com base na ficha de campo apresentada a seguir.

 <b>LUME</b> estratégia ambiental <b>BACIA ASSOCIADA</b>	NOME		DATA	
	TIPO DE PONTO		HORA	
	REGIME	INVENT. ANT.		
	CURSO D'ÁGUA			

LOCALIZAÇÃO					
Datum:	Coord.:	Cota:	E:	N:	Precisão:
WGS-84	UTM/Fuso 23K		E:	N:	Precisão:
			E:	N:	Precisão:

CONDIÇÕES DO TEMPO					
Chuva nas últimas 48 horas	( ) Sim	( ) Não	Chuva nas últimas 24 horas	( ) Sim	( ) Não
Condições do tempo	( ) ensolarado	( ) sol entre nuvens	( ) nublado	( ) chuvoso	

DESCRIÇÃO DO PONTO E SEU ENTORNO			
Litologia			
Solo / Cobert. Superf.	Textura	Origem	
Nascente	Morfologia	Tipo de Exfiltração	
	Descrição		
Vegetação			

QUALIDADE DAS ÁGUAS					
Cor			Odor		
Partículas sólidas visíveis			Temperatura do ar		
ORP			OD		
pH			T. da Água		
Fotos			Observações		

AFERIÇÃO DA VAZÃO DA NASCENTE		
Método		
Obs.:		

Croqui e Descrição do Situação e Acesso	Esquema geológico do ponto
Fotos	Fotos

Figura 3 - Ficha de registro de campo das nascentes.

## **5. RESULTADOS**

---

### **5.1. HIDROGEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA**

Localizada na porção nordeste do Quadrilátero Ferrífero, a área da Planta do Queiroz se encontra sustentada por um arcabouço geológico constituído por rochas metassedimentares do Grupo Nova Lima. Conforme Silva (2005), essa unidade é representada por uma sucessão de micaxistos com lentes e zonas de formações ferríferas, grauvacas e subgrauvacas, quartzito, conglomerado, rochas metavulcânicas, xistos e filitos grafitosos, quartzo-anquerita xisto e outros metassedimentos, recoberta por coberturas recentes que consistem no manto de alteração, basicamente resultante do xisto. O produto do intemperismo do xisto resulta em sedimentos argilo-siltosos e argilo-siltico-arenosos, recobertos sob uma delgada camada de solo. É comum a presença, no topo do manto de alteração, nos sedimentos mais superficiais da cobertura detritica, horizontes argilosos com conteúdo expressivo de matéria orgânica. Essa configuração também pode ser observada nas áreas mais rebaixadas do relevo.

Neste arcabouço geológico, as águas subterrâneas percolam por duas unidades aquíferas distintas. A primeira, em posição superior, apresenta natureza granular ou porosa, desenvolvida no manto de alteração das rochas xistosas, cuja característica principal é apresentar porosidade primária. Ao passo que a segunda, sotoposta ao aquífero granular, é do tipo fraturado ou fissurado, onde a circulação e o armazenamento das águas estão condicionados ao sistema de porosidade de natureza secundária, desenvolvida em rochas sãs, a partir de esforços de compressão e distensão gerados em eventos tectônicos que afetaram a região. Para esse último, dá-se o nome Sistema Aquífero Xistoso (Figura 4).

O aquífero granular, que hospeda as águas subterrâneas regionais, é descontínuo, livre, fortemente heterogêneo e anisotrópico. As porosidades e permeabilidades são bastante variadas em razão da diversidade dos fatores físico-químicos na formação dos sedimentos e meteorização das rochas, podendo apresentar valores altos, como nas coberturas lateríticas, onde praticamente toda a água precipitada infiltra. Por outro lado, em sedimentos ou solos residuais com expressiva quantidade de fração argila, a permeabilidade é baixa, dificultando a infiltração e o escoamento subterrâneo.



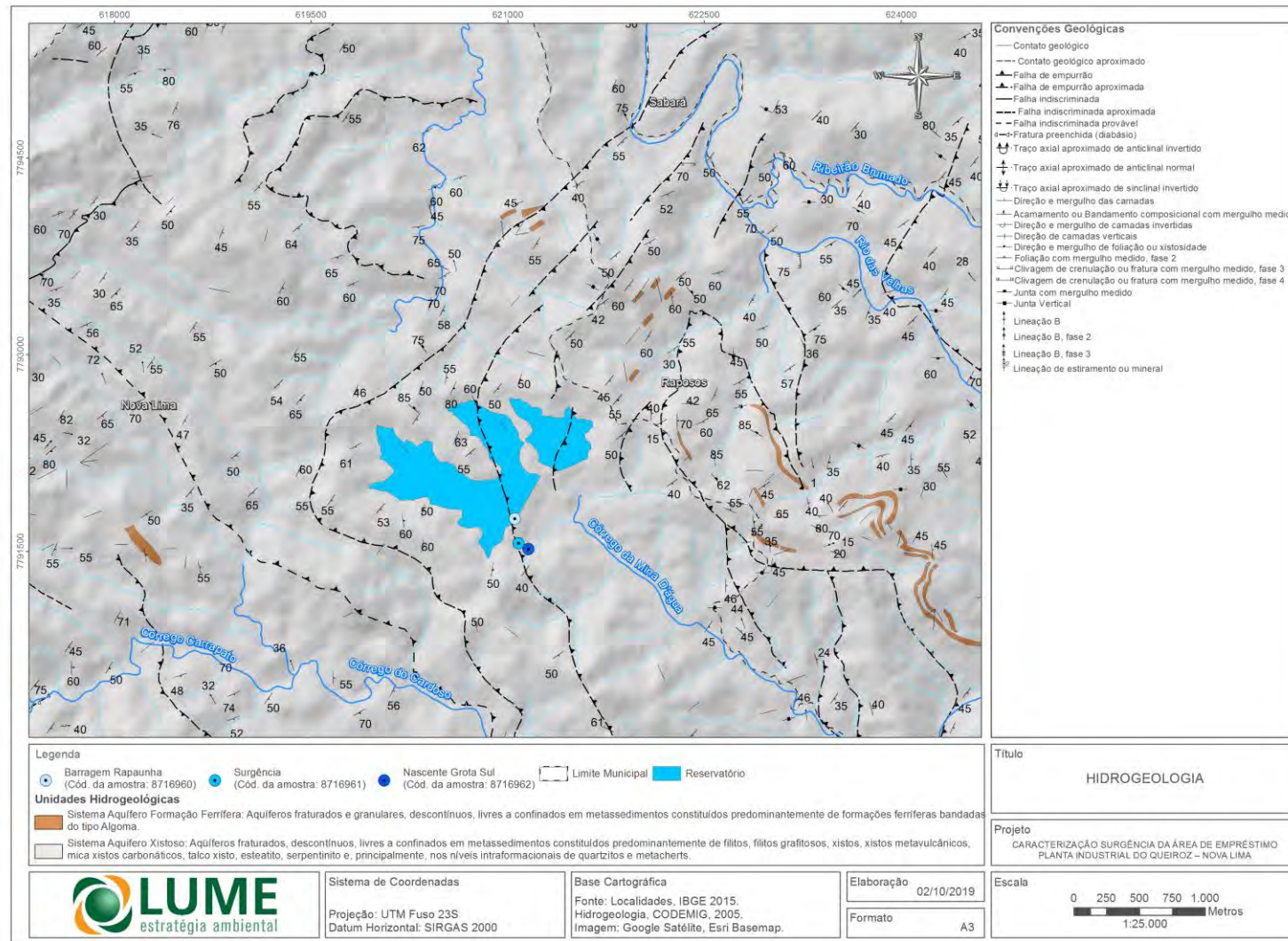


Figura 4 – Hidrogeologia da região da Planta Queiroz.

Estima-se que na região do empreendimento, a espessura do regolito (geocobertura) varia entre 20–50 m. Esse dado foi obtido a partir das informações levantadas em um poço tubular localizado em um bairro da região que registra o manto decomposto com 35 m (BEATO *et al.*, 2005). Especificamente na área de estudo, o piezômetro PZQ02026, localizado a jusante da Barragem Rapauha, mostra a profundidade de 18 m. Além disso, a partir do corte no qual está localizada a surgência é possível notar que até a última berma, a cerca de 30 m, somente ocorre saprolito. Desta forma, é possível inferir que o aquífero granular local tem espessura similar aos sedimentos identificados no poço tubular e piezômetros, os quais se mostram saturados entre a posição da surgência induzida e a rocha fresca.

A recarga destes aquíferos ocorre nas cristas dos morros, sendo estreitamente relacionadas com o regime pluvial de rápida recarga dos aquíferos, que se reflete em curto tempo de residência no substrato. Os exutórios do sistema granular, de maneira geral, levam a recarga dos aquíferos subjacentes, por meio de fraturas, diaclases e falhas conectadas hidráulicamente e através de nascentes de contato quando os substratos são pouco permeáveis, apresentando pequenas vazões e comportamento sazonal.

Por sua vez, os aquíferos fissurais estão desenvolvidos nas zonas de ocorrência das rochas metapelíticas Grupo Nova Lima. Geralmente este sistema apresenta característica de aquífero, devido aos litotipos xistosos pouco permeáveis. A percolação de água subterrânea fica restrita às discontinuidades tectônicas, como fraturas, diaclases, juntas e falhas, de modo que a porosidade e a permeabilidade são secundárias, resultantes dos esforços tectônicos.

Por meio de fotointerpretação da imagem GeoEye, disponibilizada pelo *software* Google Earth, foi possível diagnosticar os sistemas principais de lineamentos observados no entorno da área de empréstimo (Figura 5). A partir dessa análise foi possível perceber que a direção NW–SE condiciona a rede de drenagem superficial e tudo indica que, essa mesma direção corresponde aos caminhos preferenciais do escoamento subterrâneo.

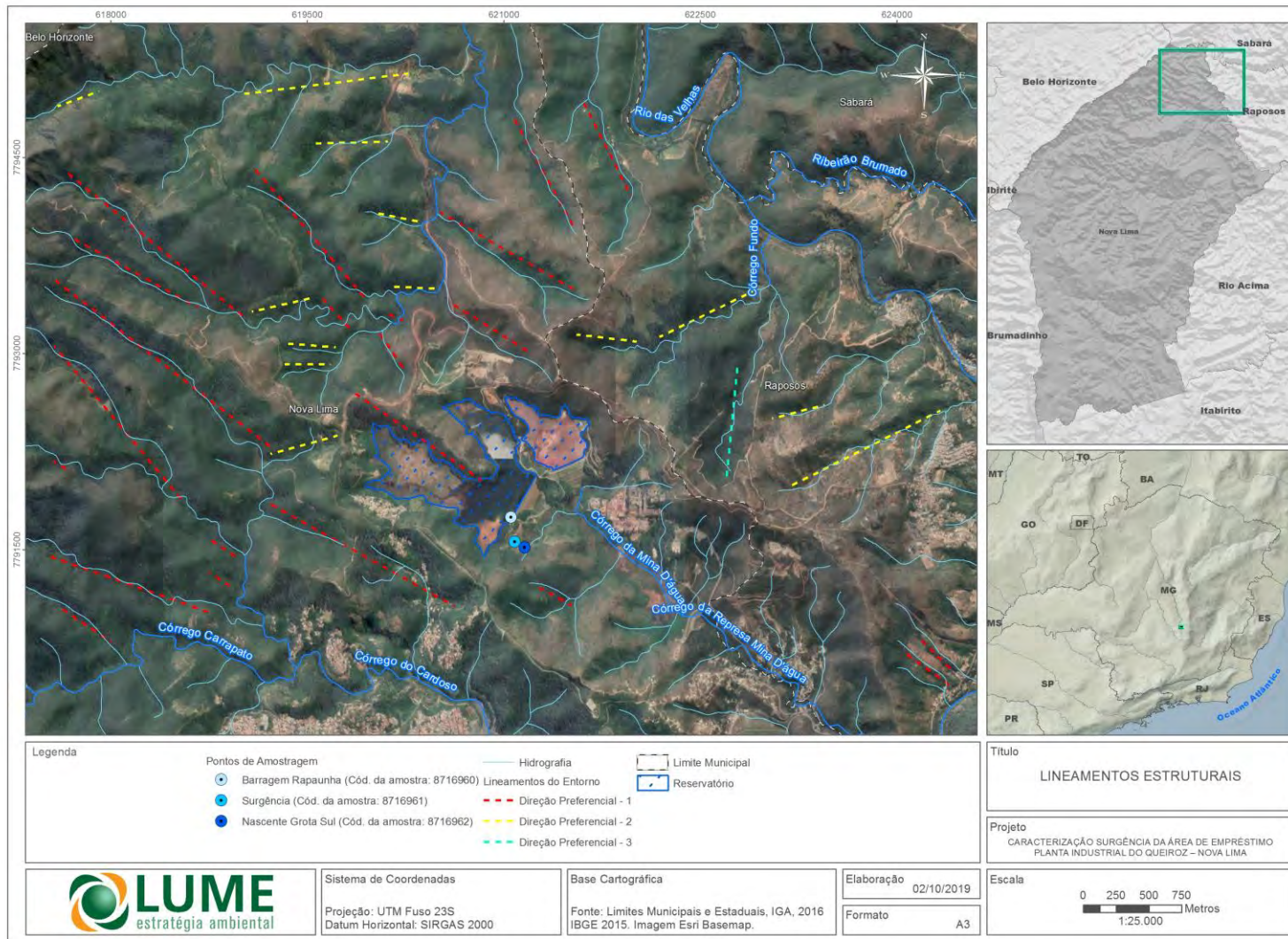


Figura 5 - Região no entorno da Barragem Rapaunha, com os pontos de coleta d'água e os principais lineamentos do entorno.



