

**ANGLO AMERICAN
MINÉRIO DE FERRO BRASIL S.A.**



SISTEMA MINAS-RIO

RELATÓRIO TÉCNICO PARA OUTORGA DE ÁGUA SUPERFICIAL

RETIFICAÇÃO DE OUTORGA

BARRAGEM DE REJEITOS

PORTARIA Nº 00581/2010 DE 27.02.2010

POTANG1000-1-TC-RTE-0009

- NOVEMBRO DE 2018 -

APRESENTAÇÃO

Belo Horizonte, 30 de novembro de 2018.

Ao
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão da Água
At. Enga. Marília Carvalho de Melo – Diretora Geral.

Ref.: Relatório de Técnico para Outorga de Água Superficial: Retificação da Outorga da Barragem de Rejeitos

Prezada Senhora,

Estamos apresentando neste documento o relatório técnico referente aos estudos hidrológicos para subsidiar o requerimento de **Retificação de Outorga de Captação de Água Superficial**, elaborado especialmente para instruir o pedido que está sendo encaminhado pela ANGLO AMERICAN MINÉRIO DE FERRO BRASIL S.A., referente à captação de água na Barragem de Rejeitos do empreendimento da Mina Serra do Sapo do Sistema Minas-Rio, localizado no município de Conceição do Mato Dentro – MG.

O requerimento para **Retificação de Outorga** está relacionado à alteração da vazão outorgada para captação na Barragem de Rejeitos, estabelecida na Portaria 00581/2010 (Processo de Outorga nº 3336/2009, com validade até 29/09/2020 conforme Anexo da certidão de Licença de Operação da nº 123/2014 Etapa 01, Processo COPAM 472/2007/006/2013). Especificamente, a referida Portaria foi publicada com o valor de **544 L/s** (1958 m³/h) para a captação na barragem, sendo que a vazão efetivamente passível de produção pelo reservatório é de **174 L/s** (625 m³/h), conforme se depreende do potencial de produção hídrica da bacia hidrográfica, apresentado no presente documento. Nesta retificação, mantém-se o valor de fluxo residual determinado na Portaria 00581/2010, no valor de **28,1 L/s** (101 m³/h).

A Barragem de Rejeitos foi construída e opera com as seguintes finalidades: consumo industrial, disposição de rejeitos proveniente do processo de beneficiamento de minério de ferro, recuperação da água liberada pelos rejeitos e descargas da usina de concentração, regularização de vazões de estiagem e outros (aspersão de vias e obras). A vazão a ser outorgada é garantida pelo volume de regularização alocado no reservatório, calculado em **12.000.000 m³**, que está sempre disponível acima do espaço ocupado pelos rejeitos.

Colocamo-nos à disposição de V. Sas. para prestar quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

Atenciosamente,

POTAMOS ENGENHARIA E HIDROLOGIA LTDA.
Eng.º Mário Cicareli Pinheiro – CREA/RJ 38.956
Avenida Barão Homem de Melo, 4386 14º andar Estoril
30.494-270 – BELO HORIZONTE - MG
Tel. (31) 2534-5100

SUMÁRIO



1. INTRODUÇÃO	6
2. DADOS BÁSICOS	6
2.1. Estudos Anteriores.....	6
2.2. Dados Pluviométricos.....	6
2.3. Dados Fluviométricos.....	6
2.4. Requisitos Legais.....	10
2.5. Referências Bibliográficas.....	10
3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	11
3.1. Arranjo Geral.....	11
3.2. Balanço Hídrico do Empreendimento.....	14
3.3. Barragem de Rejeitos.....	16
3.4. Rede de Monitoramento Hidrométrico.....	21
4. AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS	22
4.1. Metodologia.....	22
4.2. Usos Outorgados na Bacia.....	23
4.3. Regionalização da Vazão Média de Longo Termo.....	23
4.4. Regionalização de Vazões Mínimas.....	26
4.5. Curva de Regularização do Reservatório da Barragem de Rejeitos.....	27
5. ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS HIDRÁULICOS	29
5.1. Precipitação de Projeto.....	29
5.2. Sistema Extravasor da Barragem de Rejeitos.....	31
5.3. Curva Cota-Volume.....	31
5.4. Curva de Descarga do Sistema Extravasor.....	32
5.5. Avaliação do Trânsito de Cheias de Projeto.....	32
6. SÍNTESE DOS ESTUDOS	33
7. ANEXOS	35

1. INTRODUÇÃO

O presente documento descreve os estudos hidrológicos e a atualização do balanço hídrico do empreendimento Sistema Minas-Rio para subsidiar o processo de **Retificação de Outorga** para captação de água superficial no reservatório da Barragem de Rejeitos, implantada no município de Conceição do Mato Dentro-MG.

O Sistema Minas Rio, de propriedade da empresa Anglo American Minério de Ferro Brasil S.A., é composto por lavra a céu aberto, planta de beneficiamento, planta de filtragem, barragem de rejeitos, mineroduto, porto de embarque e demais equipamentos de infraestrutura minerária, tendo iniciado as operações (*start up*) em outubro de 2014.

A Barragem de Rejeitos está localizada no córrego Passa Três, também conhecido regionalmente como córrego Passa Sete, afluente da margem esquerda do ribeirão São José, que por sua vez é afluente da margem direita do rio do Peixe, no ponto de coordenadas geográficas de latitude 18°51'40"S e longitude 43°23'57"O. Essa estrutura foi concebida para usos múltiplos, com as finalidades de dispor os rejeitos do processo de beneficiamento de minério de ferro, recuperação de água e regularização de vazões.

A retificação proposta para a captação na Barragem de Rejeitos, que teve a outorga regularizada pela Portaria de nº 00581/2010 (Processo de Outorga nº 3336/2009, com validade até 29.09.2020, conforme Anexo da certidão de Licença de Operação nº 123/2014 Etapa 01, Processo COPAM 472/2007/006/2013), trata da alteração do valor da parcela de água nova regularizada pelo reservatório da barragem, de forma compatível com o potencial de produção de água da bacia do córrego Passa Três.

A vazão atualmente outorgada, no valor de 544 L/s, apresenta-se com um valor mais que o dobro da vazão média de longo termo do manancial, indicando, de imediato, uma incompatibilidade com os princípios básicos de aproveitamentos de recursos hídricos superficiais. No presente documento, os estudos hidrológicos que embasaram o anterior pedido de outorga foram revisitados com a finalidade de mostrar os limites da capacidade de regularização do reservatório da Barragem de Rejeitos. Procurou-se ressaltar o fato de que a capacidade de bombeamento instalada na barragem é muito maior que a vazão a ser outorgada, devido à recuperação da água livre da polpa dos rejeitos e das descargas periódicas da usina de beneficiamento.