## 5.2. HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS DAS SUBTERRÂNEAS (NASCENTE GROTA SUL E SURGÊNCIA)

Conforme mencionado, foram coletadas três amostras d'água a fim de compreender a dinâmica hidroquímica das águas subterrâneas aflorantes. A partir dos dados coletados em duas campanhas, foi conduzida a análise hidroquímica com o objetivo de definir a gênese dos afloramentos d'água estudados. A Tabela 3 resume os dados obtidos a partir das coletas.

Tabela 3 - Resultados físico-químicos das amostragens.

Parâmetros	Unidade	Primeira Campanha (AGA)			Segunda Campanha (Mérieux Nutrisciences)		
		Barragem Rapaunha	Surgência	Nascente Grotas Sul	Barragem Rapaunha	Surgência	Nascente Grotas Sul
<b>Sólidos Dissolvidos Totais</b>	<b>mg/L</b>	<b>2625</b>	<b>808</b>	<b>10</b>	<b>3147</b>	<b>849</b>	<b>33</b>
<b>Sulfato</b>	<b>mg/L</b>	<b>1585,2</b>	<b>497,2</b>	<b>&lt;5</b>	<b>1600</b>	<b>497</b>	<b>&lt; 5</b>
<b>CE</b>	<b>µS/cm</b>	<b>2780</b>	<b>1021</b>	<b>55,9</b>	<b>3040</b>	<b>992</b>	<b>57</b>

### 5.2.1. ANÁLISE DOS PARÂMETROS

#### 5.2.1.1. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

Esse parâmetro está diretamente ligado ao teor de sais dissolvidos na água e, no caso de águas naturais, pode representar uma maior interação água/rocha. Para a Nascente Grotas Sul, a condutividade elétrica mostra valores em torno de 50 µS/cm nas duas campanhas. Este valor de CE se mostra compatível com dados do trabalho de Beato *et al.* (2005), no qual foram realizadas 356 medidas de nascentes naturais aflorantes em xistos, com valores de CE que variavam de 2,3 e 428,0 µS/cm, com a mediana de 40,0 µS/cm. Por outro lado, na Surgência, o valor determinado nas duas campanhas se aproxima de 1000 µS/cm, o que representa um valor extremamente anômalo para as águas subterrâneas oriundas do suposto aquífero xistoso.

#### 5.2.1.2. SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (STD)

Este parâmetro trata-se da aferição de todo material dissolvido na água, ou seja, não volátil, apresentando uma correlação direta com a condutividade elétrica. Os valores obtidos nas análises dos três pontos foram extremamente discrepantes, com valores da Nascente Grotas Sul inferiores a 30mg/L, enquanto os valores encontrados na Surgência foram superiores a 800mg/L, se assemelhando às altas concentrações observadas na barragem.

### 5.2.1.3. SULFATOS - $\text{SO}_4^{2-}$

O aquífero Nova Lima pode conter sulfetos disseminados que, em condições oxidantes, se tornam propensos a serem solubilizados, acarretando, de maneira natural, em águas com concentrações elevadas de metais tóxicos, possibilitando condições de drenagem ácida (Beato *et al.*, 2005). No Grupo Nova Lima, a mineralização aurífera ocorre, geralmente, associada a minerais sulfetados. Dessa forma, como resultado do beneficiamento do ouro, é obtido um rejeito rico em sulfato. Na Planta do Queiroz, onde ocorre o tratamento do minério de interesse, o rejeito final do processo já foi lançado na Barragem Rapaunha. Em vista da estrutura reter a água, ocorre ainda elevados teores desse elemento, como pode ser observado a partir dos resultados hidroquímicos. O mesmo comportamento foi observado nas águas coletadas na Surgência, diferentemente da Nascente, cujos valores aferidos mostraram-se abaixo do limite de detecção do método analítico utilizado pelos laboratórios.

### 5.2.2. SÍNTESES DOS RESULTADOS

Em relação à Nascente Grota Sul, feição hídrica de gênese natural, os parâmetros analisados, referentes as duas campanhas, apresentam valores médios de CE = 56,45  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; STD = 21,5 mg/L; e  $\text{SO}_4^{2-}$  abaixo do limite de detecção. Essas concentrações estão dentro dos limites esperados para águas subterrâneas que apresentam interações com rochas xistosas, assim como observado no trabalho de Beato *et al.* (2005).

No que diz respeito à Surgência, os resultados obtidos nas duas campanhas mostram valores médios de CE = 1006,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; STD = 828,5 mg/L; e  $\text{SO}_4^{2-}$  = 497 mg/L. Tais resultados não são característicos para águas subterrâneas associadas ao aquífero local. Além disso, tais concentrações estão em conformidade com as aferições realizadas na Barragem Rapaunha, cujos valores médios dos parâmetros foram: CE = 2910  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; STD = 2886 mg/L; e  $\text{SO}_4^{2-}$  = 1592,6 mg/L. Os resultados obtidos para Barragem Rapaunha mostram a influência da disposição de resíduos provenientes do tratamento de minério.

É notável a semelhança dos resultados encontrados para Surgência em relação às águas presentes no reservatório. As altas concentrações dos parâmetros discutidos acima, em detrimento aos baixos valores encontrados para a Nascente Grota Sul, garantem grande respaldo à hipótese da suposta exsudação antropogênica estar associada à infiltração de águas oriundas do reservatório.

### 5.3. CARATERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁREA DE EMPRÉSTIMO

Com base nos conceitos apresentados acima, nas observações de campo, bem como na análise morfológica do entorno dos afloramentos de água subterrânea, elaborou-se uma caracterização com o objetivo de ampliar o entendimento proporcionado pela análise hidroquímica. Desse modo, se fará uma breve descrição dos parâmetros genéticos que possibilitam o afloramento das águas em análise.



#### 5.3.1.1. NASCENTE GROTA SUL

A Nascente ocorre em local empoçado (Figura 8), logo após um degrau de aproximadamente 50 cm, o qual apresenta grande quantidade de matéria orgânica sob a forma de serapilheira. A sua morfologia é em talvegue de direção NNE–SSO, escavado em meio a um relevo caracterizado por colinas médias, típico da paisagem sustentada pelos xistos do Grupo Nova Lima. O entorno imediato da Nascente, e seu respectivo curso d'água, é caracterizado pela presença de vegetação de porte arbóreo-arbustivo (Figura 7), possivelmente Floresta Estacional Semidecidual, em estágio inicial de regeneração.

O canal formado pela Nascente, à época da visita (período seco), apresenta fluxo baixo, quase que imperceptível, ocorrendo uma série de empoçamentos devido à presença de matéria orgânica. Em virtude disso, não foi possível aferir a vazão nesse ponto. Buscou-se, pois, aferir a vazão em posição mais a jusante, sendo que, no entanto, a contribuição hídrica da Surgência ocorre a poucos metros da Nascente, o que mascararia o volume real da nascente.



Figura 6 - Local de exfiltração da Nascente.



Figura 7 - Entorno da Nascente.

Trata-se de uma Nascente natural perene, difusa, aflorante no ponto em que a superfície topográfica intercepta a superfície potenciométrica numa área de solo argiloso. Observa-se sinais que, durante o ano hidrológico, a área de afloramento altera sua posição topográfica.

#### 5.3.1.2. SURGÊNCIA

Trata-se de um ponto de exfiltração múltipla que ocorre em dois locais distintos do talude da área de empréstimo, composto por material utilizado no alteamento da Barragem Rapaunha e na adequação hidráulica da Barragem Calcinados. A ocorrência múltipla acontece em vista da inserção de material, a fim de conferir conformação geométrica a área de corte. O fluxo resultante dos pontos de água é direcionado por dois caminhos distintos (Figura 8). No primeiro, com posição mais elevada na berma, a vazão mensurada resultou em 0,223 L/s (Figura 9). No percurso de cota mais baixa, ocorre múltiplos canais impossibilitando a mensuração da vazão (Figura 10). Os locais nos quais a água aflora são caracterizados pela presença de vegetação higrófitas (*Thypha domingensis*) e samambaias (*dryopteris sp.*; *pteridium sp.*).



Figura 8 – Localização da Surgência (em seus dois pontos) e da Nascente Grota Sul.






 Pontos de exfiltração da Surgência       Nascente Grotas Sul

Figura 9 - Detalhe do ponto de surgência em cota superior na área de empréstimo.



 Ponto de exfiltração da Surgência       Nascente Grotas Sul

Figura 10 - Detalhe do ponto de surgência em cota inferior na área de empréstimo.

A área em análise, após a retirada de material para alteamento do maciço, foi taludada com suas encostas apresentando aproximadamente 20 m de altura, sendo inserida a aproximadamente 140 m de um braço assoreado da barragem. Tal conformação da paisagem sugere que a retirada do material de empréstimo fez com que a superfície topográfica coincidissem com superfície potenciométrica, dando origem à Surgência avaliada. É importante mencionar que o braço assoreado, que possivelmente fornece parte da água da surgência, se encontra fora do maciço de contenção, dique da Barragem Rapaunha.

A jusante da confluência dos cursos da Nascente e da Surgência, é possível notar a presença de uma área de escoamento difuso, sem a formação de um canal fluvial rigidamente definido. O perfil hidrogeológico apresentado (Figura 11), evidencia, de forma esquemática, que a origem da Surgência foi induzida pela atividade antrópica.

Nota-se, por fim, nos arredores da Surgência, a face do talude da área de empréstimo úmida. Essa evidência, combinada ao arranjo regional dos lineamentos de direção NW–SE, indica uma zona preferencial para o afloramento, possivelmente associada a falhas geológicas, juntas, diaclases, etc. Deste modo, deve ser considerada a possibilidade de ocorrência combinada do transporte em uma zona preferencial, dada pela descontinuidade tectônica e a interceptação do nível potenciométrico.