A outorga para o uso da água representa um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Nº 9.433/1997. No estado de Minas Gerais, as outorgas são regulamentadas pela Portaria IGAM Nº 49/2010. Ao discriminar os usos e intervenções sujeitos a outorgas, não existe menção à captação de águas de reuso ou de recuperação de polpas de rejeitos, deixando implícito que, nas barragens de contenção de rejeitos e com regularização de vazões, apenas a parcela produzida pela bacia hidrográfica deve ser outorgada. Quanto aos limites de vazão passíveis de serem outorgados para usos consuntivos, utilizados como balizadores do presente pedido de retificação de outorga, destacam-se as seguintes indicações do texto legal:

2. Compreender o arranjo geral da barragem e respectivo reservatório, nas conformações atual e final do projeto.
3. Identificar as seções de monitoramento hidrométrico (quantidade e qualidade) implantadas a montante e jusante da intervenção.
4. Identificar o funcionamento do sistema de recirculação e recuperação de água, os centros de consumo e as fontes de suprimento de água, por meio do fluxograma de água e de balanço hídrico do empreendimento.
5. Conhecer o balanço hídrico do sistema e justificar as vazões máximas, médias e mínimas captadas na barragem.
6. Identificar a alocação do volume útil de regularização nas curvas cota-área e cota-volume do reservatório.
7. Conhecer os dispositivos de manutenção de fluxo residual para jusante e o critério de dimensionamento do órgão de extravasamento (Capítulo 5).
8. Identificar as etapas de alteamento da barragem.

O consumo de água no empreendimento atende aos seguintes usos: (i) reposição da água adsorvida na polpa de rejeito, (ii) umectação de vias para evitar liberação de particulados nas estradas não pavimentadas, (iii) aplicações em obras civis diversas e outras atividades de operação da mina, (iv) água para transporte de minério beneficiado no mineroduto, (v) consumo humano em refeitórios, escritórios e oficinas e (vi) manutenção de canteiro de mudas. A água nova captada na Barragem de Rejeitos é destinada ao atendimento dos três primeiros usos especificados acima.

A vazão de referência $Q_{7,10}$ na seção fluvial onde está implantada a barragem foi estimada em 39,7 L/s (143 m³/h). O valor requerido para outorga, equivalente à vazão regularizada na barragem, permaneça conforme solicitado anteriormente, quando da instrução do pedido anterior de outorga feito em 2009, sendo igual a 174 L/s (625 m³/h), com a manutenção do fluxo residual a jusante em 28,1 L/s (101 m³/h). A parcela de água recuperada na barragem, anteriormente estimada no balanço hídrico de projeto como sendo igual a 1083 m³/h (301 L/s), foi complementada para indicar o valor máximo de 5375 m³/h (1490 L/s), considerando os transientes da operação os quais, na verdade, não interferem na análise hidrológica relacionada ao potencial de regularização do reservatório. Em suma, permanecem válidos os principais elementos contidos no relatório anterior do pedido de outorga, elaborado em 2009 e com a indicação destacada no Item 2.1 deste documento.

Além deste capítulo introdutório, este documento encontra-se estruturado em mais cinco capítulos, quais são: **Capítulo 2**, contendo a síntese das informações básicas consideradas; **Capítulo 3**, onde é apresentada a caracterização do manejo da água no empreendimento e o balanço hídrico industrial; **Capítulo 4**, referente aos estudos hidrológicos para avaliação das disponibilidades hídricas do manancial; **Capítulo 5**, onde é apresentado o dimensionamento hidráulico do sistema de extravasamento da barragem e, por fim, o **Capítulo 6**, com a apresentação da síntese dos estudos, destacando os principais elementos para o processo de retificação da outorga.



2. DADOS BÁSICOS

A seguir são elencadas as informações básicas utilizadas no desenvolvimento da caracterização do empreendimento, assim como para os estudos hidrológicos e de balanço hídrico do reservatório da Barragem de Rejeitos.

2.1. Estudos Anteriores

Essencialmente, de maior relevância para este pedido de retificação de outorga é a referência aos estudos que instruíram o pedido anterior de outorga, feito em 2009 e relatado no documento:

- **04-1715-06-0130-RT-00-B - Relatório Técnico para Outorga de Direito de Recursos Hídricos – Projeto Minas-Rio – Barragem de Contenção de Rejeitos, elaborado pela VOGBR em março de 2009;**

2.2. Dados Pluviométricos

A caracterização do regime pluviométrico médio anual da bacia hidrográfica do rio do Peixe foi realizada a partir de dados consistidos de precipitação diária de estações de monitoramento da ANA – Agência Nacional de Águas, obtido do endereço eletrônico www.ana.gov.br.

A relação das estações utilizadas e a estimativa da precipitação média anual em cada posto estão apresentadas na Tabela 2.1. A localização dos postos pluviométricos pode ser visualizada na Figura 2.1. As estimativas de precipitação média foram utilizadas nos estudos de regionalização de vazões, visando à avaliação da capacidade de produção de água do córrego Passa Três no local da Barragem de Rejeitos.

2.3. Dados Fluviométricos

Os registros fluviométricos da estação da ANA foram utilizados para a obtenção da série de vazões, na seção fluvial da Barragem de Rejeitos, por meio de técnicas de regionalização.

Foram obtidos os dados consistidos de vazões médias diárias da estação da ANA (56765000) localizada no rio do Peixe na cidade de Dom Joaquim. A localização da estação fluviométrica de referência para os estudos pode ser visualizada na Figura 2.1.