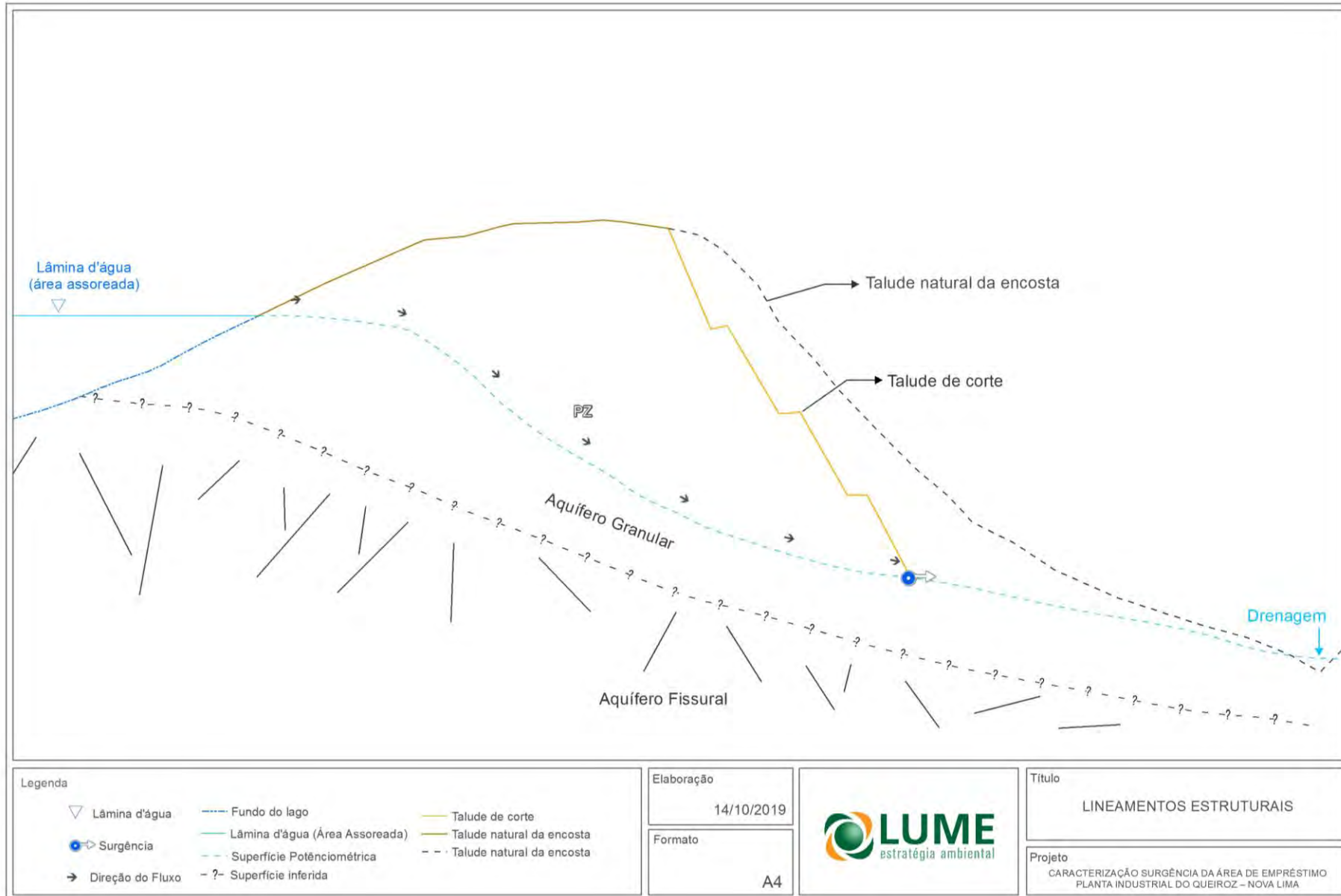


Figura 11 - Perfil hidrogeológico apresentando a origem da gênese da Surgência, sendo esta induzida pela atividade antrópica.



## 6. CONCLUSÃO

---

Os afloramentos de água subterrânea estudados neste trabalho se encontram em uma área que foi utilizada para retirada de material de empréstimo para alteamento das barragens Calcinados e Rapaunha. De modo a compreender a gênese dessas feições hídricas, foram executadas duas campanhas de amostragem hidroquímica associadas a uma caracterização hidrogeológica e geomorfológica da região de entorno. Buscou-se realizar uma análise comparativa entre a Nascente Grota Sul, de exfiltração natural, com a Surgência localizada no sopé da referida área de empréstimo. Além disso, a partir de hipótese formulada, na qual a Surgência receberia contribuição de água percolada oriunda da Barragem Rapaunha, também foram avaliadas as águas armazenadas nesta estrutura, assim como parâmetros pertinentes à sua química.

Por meio dos resultados obtidos nas análises, da leitura da fisiografia e do entendimento dos sistemas aquíferos, é possível afirmar que a Nascente Grota Sul consiste em um afloramento natural, perene e de exfiltração pontual. Além disso, é possível apontar que a gênese desta se dá **por meio da interceptação do nível d'água pela superfície topográfica**, possibilitada por uma incisão natural no terreno. Em relação às análises hidroquímicas, os parâmetros aferidos, a exceção do sulfato, se mostram em concordância com limites esperados para águas subterrâneas de baixo tempo de contato água/rocha (Beato *et al.*, 2005). É importante destacar que o estudo de Beato *et al.* (2005) não abordou o parâmetro sulfato, não sendo possível apontar a concentração deste parâmetro para uma nascente natural inserida no sistema aquífero xistoso.

Em relação à Surgência é possível afirmar que esta consiste numa exfiltração induzida, originada a partir do taludamento da encosta que seccionou a superfície natural, interceptando a superfície potenciométrica. Esse ponto ocorre de forma múltipla com dois locais de afloramento na base do talude, na antiga área de empréstimo. No arranjo atual, observado por meio de levantamento de campo, a água é direcionada por dois caminhos distintos, sendo que a maior parte se junta às águas advindas da Nascente Grota Sul. O restante forma poças na base da área de empréstimo e verte para a área brejosa, a jusante do canal formado pela Nascente. Os parâmetros analisados em laboratório, referentes às duas campanhas, evidenciam valores médios bastante divergentes dos encontrados na Nascente, no que diz respeito aos parâmetros condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e sulfato. Tais concentrações e índices são demasiadamente elevados, se comparados às 356 nascentes encontradas em aquífero xistoso, avaliadas por Beato *et al.* (2005).

Por fim, é possível concluir que os valores obtidos para a Surgência não são característicos de águas subterrâneas naturais que percolam em aquífero xistoso. No entanto, suas concentrações se mostraram semelhantes àquelas aferidas nas águas da Barragem Rapaunha, onde ocorreu disposição de resíduos provenientes do tratamento de minério de ouro. Diante dessa situação, e municiado pelas informações coletadas em campo, elaborou-se um perfil hidrogeológico esquemático (Figura 11) que detalha, em linhas gerais, como o alto gradiente potenciométrico e o corte do terreno natural contribuíram para a gênese da referida Surgência.

Torna-se evidente, a partir dos resultados, que as águas da Nascente e da Surgência não têm a mesma origem. Além disso, as evidências coletadas em campo apontam que a Nascente consiste em um afloramento natural do sistema aquífero, enquanto que a Surgência consiste na exsudação de água subterrânea predominantemente associada a água do lago da Barragem Rapaunha. Tais colocações são fortemente embasadas pela assinatura hidrogeoquímica da Surgência, sendo esta semelhante à água da barragem, e extremamente distinta da Nascente Grota Sul e daquelas descritas pela literatura (Beato *et al.*, 2005).

Diante do exposto, cabe mencionar que a exsudação de águas subterrâneas de cunho antropogênico, localizada na área de empréstimo (Surgência), não se enquadra nas definições dadas pela legislação ambiental, seja essa estadual (Lei nº 20.922/2012), ou federal (Lei nº 12.651/2012). Ambas definem que tanto as nascentes quanto **os olhos d'água perenes, aos quais** se atribui Área de Preservação Permanente (APP), devem ser de origem natural. Assim sendo, não cabe a delimitação de Área de Preservação Permanente (APP) para a referida feição.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

BALTAZAR, O.F.; BAARS F.J.; LOBATO, L.M.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BERNI, G.V.; SILVEIRA, V.D. Mapa Geológico Igarapé na Escala 1:50.000 com Nota Explicativa. In: Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com nota explicativa. CODEMIG. Belo Horizonte, 2005

BEATO, D. A. C.; MONSORES, A. L. M.; BARTACHINNI, C. B.; Hidrogeologia. Projeto APA Sul RMBH. Estudos do Meio Físico, Hidrogeologia. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, 2005. V.8 116p

SILVA, S. L.; GEOLOGIA. Projeto APA Sul RMBH. Estudos do Meio Físico. Geologia. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, 2005. V.1 73p



## **8. ANEXOS**

---

### **8.1. ANEXO I - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DA SONDA**





# Certificate of Analysis

**Certified  
Reference  
Material**

## Turbidity 100 NTU Calibration Standard

Product ID **TURB100-500ML**  
 Lot **LRAB8007**  
 Expiration Date **February 28, 2020**  
 Storage Conditions **Store at 2-8°C**

EL-408/5

Analyte	Certified Value <sup>1,4</sup>	Units	k <sup>5</sup>
Turbidity	100 ± 1.54	NTU	2.00

### Sample Information

#### DESCRIPTION

Calibrate your instrument as directed by the manufacturer.

Ensure that the solution is thoroughly mixed immediately prior to analysis. To mix invert bottle gently several times, do not shake. Shaking adds air to the sample and may cause erroneous results.

**Resultado Avaliado**

Aprovado     Reprovado

Data da Análise 17 / 07 / 18

Avaliado por Julio Cesar Pereira de Souza  
Gerente Técnico Substituto

<sup>1</sup> Certified value - based on the robust mean of round robin, interlaboratory study and analytically verified by RTC with associated uncertainties from the preparation and analytical procedures.  
<sup>4</sup> U<sub>CRM</sub> - Uncertainty values in this document are expressed as Expanded Uncertainty (U<sub>CRM</sub>) corresponding to the 95% confidence interval. U<sub>CRM</sub> is derived from the combined standard uncertainty multiplied by the coverage factor k, which is obtained from a t-distribution and degrees of freedom. The components of combined standard uncertainty include the uncertainties due to characterization, homogeneity, long term stability, and short term stability (transport). The components due to stability are generally considered to be negligible unless otherwise indicated by stability studies. The mathematical representation of the U<sub>CRM</sub> calculation is as follows:

$$U_{CRM} = \sqrt{U_{chr}^2 + U_{homogeneity}^2 + U_{stability}^2}$$

<sup>5</sup> k: Coverage factor derived from a t-distribution table, based on the degrees of freedom of the data set. **Confidence interval = 95%**

**Traceability:** The standard was manufactured under an ISO/IEC 17025:2005 certified quality system. The balance used to weigh raw materials is accurate to +/- 0.0001g and calibrated regularly using mass standards traceable to NIST. All dilutions were performed gravimetrically. Additionally, individual analytes are traceable to NIST SRMs where available and specified above.

**Homogeneity:** Homogeneity was assessed in accordance with ISO Guide 35. Completed units were sampled using a random stratified sampling protocol. The results of chemical analysis were then compared using a one-way analysis of variance approach as described by TNI EL-V3-2009 Appendix A.2. See Instructions for minimum sub-sample size.

THIS PRODUCT WAS DESIGNED, PRODUCED AND VERIFIED FOR ACCURACY AND STABILITY IN ACCORDANCE WITH ISO/IEC 17025:2005 (ANAB Cert AT-1467) and ISO GUIDE 34:2009 (ANAB Cert AR-1470).

MSDS reports for components comprising greater than 1.0% of the solution or 0.1% for components known to be carcinogens are available upon request.

*Robert O'Brien*

Robert O'Brien - QC Supervisor

*Mark Pooler*

Mark Pooler - QA Supervisor

Certification Date **June 04, 2018**  
 Version **5106-642018**



**SIGMA-ALDRICH®**  
 2931 Soldier Springs Rd. Laramie, Wyoming 82070 USA  
 307-742-5452  
 rttechgroup@sigmaal.com    www.sigma-aldrich.com











# Certificate of Analysis

Turbidity 10 NTU Calibration Standard Formazin 500mL

Certified  
Reference  
Material

Product ID TURB10-500ML  
Lot LRAB8004  
Expiration Date February 28, 2020  
Storage Conditions Refrigerate

EL-406/4

Analyte	Units	Certified Value <sup>1,4</sup>	k <sup>5</sup>
Turbidity	NTU	10.00 ± 0.179	2.00

## Sample Information

### DESCRIPTION

- The sample is provided as a 500mL whole volume.
- The solvent is water.

### SAMPLE PREPARATION

- 1) Calibrate your instrument as directed by the manufacturer.
- 2) Ensure that the solution is thoroughly mixed immediately prior to analysis.
- 3) To mix invert bottle gently several times, do not shake. Shaking adds air to the sample and may cause erroneous results.

<b>Resultado Avaliado</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Reprovado
Data da Análise 17 / 07 / 18	
Avaliado por: <u>Julio Cesar Pereira de Souza</u> Gerente Técnico Substituto	

<sup>1</sup> Certified value - based on the robust mean of round robin, interlaboratory study and analytically verified by RTC with associated uncertainties from the preparation and analytical procedures.

<sup>4</sup> Ucrm - Uncertainty values in this document are expressed as Expanded Uncertainty (Ucrm) corresponding to the 95% confidence interval. Ucrm is derived from the combined standard uncertainty multiplied by the coverage factor k, which is obtained from a t-distribution and degrees of freedom. The components of combined standard uncertainty include the uncertainties due to characterization, homogeneity, long term stability, and short term stability (transport). The components due to stability are generally considered to be negligible unless otherwise indicated by stability studies. The mathematical representation of the Ucrm calculation is as follows:

$$U_{CRM} = \sqrt{U_{char}^2 + U_{homogeneity}^2 + U_{stability}^2}$$

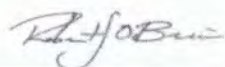
<sup>5</sup> k: Coverage factor derived from a t-distribution table, based on the degrees of freedom of the data set. Confidence interval = 95%

**Traceability:** The standard was manufactured under an ISO/IEC 17025:2005 certified quality system. The balance used to weigh raw materials is accurate to +/- 0.0001g and calibrated regularly using mass standards traceable to NIST. All dilutions were performed gravimetrically. Additionally, individual analytes are traceable to NIST SRMs where available and specified above.