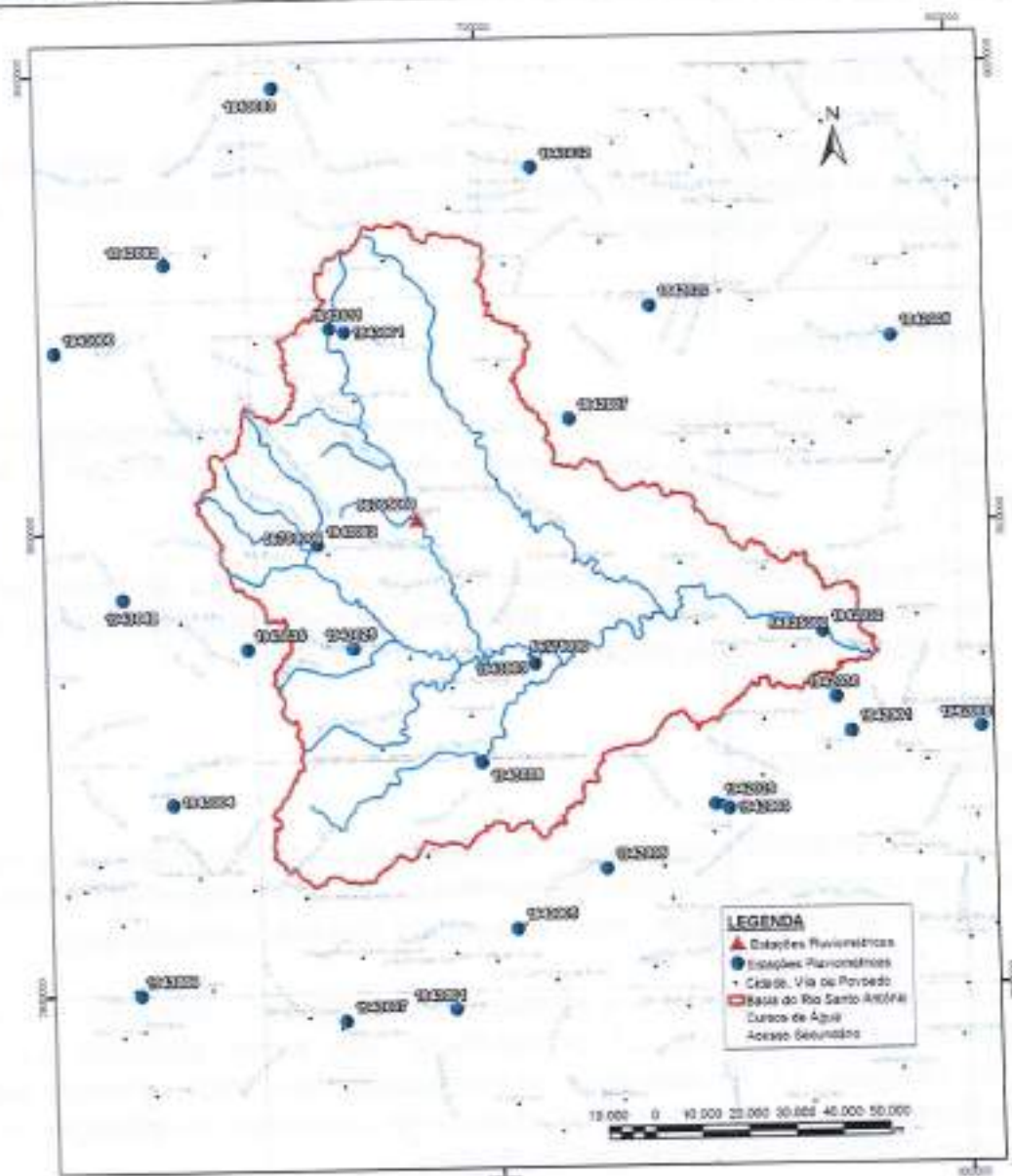


Figura 2.1 – Localização das estações pluviométricas e fluviométrica utilizadas no estudo (Fonte: VOGBR, 2009).

Tabela 2.1 - Relação das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Código	Nome	Município	Responsável	Operadora	Coordenadas Geográficas		Precipitação Média Anual (mm)
					Latitude	Longitude	
01842005	Coroaci	Coroaci	ANA	CPRM	18° 36' 43" S	42° 16' 43" W	1346
01842007	Guanhães	Guanhães	ANA	CPRM	18° 46' 20" S	42° 55' 52" W	1355
01842020	São João Evangelista	São João Evangelista	ANA	CPRM	18° 33' 10" S	42° 45' 51" W	1152
01843000	Usina Parauna	Presidente Juscelino	ANA	CPRM	18° 38' 08" S	43° 57' 57" W	1210
01843001	Serro	Serro	ANA	-	18° 36' 00" S	43° 23' 00" W	1564
01843002	Gouveia	Gouveia	ANA	CPRM	18° 27' 56" S	43° 44' 35" W	1291
01843003	Mendanha - Montante	Diamantina	ANA	CPRM	18° 06' 48" S	43° 31' 13" W	1297
01843011	Serro	Serro	ANA	CPRM	18° 35' 34" S	43° 24' 45" W	1286
01843012	Rio Vermelho	Rio Vermelho	ANA	CPRM	18° 16' 47" S	43° 00' 02" W	1152
01942001	Cachoeira Escura	Belo Oriente	ANA	-	19° 23' 00" S	42° 22' 00" W	1162
01942003	Coronel Fabriciano	Coronel Fabriciano	ANA	-	19° 32' 00" S	42° 37' 00" W	1376
01942005	Antônio Dias	Antônio Dias	ANA	-	19° 39' 00" S	42° 52' 00" W	1386
01942008	Dom Cavati	Dom Cavati	ANA	CPRM	19° 22' 25" S	42° 06' 18" W	1173
01942029	Mário de Carvalho	Coronel Fabriciano	ANA	CPRM	19° 31' 29" S	42° 38' 39" W	1311
01942030	GENIBRA	Belo Oriente	ANA	CPRM	19° 18' 59" S	42° 23' 46" W	1270
01942032	Naque Velho	Naque	ANA	CPRM	19° 11' 19" S	42° 25' 22" W	1351
01943001	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	ANA	CPRM	19° 55' 22" S	43° 10' 40" W	1394
01943002	Conceição do Mato Dentro	Conceição do Mato Dentro	ANA	CPRM	19° 01' 00" S	43° 26' 39" W	1554
01943003	Ferros	Ferros	ANA	CPRM	19° 15' 01" S	43° 00' 52" W	1304
01943004	Jaboticatubas	Jaboticatubas	ANA	CPRM	19° 31' 14" S	43° 44' 40" W	1301
01943005	Nova Era	Nova Era	ANA	-	19° 46' 00" S	43° 03' 00" W	1270
01943006	Sabará	Sabará	ANA	CPRM	19° 53' 35" S	43° 48' 54" W	1468



Tabela 2.1 - Relação das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Código	Nome	Município	Responsável	Operadora	Coordenadas Geográficas		Precipitação Média Anual (mm)
					Latitude	Longitude	
01043007	Santa Bárbara	Santa Bárbara	ANA	CPRM	19° 56' 43" S	43° 24' 04" W	1368
01043008	Santa Maria do Ilhairs	Santa Maria de Itabira	ANA	CPRM	19° 26' 31" S	43° 07' 04" W	1368
01043025	Morro do Pilar	Morro do Pilar	ANA	CPRM	19° 13' 03" S	43° 22' 27" W	1600
01043035	Vau da Laguna	Santana do Riacho	ANA	CPRM	19° 12' 00" S	43° 35' 17" W	1480
01043047	Fazenda Caribás	Balmim	ANA	CPRM	19° 07' 11" S	43° 50' 10" W	1200



2.4. Requisitos Legais

Na elaboração dos trabalhos foram consultados os seguintes atos legais:

- Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Lei nº 13.199 de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências;
- Portaria IGAM nº 010 de 30 de dezembro de 1998, que define os critérios de outorgas para o Estado de Minas Gerais;
- Portaria IGAM nº 07, de 19 de novembro de 1999, que altera a redação do § 3º do Art. 8º da Portaria nº 010/98, de 30 de dezembro de 1998, que regulamenta o processo de outorga de direito de uso de águas de domínio do Estado;
- Portaria IGAM nº 49 de 01 de julho de 2010, estabelecendo os procedimentos para a regularização ambiental do uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais;
- Deliberação Normativa CERH nº 07 de 04 de novembro de 2002, que estabelece a classificação dos empreendimentos quanto ao porte e potencial poluidor, tendo em vista a legislação de recursos hídricos do Estado de Minas Gerais, e dá outras providências;
- Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012, que dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado.

2.5. Referências Bibliográficas

A metodologia adotada na atualização dos estudos hidrológicos foi embasada nas seguintes referências bibliográficas:

- Hidrologia: ciência e aplicação, Organizado por Carlos E. M. Tucci – Porto Alegre – Universidade UFRGS – ABRH, 2001;
- Hidrologia, Lucas Nogueira Garcez e Guillermo Costa Alvarez – Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 1988;
- Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração, Mário Cicareli Pinheiro, Porto Alegre – ABRH, 2011;
- Estudos hidrológicos para cálculo das cheias de projeto e vazões mínimas na seção fluvial da Barragem de Rejeitos, VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia, elaborado em novembro de 2006;
- Publicação Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais, Hidrosistemas, 1993.

3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.1. Arranjo Geral

A Mina Serra do Sapo, que compreende as atividades de lavra e beneficiamento do minério de ferro, abrange um território delimitado atualmente pelas coordenadas aproximadas 7.914.500 e 7.907.800 Norte e 668.835 e 665.250 Leste (UTM SIRGAS2000, Zona 23 Sul), tal como ilustrado na Figura 3.1. Esse território está inserido nos limites territoriais dos municípios de Conceição do Mato Dentro e Alvorada de Minas - MG (Figura 3.1) e hidrograficamente na rede de drenagem do rio do Peixe, bacia hidrográfica estadual do rio Santo Antônio.