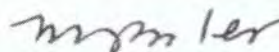
**Homogeneity:** Homogeneity was assessed in accordance with ISO Guide 35. Completed units were sampled using a random stratified sampling protocol. The results of chemical analysis were then compared using a one-way analysis of variance approach as described by TNI EL-V3-2009 Appendix A.2. See Instructions for minimum sub-sample size.

THIS PRODUCT WAS DESIGNED, PRODUCED AND VERIFIED FOR ACCURACY AND STABILITY IN ACCORDANCE WITH ISO/IEC 17025:2005 (ANAB Cert AT-1467) and ISO GUIDE 34:2009 (ANAB Cert AR-1470).

MSDS reports for components comprising greater than 1.0% of the solution or 0.1% for components known to be carcinogens are available upon request.



Robert O'Brien - QC Supervisor



Mark Pooler - QA Supervisor

Certification Date April 20, 2018  
Version 5079-4202018



**SIGMA-ALDRICH**

2931 Solder Springs Rd. Laramie, Wyoming 82070 USA  
307-742-5452  
rictechgroup@sial.com www.sigma-aldrich.com



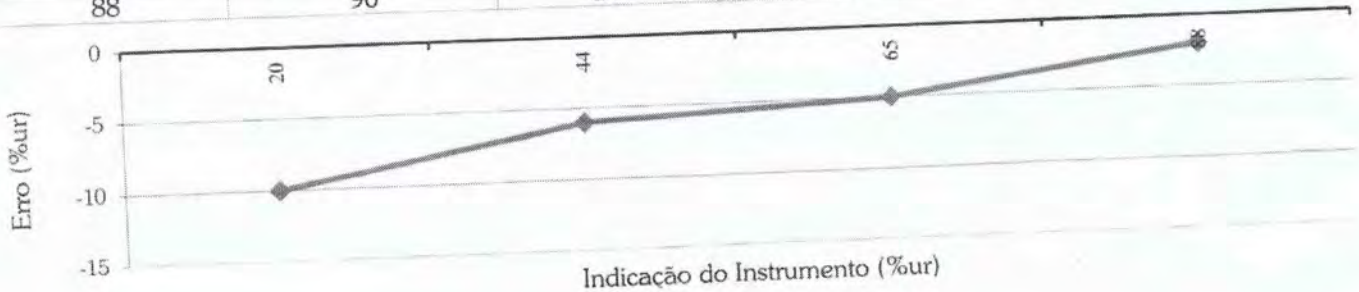


Laboratório de Calibração acreditado pelo CGCRE de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL 0439.

**RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO :**  
**UMIDADE RELATIVA SENSOR INTERNO :**

Faixa de medição: Não especificada, divisão de escala: 1 %ur.

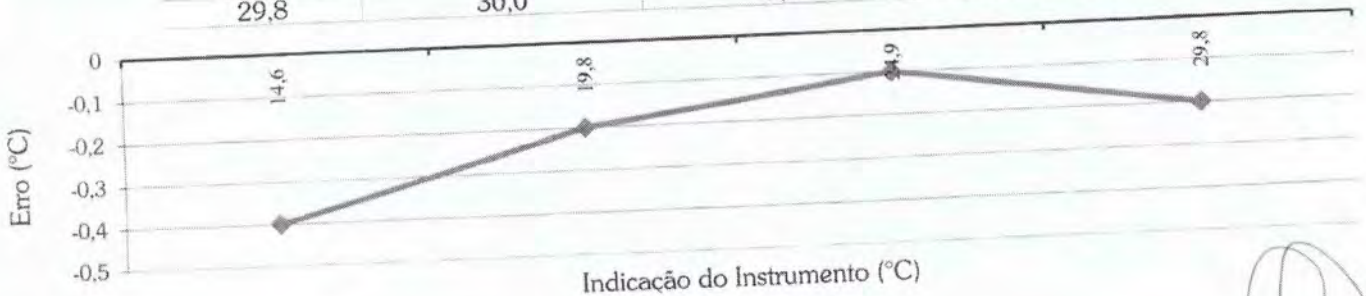
Indicação do instrumento (%ur)	Valor de referência (%ur)	Temperatura da medida (°C)	Erro (%ur)	Incerteza de medida (%ur)	k	Veff
20	30	20	-10	2	2,00	∞
44	50	20	-6	2	2,00	∞
65	70	20	-5	2	2,00	∞
88	90	20	-2	3	2,00	∞



**TEMPERATURA SENSOR INTERNO :**

Faixa de medição: Não especificada, divisão de escala: 0,1°C.

Indicação do Instrum. (°C)	Valor de Referência (°C)	Erro (°C)	I.M. (°C)	k	Veff
14,6	15,0	-0,4	0,3	2,00	∞
19,8	20,0	-0,2	0,3	2,00	∞
24,9	25,0	-0,1	0,3	2,00	∞
29,8	30,0	-0,2	0,3	2,00	∞







CONTRATANTE : Elus Serviços de Instrumentação Eireli - ME  
ENDEREÇO : Rua Dendezeiro, 29 - Jd. Matarazzo - São Paulo - SP  
INTERESSADO : O Mesmo  
ENDEREÇO : O Mesmo

INSTRUMENTO : Termohigrômetro Digital  
FABRICANTE : Instrutherm  
MODELO : HT-210  
IDENTIFICAÇÃO : EL-130  
NÚMERO DE SÉRIE : Não especificado

<b>Resultado Avaliado</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Reprovado
Data da Análise <u>30/10/18</u>	
Avaliado por: <u>Julio Cesar Pereira de Souza</u> Gerente Técnico Substituto	

DATA DA CALIBRAÇÃO : 30/10/2018  
PRÓXIMA CALIBRAÇÃO : outubro-19  
DATA DA EMISSÃO : 30/10/2018

LOCAL DA CALIBRAÇÃO : Laboratório Elus  
TEMPERATURA DO AR : 23°C ± 5°C  
UMIDADE RELATIVA AR : 45%UR a 70%UR

**PADRÕES UTILIZADOS :**

Termômetro Digital identificação EL-401 rastreado por Laboratório RBC - CAL 0439 em 17/08/2018 sob certificado R1257/18 válido até agosto/2019.  
Termohigrômetro Digital identificação EL-181 rastreado por Laboratório RBC - CAL 0439 em 31/05/2018 sob certificado R0916/18 válido até novembro/2018.

**PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO :**

- A calibração foi realizada pelo método comparativo contra padrões de referência, seguindo os procedimentos internos: PCT 003 / PCT 012.

**OBSERVAÇÕES :**

- Este certificado atende aos requisitos de acreditação pelo CGCRE, o qual avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.  
- A calibração foi realizada em 3 medições por ponto. O valor de referência foi herdado pela média de 3 medições obtidas pelo padrão em cada ponto.  
- Os valores de temperatura apresentados estão em conformidade com a Escala Internacional de Temperatura de 1990.  
-  $k$  = fator de abrangência (fator multiplicativo adimensional) /  $v_{eff}$  = graus de liberdade efetivo. / I.M. = Incerteza de medida.

Julio Cesar Pereira de Souza  
Gerente Técnico Substituto

GERENTE TÉCNICO: RODRIGO GOMES CORDEIRO

TÉCNICO EXECUTANTE: ALEXANDRE DO NASCIMENTO







# Certificado de Calibração

## LABORATÓRIO DE ÓPTICA

NÚMERO DO CERTIFICADO

X40179/19

FOLHA 01/01

CONTRATANTE : Sauber System Ind. e Com. de Prod. Plásticos Ltda.  
ENDEREÇO : Rua Entre-Rios, 75 - São Paulo - SP  
INTERESSADO : O mesmo  
ENDEREÇO : O mesmo

INSTRUMENTO : Turbidímetro  
FAIXA DE MEDIÇÃO : (0 ~ 9,99) / (10 ~ 99,9) / (100 ~ 1000)  
VALOR DE UMA DIVISÃO : 0,01 / 0,1 / 1 UNIDADE DE MEDIDA : NTU  
MARCA : Hanna MODELO : HI 98703  
IDENTIFICAÇÃO : 00378 Nº DE SÉRIE : E0076998

DATA DA CALIBRAÇÃO : 08/03/2019 TEMPERATURA DO AR : 21,9 °C ± 0,3 °C  
PRÓXIMA CALIBRAÇÃO : Determinada pelo cliente UMIDADE RELATIVA DO AR : 52,0 %ur ± 2,0 %ur  
DATA DA EMISSÃO : 08/03/2019 LOCAL DA CALIBRAÇÃO : Laboratório X-CAL

### PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO :

O instrumento foi calibrado conforme procedimento PCO-004.

A calibração do medidor de Turbidez foi efetuada utilizando Material de Referência Certificado (MRC), pelo método comparativo direto, efetuando réplicas de três medições em cada ponto calibrado, declarando a média dos resultados.

### PADRÃO(S) UTILIZADO(S) :

Termohigrômetro Digital, identificação EL-130 calibrado por lab. RBC-CAL-0439 em 30/10/18 sob certificado R1528/18 com validade até outubro/2019.

Material de Referência Certificado, identificação EL-406/4 certificado por ANAB Cert AR-1470 em 20/04/2018 sob certificado Lote LRAB8004 com validade até fevereiro/2020.

Material de Referência Certificado, identificação EL-408/5 certificado por ANAB Cert AR-1470 em 04/06/2018 sob certificado Lote LRAB8007 com validade até fevereiro/2020.

Material de Referência Certificado, identificação EL-409/3 certificado por EMA-PMR-003 em 22/01/2019 sob certificado Lote 0119-NTU500-0205 com validade até janeiro/2020.

### RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO : CALIBRAÇÃO POR COMPARAÇÃO COM MRC

MRC Utilizado	Valor de Referência	Indicação no Medidor	Erro	U <sub>95</sub>	k	V <sub>eff</sub>
Água pura	0,02	0,06	-	-	-	-
EL-406/4	10,0	10,0	0,0	0,2	2,00	∞
EL-408/5	100	100	0	2	2,00	∞
EL-409/3	500	520	20	12	2,00	∞

### CONSIDERAÇÕES:

- 1 - Erro = Indicação no Medidor - Valor de Referência
- 2 - U<sub>95</sub> = Incerteza Expandida de medida / k = fator de abrangência (fator multiplicativo adimensional) / V<sub>eff</sub> = graus de liberdade efetivo.
- 3 - Forma de Construção da Curva : Utilizado Curva de Fábrica (DEFAULT)

GERENTE TÉCNICO: RODRIGO GOMES CORDEIRO

TÉCNICO EXECUTANTE : ALESSANDRO S. DOS SANTOS

Assinado de forma digital  
por ROMULO FEITOSA  
JUNIOR.06510011883  
DN: cn=BR, ou=ICP-Brasil,  
ou=Secretaria da Receita  
Federal do Brasil - RFB,  
ou=RFB-e-CF/A3, ou=EM  
BRANCO, ou=Autenticado  
por AR Segmaster,  
cn=ROMULO FEITOSA  
JUNIOR.06510011883  
Versão do Adobe Acrobat  
DC: 2015.006.30418

Signatário Autorizado  
Representante: Cria 590964130r

A reprodução deste certificado só poderá ser total, sem nenhuma alteração. Os resultados deste certificado referem-se somente ao item calibrado ou ensaiado. Este certificado atende aos requisitos estabelecidos pela norma NBR ISO/IEC 17025/2005. A incerteza expandida de medição relatada é declarada como incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência "k" que, para uma distribuição normal, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

**X-CAL Calibrações e Ensaios EIRELI**

Rua Dr. Joaquim Augusto de Camargo, 164 - São Paulo - SP - 03803-020 II Tel.: 11.3938-4884 II contato@xcal.com.br - qualidade@xcal.com.br



## **8.2. ANEXO II - LAUDOS LABORATORIAIS**







REG491 - Emissão: 22/05/15 - Rev.01 - 13/08/18

# Relatório de Ensaios

1506263 - 1

Cliente	AngloGold Ashanti - Planta Queiroz		
Produto	Águas Superficiais		
Data de Amostragem	10/05/2019 12:40	Data de Recebimento	10/05/2019

**Descrição da Amostra:** 1506263 - Barragem Rapaunha - MA\_QZ - Amostra Extra do Meio Ambiente Queiroz.

Ensaio	Unidade	Resultado	Método	Data de Ensaio
As Solúvel	mg/L	0,129	PE-0663	14/05/2019
As Total	mg/L	0,135	PE-0663	14/05/2019
Cd Solúvel	mg/L	<0,001	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Cd Total	mg/L	<0,001	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Cianeto Livre	mg/L	0,015	PE-0768	11/05/2019
Cianeto WAD	mg/L	0,656	PE-0680	10/05/2019
Condutividade Elétrica	µS/cm	2780,0	PE-0400, PE-0441	10/05/19 1
Cu Solúvel	mg/L	0,603	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Cu Total	mg/L	0,648	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Fe Solúvel	mg/L	<0,10	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Fe Total	mg/L	0,11	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Mn Solúvel	mg/L	0,08	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Mn Total	mg/L	0,09	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	5,78	PE-0441, PE-0696	10/05/2019
Pb Solúvel	mg/L	<0,010	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Pb Total	mg/L	<0,010	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
pH	pH	8,06	PE-0406, PE-0441	10/05/19 1
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	2625,0	PE-0420	14/05/2019
Sulfato	mg/L	1585,2	PE-0408, PE-0816	16/05/2019
Temperatura da água	°C	25,8	PE-0441	10/05/19 1
Temperatura do ar	°C	26,7	PE-0441	10/05/19 1
Zn Solúvel	mg/L	0,15	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Zn Total	mg/L	0,17	PE-0418, PE-0816	13/05/2019

**Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos**

LabWare LIMS Secure Report ID: 9000

Este documento foi assinado digitalmente no LabWare LIMS por AG43888 em 17/05/2019 12:50:49 - CheckSum: 7471149808

Documento disponível em L:\Gerencia Geral Operacoes AGABM\Planta Metalurgica - Queiroz\Laboratório\LIMS\Certificados\Produção\Meio Ambiente\QUEIROZ\_MA\2019\05\AGUAS\_SUPERFICIAIS\EXTRA\INTERNO\1506263\_LCA-BARRAGEM RAPAUNHA-EXTRA-MA\_QZ-10-05-19 12h40\_1.PDF

**AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S/A - Gerência de Metalurgia - Planta Queiroz**

Fazenda Rapaunha, s/n - Bairro: Galo - CEP: 34.002-882 - Nova Lima/MG - [www.anglogoldashanti.com.br](http://www.anglogoldashanti.com.br)

Tel: (+5531) 3589-2399 / Fax: (+5531) 3589-2588

Cliente	AngloGold Ashanti - Planta Queiroz		
Produto	Águas Superficiais		
Data de Amostragem	10/05/2019 12:40	Data de Recebimento	10/05/2019

**NOTAS:**

Este certificado de análises somente poderá ser reproduzido na íntegra, necessitando de aprovação do Laboratório emissor no caso de reprodução parcial. O Laboratório da Planta do Queiroz se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.

As informações contidas neste relatório se referem somente às amostras analisadas.

**OBSERVAÇÕES:**

Barragem Rapaunha

Não Houve chuva nas últimas 24 horas

Não foram observadas condições anormais no local de coleta.

Data de Liberação:  
17/05/2019



Rogério Adriano de Souza Vieira  
Supervisor de Produção  
CRQ: 02415194 - 2ª Região

**Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos**

LabWare LIMS Secure Report ID: 9000

Este documento foi assinado digitalmente no LabWare LIMS por AG43888 em 17/05/2019 12:50:49 - CheckSum: 7471149808

Documento disponível em L:\Gerencia Geral Operacoes AGABM\Planta Metalurgica - Queiroz\Laboratório\LIMS\Certificados\Produção\Meio Ambiente\QUEIROZ\_MA\2019\05\AGUAS\_SUPERFICIAIS\EXTRA\INTERNO\1506263\_LCA-BARRAGEM RAPAUNHA-EXTRA-MA\_QZ-10-05-19 12h40\_1.PDF



REG491 - Emissão: 22/05/15 - Rev.01 - 13/08/18

# Relatório de Ensaios

1506274 - 1

Cliente	AngloGold Ashanti - Planta Queiroz		
Produto	Águas Superficiais		
Data de Amostragem	10/05/2019 14:45	Data de Recebimento	10/05/2019

**Descrição da Amostra:** 1506274 - Surgência Empréstimo - MA\_QZ - Amostra Extra do Meio Ambiente Queiroz.

Ensaio	Unidade	Resultado	Método	Data de Ensaio
As Solúvel	mg/L	0,050	PE-0663	14/05/2019
As Total	mg/L	0,053	PE-0663	14/05/2019
Cd Solúvel	mg/L	<0,001	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Cd Total	mg/L	<0,001	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Cianeto Livre	mg/L	<0,010	PE-0768	11/05/2019
Cianeto WAD	mg/L	0,008	PE-0680	10/05/2019
Condutividade Elétrica	µS/cm	1021,0	PE-0400, PE-0441	10/05/19 1
Cu Solúvel	mg/L	<0,007	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Cu Total	mg/L	<0,007	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Fe Solúvel	mg/L	<0,10	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Fe Total	mg/L	0,19	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Mn Solúvel	mg/L	1,40	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Mn Total	mg/L	1,41	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	7,51	PE-0441, PE-0696	10/05/2019
Pb Solúvel	mg/L	<0,010	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Pb Total	mg/L	<0,010	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
pH	pH	6,78	PE-0406, PE-0441	10/05/19 1
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	808,0	PE-0420	14/05/2019
Sulfato	mg/L	497,2	PE-0408, PE-0816	16/05/2019
Temperatura da água	°C	24,5	PE-0441	10/05/19 1
Temperatura do ar	°C	30,3	PE-0441	10/05/19 1
Zn Solúvel	mg/L	0,06	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Zn Total	mg/L	0,08	PE-0418, PE-0816	13/05/2019

**Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos**

LabWare LIMS Secure Report ID: 9001

Este documento foi assinado digitalmente no LabWare LIMS por AG43888 em 17/05/2019 12:51:44 - CheckSum: 7471149921

Documento disponível em L:\Gerencia Geral Operacoes AGABM\Planta Metalurgica - Queiroz\Laboratório\LIMS\Certificados\Produção\Meio Ambiente\QUEIROZ\_MA\2019\05\AGUAS\_SUPERFICIAIS\EXTRA\INTERNO\1506274\_LCA-SURGÊNCIA EMPRÉSTIMO-EXTRA-MA\_QZ-10-05-19 14h45\_1.PDF

**AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S/A - Gerência de Metalurgia - Planta Queiroz**

Fazenda Rapaunha, s/n - Bairro: Galo - CEP: 34.002-882 - Nova Lima/MG - [www.anglogoldashanti.com.br](http://www.anglogoldashanti.com.br)

Tel: (+5531) 3589-2399 / Fax: (+5531) 3589-2588

Cliente	AngloGold Ashanti - Planta Queiroz		
Produto	Águas Superficiais		
Data de Amostragem	10/05/2019 14:45	Data de Recebimento	10/05/2019

**NOTAS:**

Este certificado de análises somente poderá ser reproduzido na íntegra, necessitando de aprovação do Laboratório emissor no caso de reprodução parcial. O Laboratório da Planta do Queiroz se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.

As informações contidas neste relatório se referem somente às amostras analisadas.

**OBSERVAÇÕES:**

Surgência Empréstimo

Não Houve chuva nas últimas 24 horas

Não foram observadas condições anormais no local de coleta.

Data de Liberação:  
17/05/2019



Rogério Adriano de Souza Vieira  
Supervisor de Produção  
CRQ: 02415194 - 2ª Região

**Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos**

LabWare LIMS Secure Report ID: 9001

Este documento foi assinado digitalmente no LabWare LIMS por AG43888 em 17/05/2019 12:51:44 - CheckSum: 7471149921

Documento disponível em L:\Gerencia Geral Operacoes AGABM\Planta Metalurgica - Queiroz\Laboratório\LIMS\Certificados\Produção\Meio Ambiente\QUEIROZ\_MA\2019\05\AGUAS\_SUPERFICIAIS\EXTRA\INTERNO\1506274\_LCA-SURGÊNCIA EMPRÉSTIMO-EXTRA-MA\_QZ-10-05-19 14h45\_1.PDF



REG491 - Emissão: 22/05/15 - Rev.01 - 13/08/18

# Relatório de Ensaios

1506275 - 1

Cliente	AngloGold Ashanti - Planta Queiroz		
Produto	Águas Superficiais		
Data de Amostragem	10/05/2019 14:30	Data de Recebimento	10/05/2019

**Descrição da Amostra:** 1506275 - Nascente Grota Sul - MA\_QZ - Amostra Extra do Meio Ambiente Queiroz.

Ensaio	Unidade	Resultado	Método	Data de Ensaio
As Solúvel	mg/L	0,053	PE-0663	14/05/2019
As Total	mg/L	0,056	PE-0663	14/05/2019
Cd Solúvel	mg/L	<0,001	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Cd Total	mg/L	<0,001	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Cianeto Livre	mg/L	<0,010	PE-0768	11/05/2019
Cianeto WAD	mg/L	<0,005	PE-0680	10/05/2019
Condutividade Elétrica	µS/cm	55,9	PE-0400, PE-0441	10/05/19 1
Cu Solúvel	mg/L	<0,007	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Cu Total	mg/L	<0,007	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Fe Solúvel	mg/L	0,13	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Fe Total	mg/L	0,92	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Mn Solúvel	mg/L	0,05	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Mn Total	mg/L	0,07	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	6,64	PE-0441, PE-0696	10/05/2019
Pb Solúvel	mg/L	<0,010	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Pb Total	mg/L	<0,010	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
pH	pH	6,43	PE-0406, PE-0441	10/05/19 1
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	10,0	PE-0420	14/05/2019
Sulfato	mg/L	<5,0	PE-0408, PE-0816	16/05/2019
Temperatura da água	°C	23,4	PE-0441	10/05/19 1
Temperatura do ar	°C	29,8	PE-0441	10/05/19 1
Zn Solúvel	mg/L	<0,02	PE-0418, PE-0816	13/05/2019
Zn Total	mg/L	<0,02	PE-0418, PE-0816	13/05/2019

**Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos**

LabWare LIMS Secure Report ID: 9002

Este documento foi assinado digitalmente no LabWare LIMS por AG43888 em 17/05/2019 12:52:25 - CheckSum: 7471150006

Documento disponível em L:\Gerencia Geral Operacoes AGABM\Planta Metalurgica - Queiroz\Laboratório\LIMS\Certificados\Produção\Meio Ambiente\QUEIROZ\_MA\2019\05\AGUAS\_SUPERFICIAIS\EXTRA\INTERNO\1506275\_LCA-NASCENTE GROTA SUL-EXTRA-MA\_QZ-10-05-19 14h30\_1.PDF

**AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S/A - Gerência de Metalurgia - Planta Queiroz**

Fazenda Rapaunha, s/n - Bairro: Galo - CEP: 34.002-882 - Nova Lima/MG - [www.anglogoldashanti.com.br](http://www.anglogoldashanti.com.br)

Tel: (+5531) 3589-2399 / Fax: (+5531) 3589-2588



Cliente	AngloGold Ashanti - Planta Queiroz		
Produto	Águas Superficiais		
Data de Amostragem	10/05/2019 14:30	Data de Recebimento	10/05/2019

**NOTAS:**

Este certificado de análises somente poderá ser reproduzido na íntegra, necessitando de aprovação do Laboratório emissor no caso de reprodução parcial. O Laboratório da Planta do Queiroz se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.

As informações contidas neste relatório se referem somente às amostras analisadas.

**OBSERVAÇÕES:**

Nascente Grota Sul

Não Houve chuva nas últimas 24 horas

Não foram observadas condições anormais no local de coleta.

Data de Liberação:  
17/05/2019



Rogério Adriano de Souza Vieira  
Supervisor de Produção  
CRQ: 02415194 - 2ª Região

**Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos**

LabWare LIMS Secure Report ID: 9002

Este documento foi assinado digitalmente no LabWare LIMS por AG43888 em 17/05/2019 12:52:25 - CheckSum: 7471150006

Documento disponível em L:\Gerencia Geral Operacoes AGABM\Planta Metalurgica - Queiroz\Laboratório\LIMS\Certificados\Produção\Meio Ambiente\QUEIROZ\_MA\2019\05\AGUAS\_SUPERFICIAIS\EXTRA\INTERNO\1506275\_LCA-NASCENTE GROTA SUL-EXTRA-MA\_QZ-10-05-19 14h30\_1.PDF

**RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA N° 217053/2019-0**  
Processo Comercial N° 10247/2019-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA
<b>Endereço:</b>	Avenida AV ENGENHEIRO CARLOS GOULART, 24 - SALA: 401/402; - BURITIS - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.493-030
<b>Nome do Solicitante:</b>	Sérgio Ferreira Cruz

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do item de ensaio:</b>	8716960		
<b>Identificação do Cliente:</b>	Amostras de água		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Superficial		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da amostragem:</b>	08/08/2019 16:40:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	09/08/2019 09:21	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	26/08/2019

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 18	Data do Ensaio
Arsênio Dissolvido	mg/L	0,01	0,0919	---	11/08/2019 14:55
Cádmio Total	mg/L	0,001	< 0,001	0,005	12/08/2019 12:25
Chumbo Total	mg/L	0,01	< 0,01	0,01	12/08/2019 12:25
Cianeto	mg/L	0,01	0,244	---	14/08/2019 18:07
Cianeto Livre	mg/L	0,01	0,1	0,001	21/08/2019 15:00
Cianeto WAD	mg/L	0,01	0,12	---	20/08/2019 12:00
Cobre Total	mg/L	0,005	0,367	---	12/08/2019 12:25
Ferro Total	mg/L	0,01	0,176	---	12/08/2019 12:25
Manganês Total	mg/L	0,01	0,125	0,1	12/08/2019 12:25
Níquel Total	mg/L	0,01	0,103	0,025	12/08/2019 12:25
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	3147	---	13/08/2019
Sulfato	mg/L	5	1600	---	12/08/2019 16:50
Turbidez	NTU	0,1	1,40	---	09/08/2019 12:00
Zinco Total	mg/L	0,01	0,134	0,09	12/08/2019 12:25
Arsênio Total	mg/L	0,01	0,0980	0,01	12/08/2019 12:25

VMP CONAMA 357 ART 18 VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1.