A mina em questão se posiciona cerca de 15 km ao norte do centro da cidade de Conceição do Mato Dentro, que por sua vez se localiza às margens da Rodovia MG-010 que promove a interligação viária com a região metropolitana de Belo Horizonte (163 km). A atividade de mineração e beneficiamento local está devidamente licenciada junto ao órgão ambiental estadual (SUPRAM) e se encontra em plena fase de operação, tendo o *Start Up* (início de operação) ocorrido em outubro de 2014. A Figura 3.2 apresenta o arranjo geral do empreendimento

A usina de beneficiamento promove a concentração do minério de ferro extraído em lavra a céu aberto. O processo de beneficiamento ocorre, em parte, por via seca, englobando as etapas de britagem, peneiramento, pilha pulmão e prensa. Após a alimentação da moagem, o processo de beneficiamento passa a ocorrer com adição de água, seguindo para cicloneamento/classificação, flotação, remoagem e espessamento (espessadores de concentrado e de rejeitos), conforme ilustrado pela Figura 3.3. A produção anual prevista é da ordem de 26,5 milhões de toneladas de minério.

Em torno de 70% da água adicionada na etapa da moagem provém da recirculação da água vertida (*overflow*) dos espessadores. A polpa (água + sólidos) de minério concentrado e adensado no espessador de produtos segue para os tanques da Estação de Bombas EB1 para alimentação do mineroduto. A polpa de minério segue pelo mineroduto até a Planta de Filtragem, no Porto do Açú, em São João da Barra - RJ, onde fica estocada nos Pátios de Produto para embarque final. A água proveniente da polpa filtrada segue para reuso na Planta de Filtragem e no Porto, sendo seu excedente lançado em emissário submarino.

O rejeito do processo, em forma de polpa, está sendo disposto no reservatório da Barragem de Rejeitos por um período de aproximadamente 20 anos, sendo a produção estimada ao longo desse período em torno de 360 milhões de m³. A parcela da água da polpa que não fica retida nos interstícios do rejeito é recuperada no reservatório da barragem para reuso nas etapas úmidas do processo.

O atual sistema de captação, armazenamento e recirculação de água é composto pelo sistema de captação superficial implantada no rio do Peixe (2500 m³/h ou 694 L/s) e pela Barragem de Rejeitos, onde se promove a recirculação da água proveniente dos rejeitos (5375 m³/h ou 1493 L/s) e a regularização de vazão da bacia hidrográfica de contribuição (625 m³/h ou 174 L/s).

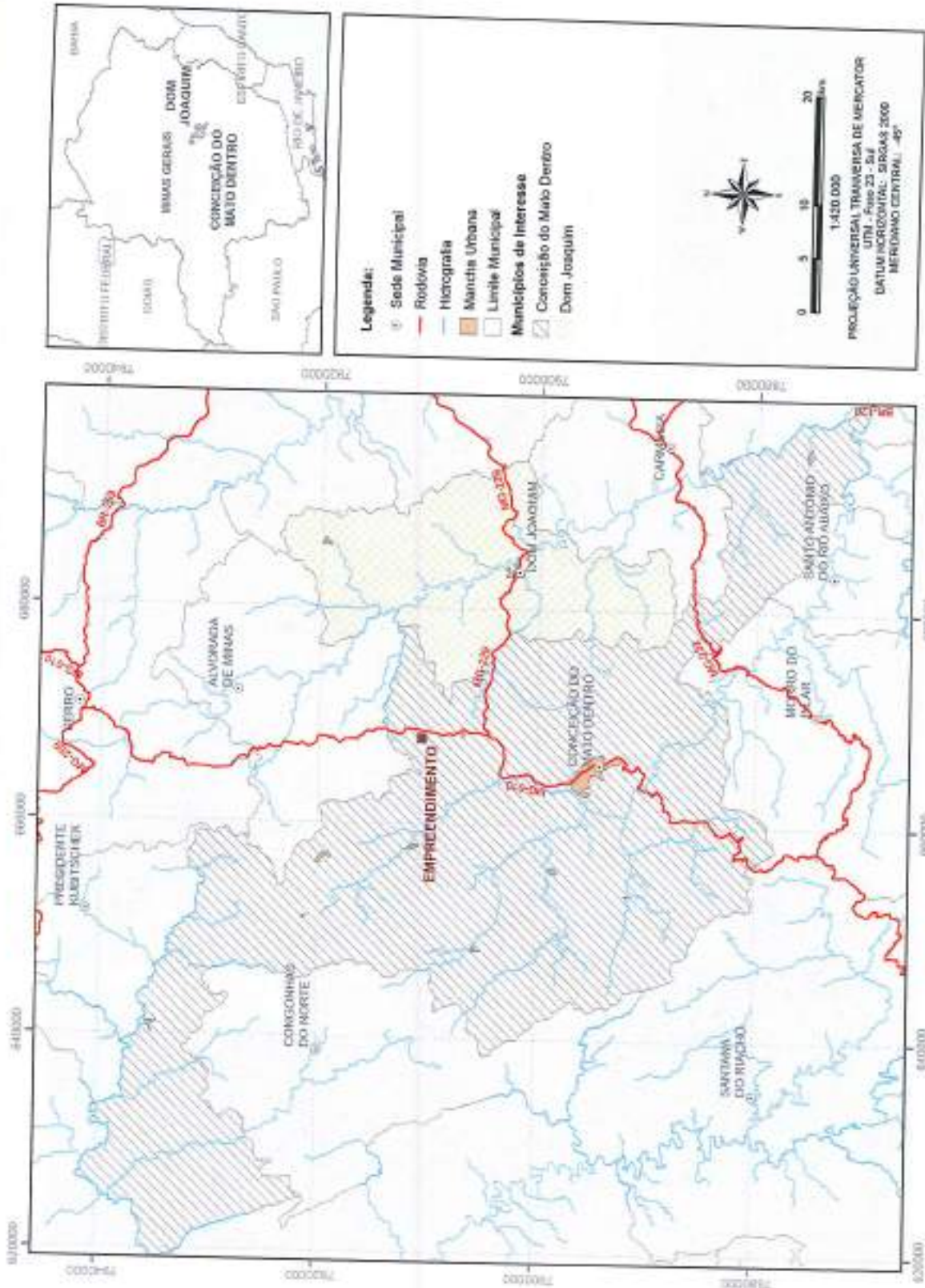


Figura 3.1 – Localização geral do empreendimento.