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.  
Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.  
LQ/ Faixa = Limite de Q uantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

**Informações do Cliente**

pH( a 25°C)=7,9  
Potencial Redox ORP (mV)=160,8  
Condutividade (µS/cm)=3040  
Cloro Residual Livre Mg/L=5,68

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.  
Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da amostragem, são de responsabilidade do interessado.

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Dados de Origem**

Resumo dos resultados da amostra n° 217053/2019-0 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 217053/2019-0 - Piracicaba, 217053/2019-0 - Belo Horizonte anexados a este documento.

**Declaração de Conformidade**

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os valores estabelecidos pela VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1, podemos observar que: O(s) parâmetro(s) Cianeto Livre, Manganês Total, Níquel Total, Zinco Total, Arsênio Total não satisfazem os limites permitidos.

**Referências Metodológicas e Locais de Execução**

Bioagri Ambiental Ltda. - Filial Belo Horizonte: na Rua Jacuí, 940 - Bairro Floresta - Belo Horizonte/MG, registrada no CRQ-MG sob n° 16.454, Processo n° 0168/10 e responsabilidade técnica do profissional Graziane Lírio Canuto.  
Turbidez: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2130 B  
Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz: Rua Aljovil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos - Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob n° 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto.

Metais (ICP-OES): Determinação: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992

Metais (ICP-OES): SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Prep.: EPA 3010 A: 1992

Sulfato: POP PA161 - Rev. 08

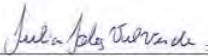
Cianeto: ASTM D 7511-12 (2017) e1

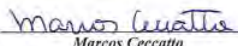
Cianeto WAD: ASTM D 6888-16

Cianeto Livre: ASTM D 7237-15a

Sólidos: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2540 A, B, C, D, E

Chave de Validação: 6a33263de754edd93d74b4dd7664e109

  
Julia Joly Valverde  
Controle de Qualidade  
CRQ 04493051 - 4ª Região

  
Marcos Ceccatto  
Diretor Técnico  
CRQ 04364387 - 4ª Região

**RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA N° 217055/2019-1**  
**Processo Comercial N° 10247/2019-3**

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA
<b>Endereço:</b>	Avenida AV ENGENHEIRO CARLOS GOULART, 24 - SALA: 401/402; - BURITIS - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.493-030
<b>Nome do Solicitante:</b>	Sérgio Ferreira Cruz

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do item de ensaio:</b>	8716961		
<b>Identificação do Cliente:</b>	Amostras de água		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Superficial		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da amostragem:</b>	08/08/2019 15:45:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	09/08/2019 09:24	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	26/08/2019

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 18	Data do Ensaio
Arsênio Dissolvido	mg/L	0,01	< 0,01	---	12/08/2019 10:21
Cádmio Total	mg/L	0,001	< 0,001	0,005	12/08/2019 12:25
Chumbo Total	mg/L	0,01	< 0,01	0,01	12/08/2019 12:25
Cianeto	mg/L	0,01	< 0,01	---	13/08/2019 15:14
Cianeto Livre	mg/L	0,01	< 0,01	0,001	13/08/2019 15:14
Cianeto WAD	mg/L	0,01	< 0,01	---	13/08/2019 15:14
Cobre Total	mg/L	0,005	< 0,005	---	12/08/2019 12:25
Ferro Total	mg/L	0,01	0,0250	---	12/08/2019 12:25
Manganês Total	mg/L	0,01	1,26	0,1	12/08/2019 12:25
Níquel Total	mg/L	0,01	0,119	0,025	12/08/2019 12:25
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	849	---	13/08/2019
Sulfato	mg/L	5	497	---	12/08/2019 16:50
Turbidez	NTU	0,1	0,10	---	09/08/2019 12:00
Zinco Total	mg/L	0,01	0,0190	0,09	12/08/2019 12:25
Arsênio Total	mg/L	0,01	< 0,01	0,01	12/08/2019 12:25

VMP CONAMA 357 ART 18 VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1.

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.  
 Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.  
 LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

**Informações do Cliente**

pH( a 25°C)=7,75  
 Potencial Redox ORP (mV)=192  
 Condutividade (µS/cm)=992  
 Cloro Residual Livre Mg/L=4,48

Este relatório cancela e substitui o relatório N° 217055/2019-0

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.  
 Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da amostragem, são de responsabilidade do interessado.

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Desvios e observações**

Inclusão ou alteração de comparativo por solicitação do cliente.

**Dados de Origem**

Resumo dos resultados da amostra n° 217055/2019-1 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 217055/2019-1 - Pimicaba, 217055/2019-1 - Belo Horizonte anexados a este documento.

**Declaração de Conformidade**

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os valores estabelecidos pela VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1. podemos observar que: O(s) parâmetro(s) Manganês Total, Níquel Total não satisfazem os limites permitidos.

**Referências Metodológicas e Locais de Execução**

Bioagri Ambiental Ltda. - Filial Belo Horizonte: na Rua Jacuí, 940 - Bairro Floresta - Belo Horizonte/MG, registrada no CRQ-MG sob n° 16.454, Processo n° 0168/10 e responsabilidade técnica da profissional Graziane Lírio Canuto.

Turbidez: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2130 B

Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz: Rua Aljovil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos - Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto.

Metais (ICP-OES): Determinação: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992

Metais (ICP-OES): SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Prep.: EPA 3010 A: 1992

Sulfato: POPPA161 - Rev. 08

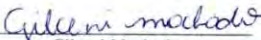
Cianeto: ASTM D 7511-12 (2017) e 1

Cianeto WAD: ASTM D 6888-16

Cianeto Livre: ASTM D 7237-15a

Sólidos: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2540 A, B, C, D, E

Chave de Validação: a5fc1eeaf37558709f491be7ad860b0

  
Gilceni Machado  
Controle de Qualidade  
CRQ 004481956 – 4ª Região

  
Joseane Maria Bülow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 – 9ª Região



**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 217055/2019-1 - Belo Horizonte**  
Processo Comercial N° 10247/2019-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA
<b>Endereço:</b>	Avenida AV ENGENHEIRO CARLOS GOULART, 24 - SALA: 401/402; - BURITIS - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.493-030
<b>Nome do Solicitante:</b>	Sérgio Ferreira Cruz

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do item de ensaio:</b>	8716961		
<b>Identificação do Cliente:</b>	Amostras de água		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Superficial		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da amostragem:</b>	08/08/2019 15:45:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	09/08/2019 09:24	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	26/08/2019

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	VMP CONAMA 357 ART 18	Data do Ensaio
Turbidez	---	NTU	0,1	0,10	0,005	---	09/08/2019 12:00

VMP CONAMA 357 ART 18 VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1.

**Notas**

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Este relatório cancela e substitui o relatório N° 217055/2019-0

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.

Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da amostragem, são de responsabilidade do interessado.

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Desvios e observações**

Inclusão ou alteração de comparativo por solicitação do cliente.

**Responsabilidade Técnica**

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Filial, situada na Rua Jacuí, 940 - Bairro Floresta - Belo Horizonte/MG - Cep.31110-050, registrada no CRQ-MG sob n° 16.454, Processo n° 0168/10 e responsabilidade técnica da profissional Graziane Lírio Canuto.

**Referências Metodológicas**

Turbidez: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2130 B

Chave de Validação: a5f61eeaf37558709f491be7ad860b0



Graziane Lírio Canuto  
Coordenadora do Laboratório  
CRQ 02102844

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 217055/2019-1 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 10247/2019-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA
<b>Endereço:</b>	Avenida AV ENGENHEIRO CARLOS GOULART, 24 - SALA: 401/402; - BURITIS - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.493-030
<b>Nome do Solicitante:</b>	Sérgio Ferreira Cruz

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do item de ensaio:</b>	8716961
<b>Identificação do Cliente:</b>	Amostras de água
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Superficial
<b>Coletor:</b>	Interessado
<b>Data da amostragem:</b>	08/08/2019 15:45:00
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	09/08/2019 09:24
<b>Data de Elaboração do RE:</b>	26/08/2019

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	VMP CONAMA 357 ART 18	Data do Ensaio
Arsênio Dissolvido	7440-38-2	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	---	12/08/2019 10:21
Cádmio Total	7440-43-9	mg/L	0,001	< 0,001	n.a.	0,005	12/08/2019 12:25
Chumbo Total	7439-92-1	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	0,01	12/08/2019 12:25
Cianeto	57-12-5	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	---	13/08/2019 15:14
Cianeto Livre	57-12-5	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	0,001	13/08/2019 15:14
Cianeto WAD	57-12-5	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	---	13/08/2019 15:14
Cobre Total	7440-50-8	mg/L	0,005	< 0,005	n.a.	---	12/08/2019 12:25
Ferro Total	7439-89-6	mg/L	0,01	0,0250	0,003	---	12/08/2019 12:25
Manganês Total	7439-96-5	mg/L	0,01	1,26	0,15	0,1	12/08/2019 12:25
Níquel Total	7440-02-0	mg/L	0,01	0,119	0,014	0,025	12/08/2019 12:25
Sólidos Dissolvidos Totais	---	mg/L	5	849	42	---	13/08/2019
Sulfato	14808-79-8	mg/L	5	497	75	---	12/08/2019 16:50
Zinco Total	7440-66-6	mg/L	0,01	0,0190	0,0023	0,09	12/08/2019 12:25
Arsênio Total	7440-38-2	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	0,01	12/08/2019 12:25

**CONTROLE DE Q QUALIDADE DO LABORATÓRIO**

Controle de Q qualidade - Metais Dissolvidos - Águas

218998/2019-0 - Branco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Arsênio Dissolvido	µg/L	10	< 10

Ensaio de Recuperação

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>218999/2019-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Águas</b>				
Arsênio	100	µg/L	98	80 - 120
Cromo	100	µg/L	94	80 - 120
Cobalto	100	µg/L	98	80 - 120
Lítio	100	µg/L	90	80 - 120
Manganês	100	µg/L	93	80 - 120
Estrôncio	100	µg/L	96	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>218998/2019-0 - Branco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas</b>				
Ítrio (Metais Dissolvidos)	100	%	108	70 - 130
<b>218999/2019-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Águas</b>				
Ítrio (Metais Dissolvidos)	100	%	101	70 - 130
<b>217055/2019-1 - Amostras de água</b>				
Ítrio (Metais Dissolvidos)	100	%	109	70 - 130

Controle de Q qualidade - Metais Totais - Água

219042/2019-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água			
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Arsênio Total	µg/L	10	< 10
Cádmio Total	µg/L	1	< 1
Cobre Total	µg/L	5	< 5
Ferro Total	µg/L	10	< 10
Níquel Total	µg/L	10	< 10
Zinco Total	µg/L	10	< 10
Manganês Total	µg/L	10	< 10

Ensaio de Recuperação

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
219043/2019-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água				
Arsênio	0,1	mg/L	94	80 - 120
Cromo	0,1	mg/L	90	80 - 120
Cobalto	0,1	mg/L	92	80 - 120
Lítio	0,1	mg/L	92	80 - 120
Manganês	0,1	mg/L	88	80 - 120
Estrôncio	0,1	mg/L	92	80 - 120
Surrogates				
219042/2019-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água				
Ítrio (Metais Totais)	100	%	102	70 - 130
219043/2019-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água				
Ítrio (Metais Totais)	100	%	94,1	70 - 130
217055/2019-1 - Amostras de água				
Ítrio (Metais Totais)	100	mg/L	102	70 - 130

VMP CONAMA 357 ART 18 VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1.

Notas

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

LQ / Faixa = Limite de Q quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Este relatório cancela e substitui o relatório N° 217055/2019-0

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.

Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da amostragem, são de responsabilidade do interessado.

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Desvios e observações

Inclusão ou alteração de comparativo por solicitação do cliente.

Responsabilidade Técnica

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Ajuvill Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4º Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccato, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

Referências Metodológicas

Metais (ICP-OES): Determinação: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992

Metais (ICP-OES): SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Prep.: EPA 3010 A: 1992

Sulfato: POP PA161 - Rev. 08

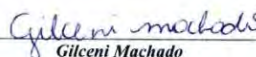
Cianeto: ASTM D 7511-12 (2017) e1

Cianeto WAD: ASTM D 6888-16

Cianeto Livre: ASTM D 7237-15a

Sólidos: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2540 A, B, C, D, E

Chave de Validação: a5f1eef37558709f491be7ad860b0

  
 Gilceni Machado  
 Controle de Qualidade  
 CRQ 004481956 - 4ª Região

  
 Joseane Maria Bülow  
 Gerente Técnica  
 CRQ 09200516 - 9ª Região

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 217053/2019-0 - Belo Horizonte**  
Processo Comercial N° 10247/2019-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA
<b>Endereço:</b>	Avenida AV ENGENHEIRO CARLOS GOULART, 24 - SALA: 401/402; - BURITIS - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.493-030
<b>Nome do Solicitante:</b>	Sérgio Ferreira Cruz

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do item de ensaio:</b>	8716960		
<b>Identificação do Cliente:</b>	Amostras de água		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Superficial		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da amostragem:</b>	08/08/2019 16:40:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	09/08/2019 09:21	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	26/08/2019

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	VMP CONAMA 357 ART 18	Data do Ensaio
Turbidez	---	NTU	0,1	1,40	0,07	---	09/08/2019 12:00

VMP CONAMA 357 ART 18 VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1.

**Notas**

“Mérieux NutriSciences” é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

LQ/Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.

Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da amostragem, são de responsabilidade do interessado.

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Responsabilidade Técnica**

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Filial, situada na Rua Jacuí, 940 - Bairro Floresta - Belo Horizonte/MG - Cep.31110-050, registrada no CRQ-MG sob nº 16.454, Processo nº 0168/10 e responsabilidade técnica da profissional Graziane Lírio Canuto.

**Referências Metodológicas**

Turbidez: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2130 B

Chave de Validação: 6a33263de754edd93d74b4dd7664e109



Graziane Lírio Canuto  
Coordenadora do Laboratório  
CRQ 02.102.844

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 217053/2019-0 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 10247/2019-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA
<b>Endereço:</b>	Avenida AV ENGENHEIRO CARLOS GOULART, 24 - SALA: 401/402; - BURITIS - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.493-030
<b>Nome do Solicitante:</b>	Sérgio Ferreira Cruz

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do item de ensaio:</b>	8716960		
<b>Identificação do Cliente:</b>	Amostras de água		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Superficial		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da amostragem:</b>	08/08/2019 16:40:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	09/08/2019 09:21	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	26/08/2019

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	VMP CONAMA 357 ART 18	Data do Ensaio
Arsênio Dissolvido	7440-38-2	mg/L	0,01	0,0919	0,011	---	11/08/2019 14:55
Cádmio Total	7440-43-9	mg/L	0,001	< 0,001	n.a.	0,005	12/08/2019 12:25
Chumbo Total	7439-92-1	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	0,01	12/08/2019 12:25
Cianeto	57-12-5	mg/L	0,01	0,244	0,039	---	14/08/2019 18:07
Cianeto Livre	57-12-5	mg/L	0,01	0,1	0,016	0,001	21/08/2019 15:00
Cianeto WAD	57-12-5	mg/L	0,01	0,12	0,0192	---	20/08/2019 12:00
Cobre Total	7440-50-8	mg/L	0,005	0,367	0,044	---	12/08/2019 12:25
Ferro Total	7439-89-6	mg/L	0,01	0,176	0,021	---	12/08/2019 12:25
Manganês Total	7439-96-5	mg/L	0,01	0,125	0,015	0,1	12/08/2019 12:25
Níquel Total	7440-02-0	mg/L	0,01	0,103	0,012	0,025	12/08/2019 12:25
Sólidos Dissolvidos Totais	---	mg/L	5	3147	160	---	13/08/2019
Sulfato	14808-79-8	mg/L	5	1600	240	---	12/08/2019 16:50
Zinco Total	7440-66-6	mg/L	0,01	0,134	0,016	0,09	12/08/2019 12:25
Arsênio Total	7440-38-2	mg/L	0,01	0,0980	0,012	0,01	12/08/2019 12:25

**CONTROLE DE Q QUALIDADE DO LABORATÓRIO**

Controle de Q qualidade - Metais Dissolvidos - Águas

218807/2019-0 - Branco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Arsênio Dissolvido	µg/L	10	< 10

Ensaio de Recuperação

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>218808/2019-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Águas</b>				
Arsênio	100	µg/L	96	80 - 120
Cromo	100	µg/L	95	80 - 120
Cobalto	100	µg/L	101	80 - 120
Lítio	100	µg/L	94	80 - 120
Manganês	100	µg/L	100	80 - 120
Estrôncio	100	µg/L	96	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>218807/2019-0 - Branco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas</b>				
Ítrio (Metais Dissolvidos)	100	%	89,2	70 - 130
<b>218808/2019-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Águas</b>				
Ítrio (Metais Dissolvidos)	100	%	86,4	70 - 130
<b>217053/2019-0 - Amostras de água</b>				
Ítrio (Metais Dissolvidos)	100	%	94,0	70 - 130



Controle de Q qualidade - Metais Totais - Água

219042/2019-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água			
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Arsênio Total	µg/L	10	< 10
Cádmio Total	µg/L	1	< 1
Cobre Total	µg/L	5	< 5
Ferro Total	µg/L	10	< 10
Níquel Total	µg/L	10	< 10
Zinco Total	µg/L	10	< 10
Manganês Total	µg/L	10	< 10

Ensaio de Recuperação

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
219043/2019-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água				
Arsênio	0,1	mg/L	94	80 - 120
Cromo	0,1	mg/L	90	80 - 120
Cobalto	0,1	mg/L	92	80 - 120
Lítio	0,1	mg/L	92	80 - 120
Manganês	0,1	mg/L	88	80 - 120
Estrôncio	0,1	mg/L	92	80 - 120
Surrogates				
219042/2019-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água				
Itrio (Metais Totais)	100	%	102	70 - 130
219043/2019-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água				
Itrio (Metais Totais)	100	%	94,1	70 - 130
217053/2019-0 - Amostras de água				
Itrio (Metais Totais)	100	mg/L	94,9	70 - 130

VMP CONAMA 357 ART 18 VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1.

Notas

“Mérieux NutriSciences” é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

LQ / Faixa = Limite de Q quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.

Informações relevantes à validade do ensaio, com o a data da amostragem, são de responsabilidade do interessado.

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Responsabilidade Técnica

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Ajuvil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Pimicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

Referências Metodológicas

Metais (ICP-OES): Determinação: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992

Metais (ICP-OES): SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Prep.: EPA 3010 A: 1992

Sulfato: POP PA161 - Rev. 08

Cianeto: ASTM D 7511-12 (2017) e1

Cianeto WAD: ASTM D 6888-16

Cianeto Livre: ASTM D 7237-15a

Sólidos: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2540 A, B, C, D, E

Chave de Validação: 6a33263de754edd93d74b4dd7664e109

*Julia Joly Valverde*  
Julia Joly Valverde  
Controle de Qualidade  
CRQ 04493051 - 4ª Região

*Marcos Ceccatto*  
Marcos Ceccatto  
Diretor Técnico  
CRQ 04364387 - 4ª Região

**RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA N° 217056/2019-1**  
Processo Comercial N° 10247/2019-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA
<b>Endereço:</b>	Avenida AV ENGENHEIRO CARLOS GOULART, 24 - SALA: 401/402; - BURITIS - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.493-030
<b>Nome do Solicitante:</b>	Sérgio Ferreira Cruz

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do item de ensaio:</b>	8716962		
<b>Identificação do Cliente:</b>	Amostras de água		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Superficial		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da amostragem:</b>	08/08/2019 16:20:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	09/08/2019 09:25	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	26/08/2019

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 18	Data do Ensaio
Arsênio Dissolvido	mg/L	0,01	< 0,01	---	12/08/2019 10:21
Cádmio Total	mg/L	0,001	< 0,001	0,005	12/08/2019 12:06
Chumbo Total	mg/L	0,01	< 0,01	0,01	12/08/2019 12:06
Cianeto	mg/L	0,01	< 0,01	---	14/08/2019 17:47
Cianeto Livre	mg/L	0,01	< 0,01	0,001	14/08/2019 17:47
Cianeto WAD	mg/L	0,01	< 0,01	---	14/08/2019 17:47
Cobre Total	mg/L	0,005	< 0,005	---	12/08/2019 12:06
Ferro Total	mg/L	0,01	0,0417	---	12/08/2019 12:06
Manganês Total	mg/L	0,01	0,0125	0,1	12/08/2019 12:06
Níquel Total	mg/L	0,01	< 0,01	0,025	12/08/2019 12:06
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	33	---	13/08/2019
Sulfato	mg/L	5	< 5	---	12/08/2019 16:50
Turbidez	NTU	0,1	0,97	---	09/08/2019 12:00
Zinco Total	mg/L	0,01	< 0,01	0,09	12/08/2019 12:06
Arsênio Total	mg/L	0,01	< 0,01	0,01	12/08/2019 12:06

VMP CONAMA 357 ART 18 VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1.

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.  
Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.  
LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

**Informações do Cliente**

pH( a 25°C)=6,10  
Potencial Redox ORP (mV)=221,8  
Condutividade (µS/cm)=57  
Cloro Residual Livre Mg/L=3,74

Este relatório cancela e substitui o relatório N° 217056/2019-0

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.  
Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da amostragem, são de responsabilidade do interessado.

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Desvios e observações**

Inclusão ou alteração de comparativo por solicitação do cliente.

**Dados de Origem**

Resumo dos resultados da amostra n° 217056/2019-1 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 217056/2019-1 - Pimicaba, 217056/2019-1 - Belo Horizonte anexados a este documento.

**Declaração de Conformidade**

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os valores estabelecidos pela VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1. podemos observar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

**Referências Metodológicas e Locais de Execução**

Bioagri Ambiental Ltda. - Filial Belo Horizonte: na Rua Jacuí, 940 - Bairro Floresta - Belo Horizonte/MG, registrada no CRQ-MG sob n° 16.454, Processo n° 0168/10 e responsabilidade técnica da profissional Graziane Lírio Canuto.

Turbidez: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2130 B

Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz: Rua Aljovil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos - Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto.

Metais (ICP-OES): Determinação: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992

Metais (ICP-OES): SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Prep.: EPA 3010 A: 1992

Sulfato: POPPA161 - Rev. 08

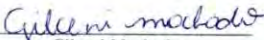
Cianeto: ASTM D 7511-12 (2017) e 1

Cianeto WAD: ASTM D 6888-16

Cianeto Livre: ASTM D 7237-15a

Sólidos: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2540 A, B, C, D, E

Chave de Validação: d1932a92a1011b4e535c4ff7d0a448e2

  
\_\_\_\_\_  
**Gilceni Machado**  
Controle de Qualidade  
CRQ 004481956 – 4ª Região

  
\_\_\_\_\_  
**Joseane Maria Bülow**  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 – 9ª Região

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 217056/2019-1 - Belo Horizonte**  
Processo Comercial N° 10247/2019-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA
<b>Endereço:</b>	Avenida AV ENGENHEIRO CARLOS GOULART, 24 - SALA: 401/402; - BURITIS - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.493-030
<b>Nome do Solicitante:</b>	Sérgio Ferreira Cruz

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do item de ensaio:</b>	8716962		
<b>Identificação do Cliente:</b>	Amostras de água		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Superficial		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da amostragem:</b>	08/08/2019 16:20:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	09/08/2019 09:25	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	26/08/2019

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	VMP CONAMA 357 ART 18	Data do Ensaio
Turbidez	---	NTU	0,1	0,97	0,049	---	09/08/2019 12:00

VMP CONAMA 357 ART 18 VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1.

**Notas**

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Este relatório cancela e substitui o relatório N° 217056/2019-0

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.

Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da amostragem, são de responsabilidade do interessado.

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Desvios e observações**

Inclusão ou alteração de comparativo por solicitação do cliente.

**Responsabilidade Técnica**

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Filial, situada na Rua Jacui, 940 - Bairro Floresta - Belo Horizonte/MG - Cep.31110-050, registrada no CRQ-MG sob n° 16.454, Processo n° 0168/10 e responsabilidade técnica da profissional Graziane Lírio Canuto.