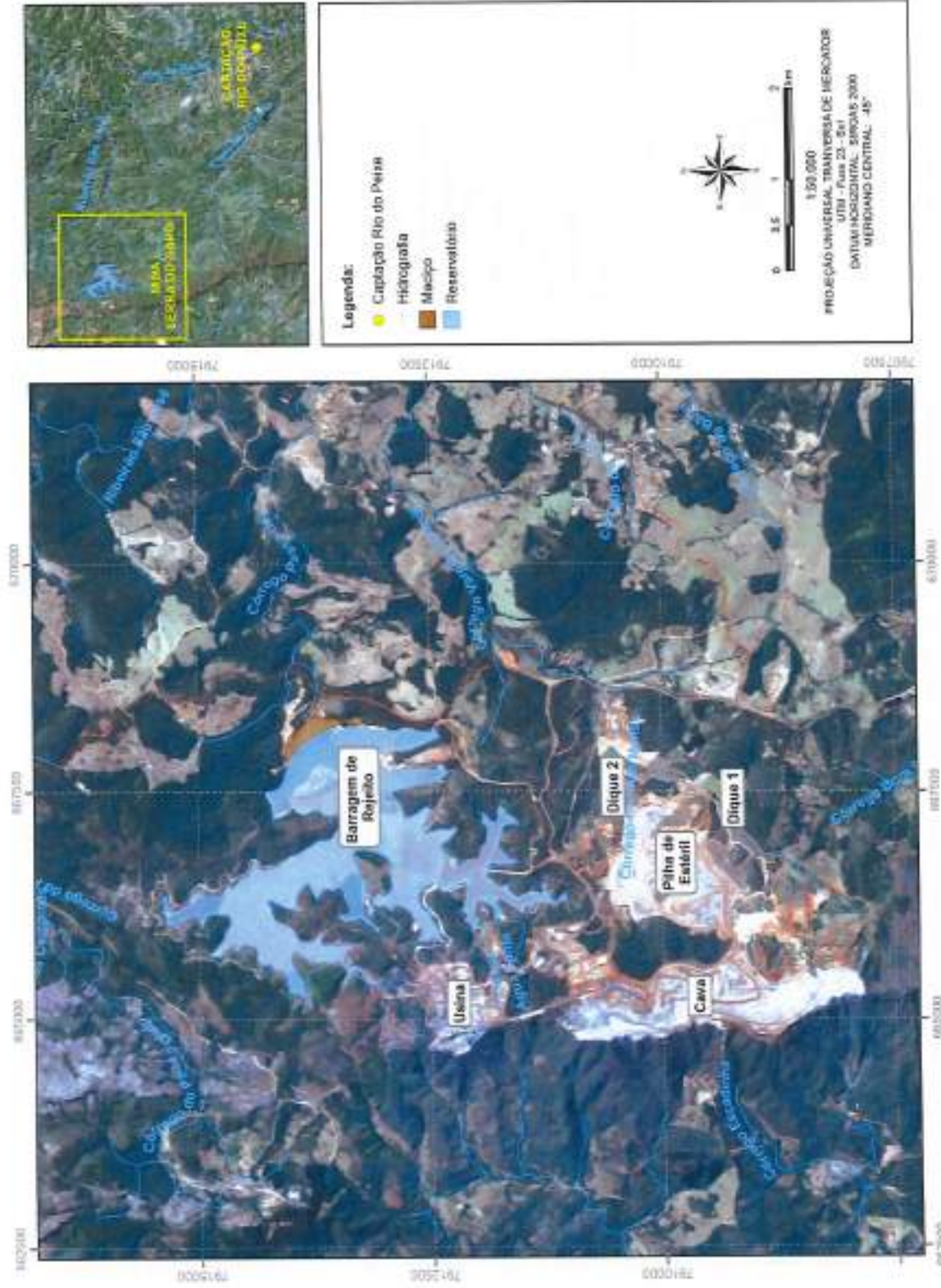


Figura 3.2 – Arranjo geral do empreendimento Mina Serra do Sapo do Sistema Minas-Rio.

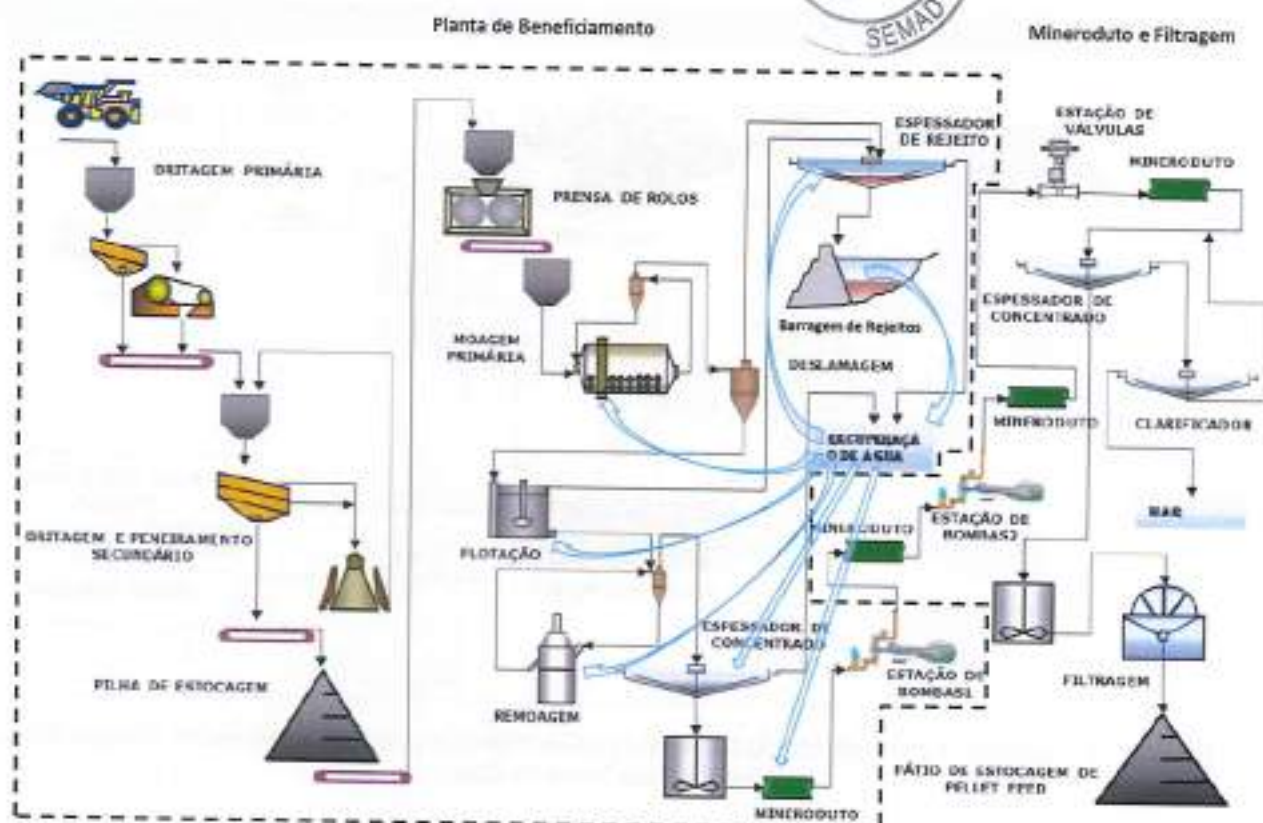


Figura 3.3 – Fluxograma do processo de beneficiamento de minério (indicando os fluxos de água nas etapas de via úmida) na Mina Serra do Sapo, do transporte de minério via mineroduto e da etapa de filtragem em Porto do Açu.

3.2. Balanço Hídrico do Empreendimento

O uso de água no empreendimento ocorre (i) no processo de concentração de minério de ferro, (ii) no empolpamento do minério concentrado para transporte via mineroduto, e (iii) nas utilidades e serviços gerais da mina.

A Anglo American já possui uma captação outorgada do Rio do Peixe correspondendo a uma vazão total de 2500 m³/h (694 L/s) (Portaria de Outorga IGAM nº 2250/2008 – Processo de Outorga 05499/2007). A outorga da Barragem de Rejeitos visa complementar o atendimento das demandas de água nova do empreendimento em 625 m³/h (174 L/s).

As perdas de água no processo, que equivalem ao consumo efetivo, ocorrem pela parcela de água retida nos interstícios dos rejeitos, pela saída de água na polpa para o mineroduto e nos demais usos, quais são: selagem de bombas; serviços de limpeza e manutenção; resfriamento de equipamentos; aspersão de acessos, pilhas e pátios; obras diversas; e consumo humano. A Figura 3.4 apresenta o balanço hídrico do processo de beneficiamento, considerando a operação plena (vazão máxima) do processo de beneficiamento. Esta operação é eventual, ocorrendo em geral durante os eventos de paradas da planta, com descarga de toda a água em circulação, e posterior retomada, com necessidade de enchimento de tanques de compensação e tubulações.

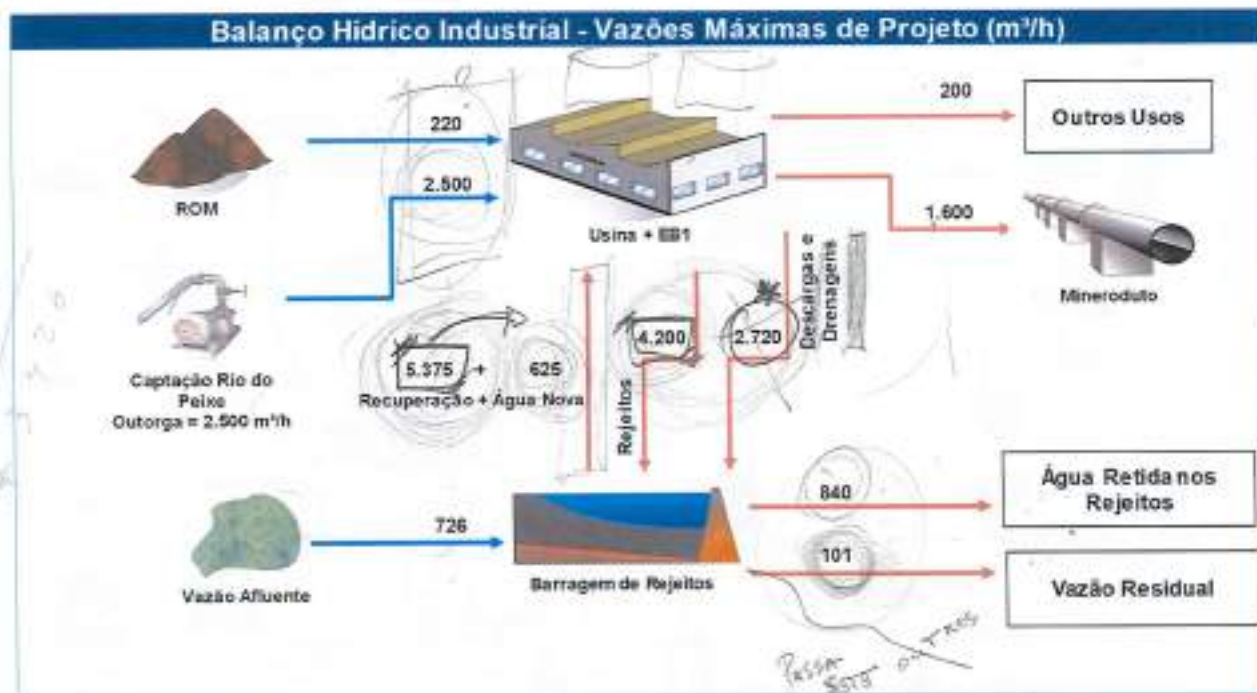


Figura 3.4 – Balanço hídrico da operação plena (vazões máximas) do empreendimento Sistema Minas Rio na Mina Serra do Sapo.

Na tabela a seguir é apresentado o balanço industrial global do empreendimento, assim como as vazões de entrada e saída na Barragem de Rejeitos.

Tabela 3.1 - Síntese do balanço hídrico do empreendimento.

Balanço da Planta de Beneficiamento			
Entradas (m³/h)		Saídas (m³/h)	
R.O.M	220	Rejeitos	4200
Captação Rio do Peixe	2500	Descargas e Drenagens	2015
Balsa Barragem de Rejeitos	6000	Mineroduto	1600
-	-	Outros Usos	905
Total	8720	Total	8720
Balanço Industrial da Barragem de Rejeitos			
Rejeitos	4200	Água Retida nos Rejeitos	840
Descargas e Drenagens	2015	Balsa Barragem de Rejeitos	6000
Total	6215	Total	6840
Água Nova Captada (6840 m³/h - 6215 m³/h = 625 m³/h)			
Recuperação de Água na Barragem (4200 m³/h + 2015 m³/h - 840 m³/h = 5375 m³/h)			

O uso de água no empreendimento varia em função das manutenções preventivas e emergenciais em equipamentos, não sendo possível a operação plena durante todo o tempo, podendo ocorrer, inclusive, a paralisação total do processo, quando a recirculação e captação de água nova na Barragem de Rejeitos e a captação do rio do Peixe podem ser totalmente nulas (vazão mínima). No ano de 2017, por exemplo, os valores médios de vazão praticados

na operação do empreendimento estão apresentados no balanço hídrico da Figura 3.5.