**Referências Metodológicas**

Turbidez: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2130 B

Chave de Validação: d1932a92a1011b4e535c4ff7d0a448e2



Graziane Lírio Canuto  
Coordenadora do Laboratório  
CRQ 02102844

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 217056/2019-1 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 10247/2019-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA
<b>Endereço:</b>	Avenida AV ENGENHEIRO CARLOS GOULART, 24 - SALA: 401/402; - BURITIS - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.493-030
<b>Nome do Solicitante:</b>	Sérgio Ferreira Cruz

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do item de ensaio:</b>	8716962		
<b>Identificação do Cliente:</b>	Amostras de água		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Superficial		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da amostragem:</b>	08/08/2019 16:20:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	09/08/2019 09:25	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	26/08/2019

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	VMP CONAMA 357 ART 18	Data do Ensaio
Arsênio Dissolvido	7440-38-2	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	---	12/08/2019 10:21
Cádmio Total	7440-43-9	mg/L	0,001	< 0,001	n.a.	0,005	12/08/2019 12:06
Chumbo Total	7439-92-1	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	0,01	12/08/2019 12:06
Cianeto	57-12-5	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	---	14/08/2019 17:47
Cianeto Livre	57-12-5	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	0,001	14/08/2019 17:47
Cianeto WAD	57-12-5	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	---	14/08/2019 17:47
Cobre Total	7440-50-8	mg/L	0,005	< 0,005	n.a.	---	12/08/2019 12:06
Ferro Total	7439-89-6	mg/L	0,01	0,0417	0,005	---	12/08/2019 12:06
Manganês Total	7439-96-5	mg/L	0,01	0,0125	0,0015	0,1	12/08/2019 12:06
Níquel Total	7440-02-0	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	0,025	12/08/2019 12:06
Sólidos Dissolvidos Totais	---	mg/L	5	33	1,7	---	13/08/2019
Sulfato	14808-79-8	mg/L	5	< 5	n.a.	---	12/08/2019 16:50
Zinco Total	7440-66-6	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	0,09	12/08/2019 12:06
Arsênio Total	7440-38-2	mg/L	0,01	< 0,01	n.a.	0,01	12/08/2019 12:06

**CONTROLE DE Q QUALIDADE DO LABORATÓRIO**

Controle de Q qualidade - Metais Dissolvidos - Águas

218998/2019-0 - Branco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Arsênio Dissolvido	µg/L	10	< 10

Ensaio de Recuperação

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>218999/2019-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Águas</b>				
Arsênio	100	µg/L	98	80 - 120
Cromo	100	µg/L	94	80 - 120
Cobalto	100	µg/L	98	80 - 120
Lítio	100	µg/L	90	80 - 120
Manganês	100	µg/L	93	80 - 120
Estrôncio	100	µg/L	96	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>218998/2019-0 - Branco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas</b>				
Ítrio (Metais Dissolvidos)	100	%	108	70 - 130
<b>218999/2019-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Águas</b>				
Ítrio (Metais Dissolvidos)	100	%	101	70 - 130
<b>217056/2019-1 - Amostras de água</b>				
Ítrio (Metais Dissolvidos)	100	%	104	70 - 130



Controle de Q qualidade - Metais Totais - Água

219040/2019-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água	Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
	Arsênio Total	µg/L	10	< 10
	Cádmio Total	µg/L	1	< 1
	Cobre Total	µg/L	5	< 5
	Ferro Total	µg/L	10	< 10
	Níquel Total	µg/L	10	< 10
	Zinco Total	µg/L	10	< 10
	Manganês Total	µg/L	10	< 10

Ensaio de Recuperação

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>219041/2019-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água</b>				
Arsênio	0,1	mg/L	88	80 - 120
Cromo	0,1	mg/L	95	80 - 120
Cobalto	0,1	mg/L	98	80 - 120
Lítio	0,1	mg/L	98	80 - 120
Manganês	0,1	mg/L	96	80 - 120
Estrôncio	0,1	mg/L	97	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>219040/2019-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água</b>				
Ítrio (Metais Totais)	100	%	102	70 - 130
<b>219041/2019-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água</b>				
Ítrio (Metais Totais)	100	%	91,1	70 - 130
<b>217056/2019-1 - Amostras de água</b>				
Ítrio (Metais Totais)	100	mg/L	100	70 - 130

VMP CONAMA 357 ART 18 VMP pelo CONAMA 357 artigo 18 de 17 de março de 2005 - Padrão para água salina de classe 1.

Notas

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

LQ / Faixa = Limite de Q quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Este relatório cancela e substitui o relatório N° 217056/2019-0

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.

Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da amostragem, são de responsabilidade do interessado.

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Desvios e observações

Inclusão ou alteração de comparativo por solicitação do cliente.

Responsabilidade Técnica

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Ajuívil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4º Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccato, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

Referências Metodológicas

Metais (ICP-OES): Determinação: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992

Metais (ICP-OES): SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B / Prep.: EPA 3010 A: 1992

Sulfato: POP PA161 - Rev. 08

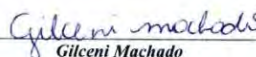
Cianeto: ASTM D 7511-12 (2017) e1

Cianeto WAD: ASTM D 6888-16

Cianeto Livre: ASTM D 7237-15a

Sólidos: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2540 A, B, C, D, E

Chave de Validação: d1932a92a1011b4e535c4ff7d0a448e2

  
 Gilceni Machado  
 Controle de Qualidade  
 CRQ 004481956 - 4ª Região

  
 Joseane Maria Bülow  
 Gerente Técnica  
 CRQ 09200516 - 9ª Região



### **8.3.ANEXO III – ANOTAÇÕES RESPONSABILIDADE TÉCNICA**





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

**CREA-MG**

Via da Obra/Serviço  
 Página 1/1

**ART de Obra ou Serviço**  
**14201900000005513267**

**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais**

1. Responsável Técnico

**JOAO CESAR CARDOSO DO CARMO**

Título profissional:  
**ENGENHEIRO GEOLOGO;**

RNP: 1402426577

Registro: 04.0.0000029184

2. Dados do Contrato

Contratante: **LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA**

CNPJ: 06.213.273/0001-09

Logradouro: **AVENIDA ENGENHEIRO CARLOS GOULART**

Nº: 000024

Complemento: **401/402**

Bairro: **BURITIS**

Cidade: **BELO HORIZONTE**

UF: **MG**

CEP: 30493030

Contrato

Celebrado em **27/08/2019**

valor **5.000,00**

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

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **RUA MESTRE CAETANO S/N**

Nº: 000000

Complemento: **MINA DE CUIABÁ**

Bairro: **CENTRO**

Cidade: **SABARÁ**

UF: **MG**

CEP: 34505320

Data de início: **27/08/2019** Previsão de término: **10/10/2019**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **ANGLOGOLD ASHANT - CORREGO DO SITIO MINERAÇÕES.A**

CNPJ: 18.565.382/0001-66

4. Atividade Técnica

**1 - ASSESSORIA**

Quantidade: Unidade

**MONITORAMENTO, MEIO AMBIENTE, RELATORIO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

1193.33 ha

**2 - CONSULTORIA**

**ESTUDO, MEIO AMBIENTE, RELATORIO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

1194.33 ha

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

5. Observações

**ELABORAÇÃO DE RELATORIO DE REAVALIAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE INVENTÁRIOS DE NASCENTES E CURSOS D'AGUA NA REGIÃO DA MINA DE CUIABÁ E SEU ENTORNO.**

6. Declarações

7. Entidade de Classe

**BIND. DOS GEOLOGOS NO EST. DE MINAS GERAIS-SING**

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte 10 de Setembro de 2019

**JOAO CESAR CARDOSO DO CARMO**

RNP: 1402426577

**LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA** CNPJ: 06.213.273/0001-09

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](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confex.org.br](http://www.confex.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\$ 5.000,00; ART: R\$ 85,96  
 HIDROGEOLOGIA, MEIO AMBIENTE,



Valor da ART: **85,96**

Registrada em: **10/09/2019**

Valor Pago: **85,96**

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732

Nosso Número: **000000005330123**







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

**CREA-MG**

**ART de Obra ou Serviço**  
**14201900000005513501**

**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais**

1. Responsável Técnico

**JOAO CESAR CARDOSO DO CARMO**

Título profissional:  
**ENGENHEIRO GEOLOGO;**

RNP: 1402426577

Registro: 04.0.0000029184

2. Dados do Contrato

Contratante: **LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA**

Lugradouro: **ESTRADA FAZ DO QUEIROZ**

CNPJ: 06.213.273/0001-09

Nº: 000000

Cidade: **NOVA LIMA**

Bairro: **GALO NOVO**

UF: **MG**

CEP: 34002882

Contrato:

Celebrado em: **27/08/2019**

Valor: **5.000,00**

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

3. Dados da Obra/Serviço

Lugradouro: **RUA FAZ RAPAUNHA S/N**

Nº: 000000

Cidade: **SABARÁ**

Bairro: **GALO NOVO**

UF: **MG**

CEP: 34505320

Data de início: **27/08/2019** Previsão de término: **10/10/2019**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **ANGLOGOLD ASHANT - CORREGO DO SÍTIO MINERAÇÕES.A**

CNPJ: 18.565.382/0006-70

4. Atividade Técnica

**1 - ASSESSORIA**

Quantidade: Unidade:

**MONITORAMENTO, MEIO AMBIENTE, RELATORIO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

1193.33 ha

**2 - CONSULTORIA**

**ESTUDO, MEIO AMBIENTE, RELATORIO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

1194.33 ha

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

5. Observações

**ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA DE NÁSCENTES LOCALIZADA NA FAZ RAPAUNHA**

6. Declarações

7. Entidade de Classe

**ASSOC. DOS ANTIGOS ALUNOS DA ESCOLA DE MINAS DE**

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

*Belo Horizonte*, 10 de setembro de 2019

**JOAO CESAR CARDOSO DO CARMO**

RNP: 1402426577

**LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA** CNPJ: 06.213.273/0001-09

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](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confea.org.br](http://www.confea.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\$ 5.000,00. ATIVA DE: **GEOTECNIA, MEIO AMBIENTE,**



[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732

Valor da ART: **85,96**

Registrada em: **10/09/2019**

Valor Pago: **85,96**

Nosso Número: **000000005330349**





**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**  
**14201900000005505591**

1. Responsável Técnico

**HENRIQUE ALVES PESCIOTTI**

Título profissional:  
**GEOGRAFO;**

RNP: 1411234855

Registro: 04.0.0000157079

Empresa contratada:  
**LUME ESTRATEGIA AMBIENTAL LTDA**

Registro: 33666

2. Dados do Contrato

Contratante: **ANGLOGOLD ASHANTI CÔRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO S.A.**

CNPJ: 18.565.382/0001-66

Logradouro: **FAZENDA SÃO BENTO**

Nº: 000000

Complemento: **SNº**

Bairro: **ZONA RURAL**

Cidade: **SANTA BÁRBARA**

UF: **MG**

CEP: 35960000

Contrato: **4501457396 -OS 02/19**

Celebrado em: **01/07/2019**

Valor: **5.200,00**

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

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **ESTRADA QUEIROZ**

Nº: 000000

Complemento: **FAZENDA RAPAUNHA -SN**

Bairro: **GALO NOVO**

Cidade: **NOVA LIMA**

UF: **MG**

CEP: 34002882

Data de início: **01/07/2019** Previsão de término: **20/09/2019**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **ANGLOGOLD ASHANTI CÔRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO S.A.**

CNPJ: 18.565.382/0006-70

4. Atividade Técnica

1 - CONSULTORIA

Quantidade: Unidade:

ESTUDO, MEIO AMBIENTE, RELATORIO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

1.62

ha

2 - COORDENAÇÃO

ESTUDO, MEIO AMBIENTE, RELATORIO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

1.62

ha

3 - ELABORAÇÃO

ESTUDO, MEIO AMBIENTE, RELATORIO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

1.62

ha

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

5. Observações

COORD. E ELAB. DO RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA DA SURGÊNCIA RAPAUNHA.....

6. Declarações

7. Entidade de Classe

**ASSOC. DOS PROFISSIONAIS GEÓGRAFOS DO ESTADO DE**

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte de 06 de Setembro de 2019

*Henrique Alves Pesciotti*

**HENRIQUE ALVES PESCIOTTI**

RNP: 1411234855

**ANGLOGOLD ASHANTI CÔRREGO DO SÍ** CNPJ: 18.565.382/0001-66

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](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confex.org.br](http://www.confex.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\$ 5200,00. ÁREA DE APLICAÇÃO: MEIO AMBIENTE, MEIO AMBIENTE, MEIO AMBIENTE.



[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732

Valor da ART: 226,50

Registrada em: 06/09/2019

Valor Pago: 226,50

Nosso Número: 000000005323640