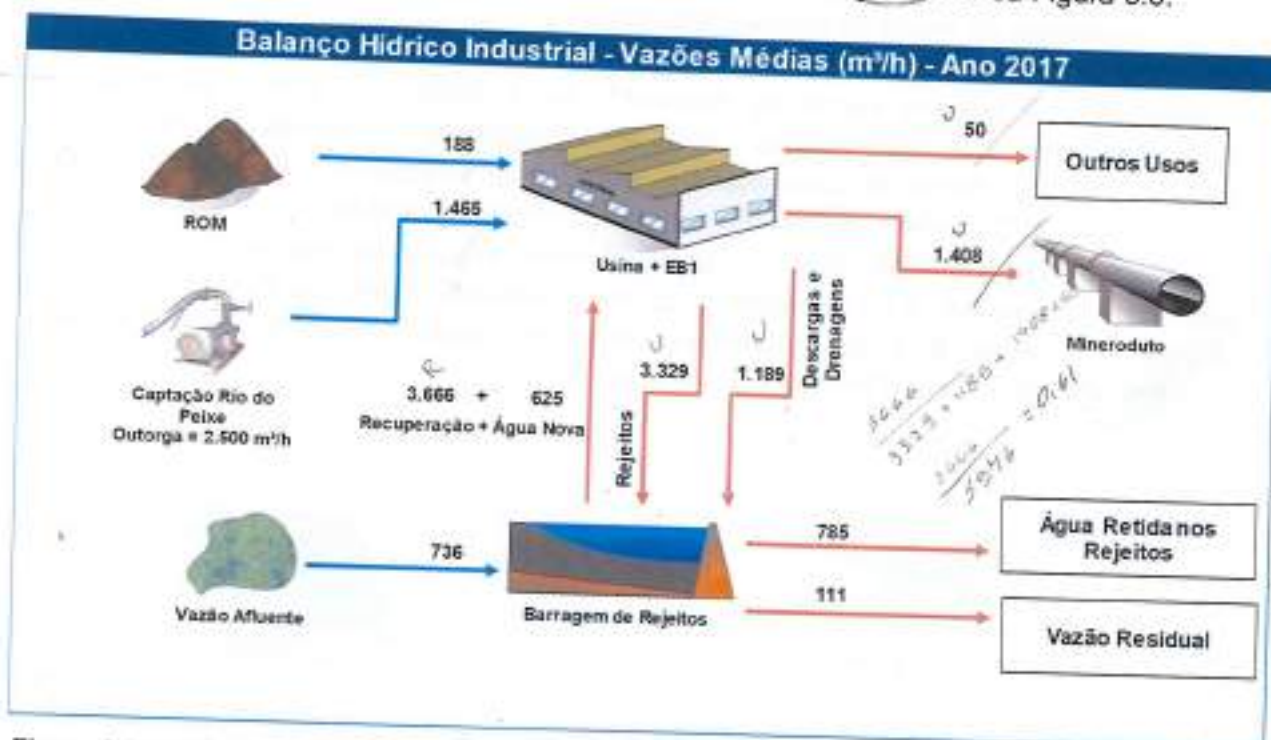


Figura 3.5 – Balanço hídrico da operação no ano de 2017 (vazões médias) do empreendimento Sistema Minas Rio na Mina Serra do Sapo.

3.3. Barragem de Rejeitos

A Barragem de Rejeitos está localizada no córrego Passa Três, com eixo nas coordenadas geográficas de latitude 18°51'40" S e longitude 43°23'57" O, tendo a finalidade de armazenar o rejeito do processo de beneficiamento do minério de ferro e regularização de vazões da bacia hidrográfica de contribuição.

A área selecionada para contenção de rejeitos situa-se a leste da área destinada à usina industrial, ocupando uma superfície de aproximadamente 4,15 km² (415 ha) para a El. 680,00 m, que é a cota da crista da Barragem de Rejeitos atualmente. A área de drenagem da bacia hidrográfica de contribuição na seção fluvial da barragem é de 13,3 km².

A barragem foi dimensionada para conter os rejeitos a serem gerados por durante 20 anos de operação da usina e será construída em 3 etapas. A barragem inicial foi implantada para operação por cerca de 3 anos e foi construída em solo compactado, com a cota da crista do barramento na El. 680,00 m. Os alteamentos seguintes posicionarão a crista da barragem na El. 700,00 m, cujas obras estão em andamento, e na El. 725,00 m (situação final). As obras de alteamento serão executadas pelo método de jusante em aterro compactado homogêneo e apresentarão as seguintes características:

- Largura de crista: 8,0 m;
- Altura entre bermas: 10,0 m;
- Largura das bermas: 5,0 m;
- Inclinação dos taludes entre as bermas: 1V:2H;

- Inclinação média do talude de jusante: 1V:2,5H;
- Inclinação do talude de montante: 1V:2H;

Ressalta-se que para as etapas de alteamento serão necessárias execuções de Diques de Sela nas bordas dos reservatórios devido às interferências existentes no entorno: acesso principal da mina, linhas de transmissão e limites de propriedades. A Figura 3.6 apresenta a configuração da Barragem de Rejeitos na condição atual (El. 680,00 m), após o 1º Alteamento (El. 700,00 m) e na situação final (El. 725,00 m). A seção típica do reservatório, com a praia de disposição de rejeitos, e da barragem pode ser visualizada a partir da Figura 3.7. O Anexo V apresenta a planta do projeto conceitual da última etapa de alteamento da Barragem de Rejeitos, elaborado pela Geoconsultoria em 2007.

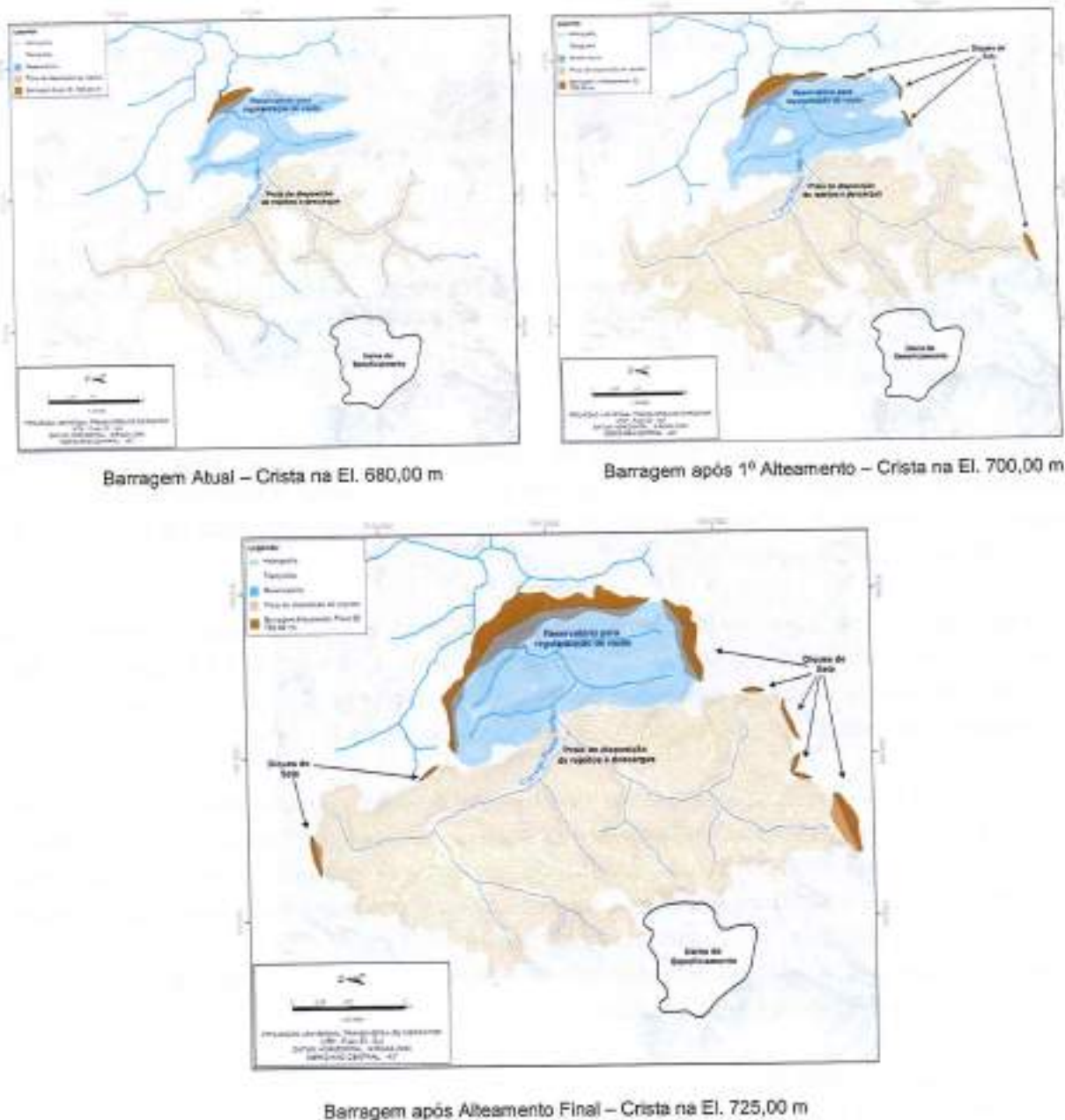


Figura 3.6 – Configurações do reservatório e da Barragem de Rejeitos, considerando a condição atual, após o 1º alteamento e o alteamento final.

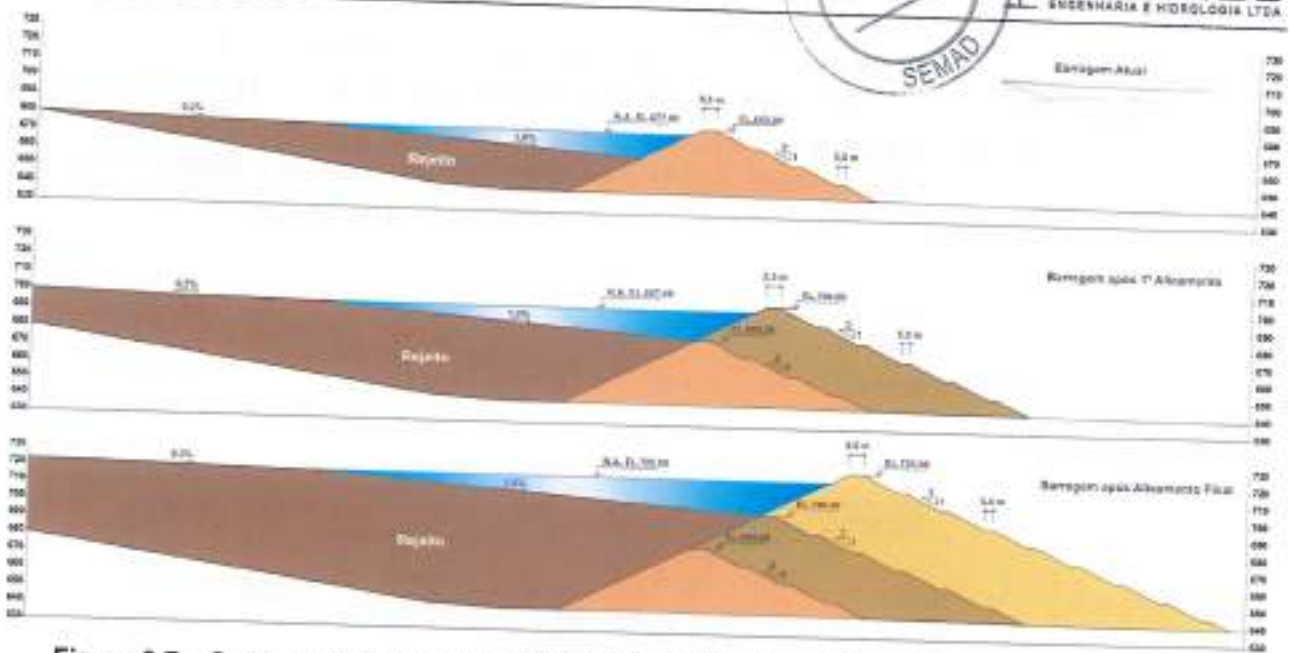


Figura 3.7 – Seções esquemáticas da praia de disposição de rejeitos e da Barragem de Rejeitos, considerando a condição atual, após o 1º Aumento e o Aumento Final.

Na Figura 3.8 é apresentada a curva cota x área x volume do reservatório da Barragem de Rejeitos, indicando os níveis de água máximos normais (soleira do sistema extravasor), níveis de água mínimos operativos, e as cristas do maciço da barragem. Os volumes compreendidos entre os níveis mínimos operativos e os níveis de água máximos normais correspondem ao volume mínimo (12 Mm³) necessário para a regularização da vazão de 202 L/s (726 m³/h), sendo 174 L/s (625 m³/h) para a captação de água nova e 28,1 L/s (101 m³/h) para a manutenção do fluxo residual a jusante.

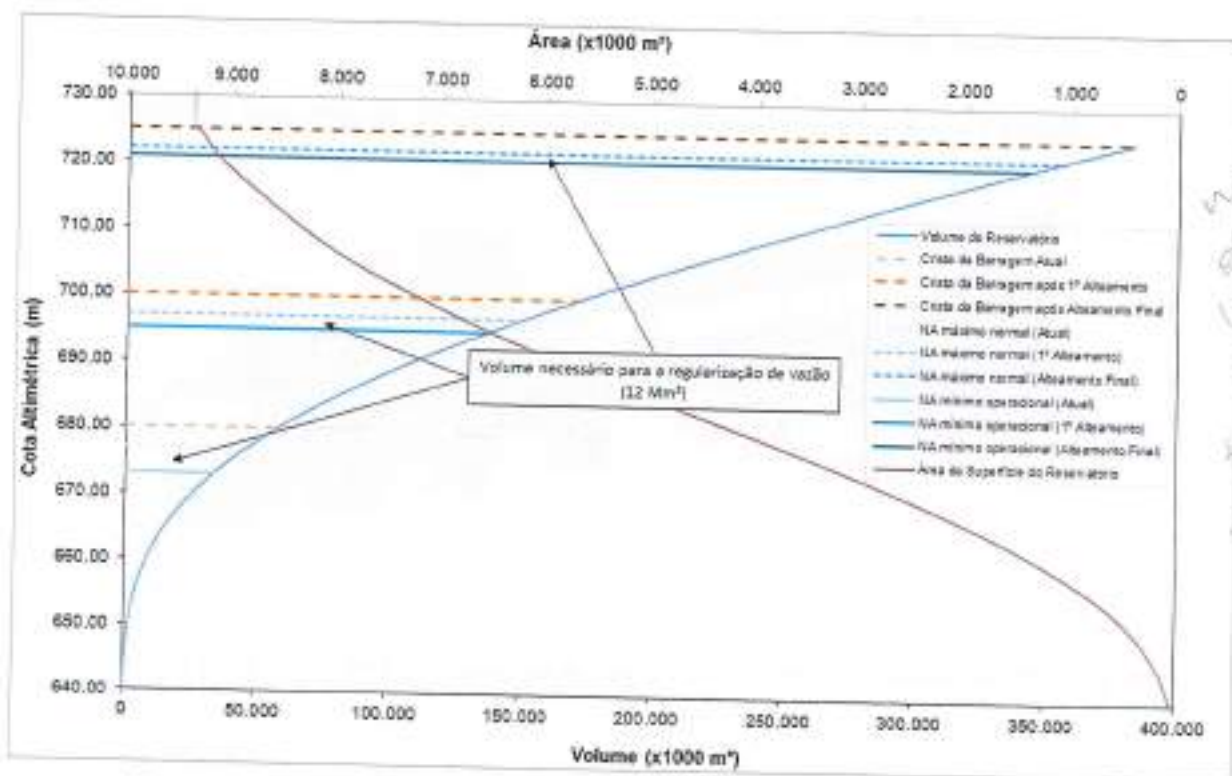


Figura 3.8 – Curva cota x área x volume do reservatório da Barragem de Rejeitos.

O sistema de extravasamento é composto de uma galeria de encosta com fundo em degraus, em concreto, com tomadas de água a cada 5 m de altura, a partir da El. 675,00 m, conectada a uma galeria fechada implantada na ombreira direita, também em concreto (Figura 3.8 e Figura 3.9) e ao final um canal em concreto aberto com fundo em degraus. As tomadas de água são compostas por torres, operadas com *stop-logs*, conectada à galeria de encosta (ANEXO III).

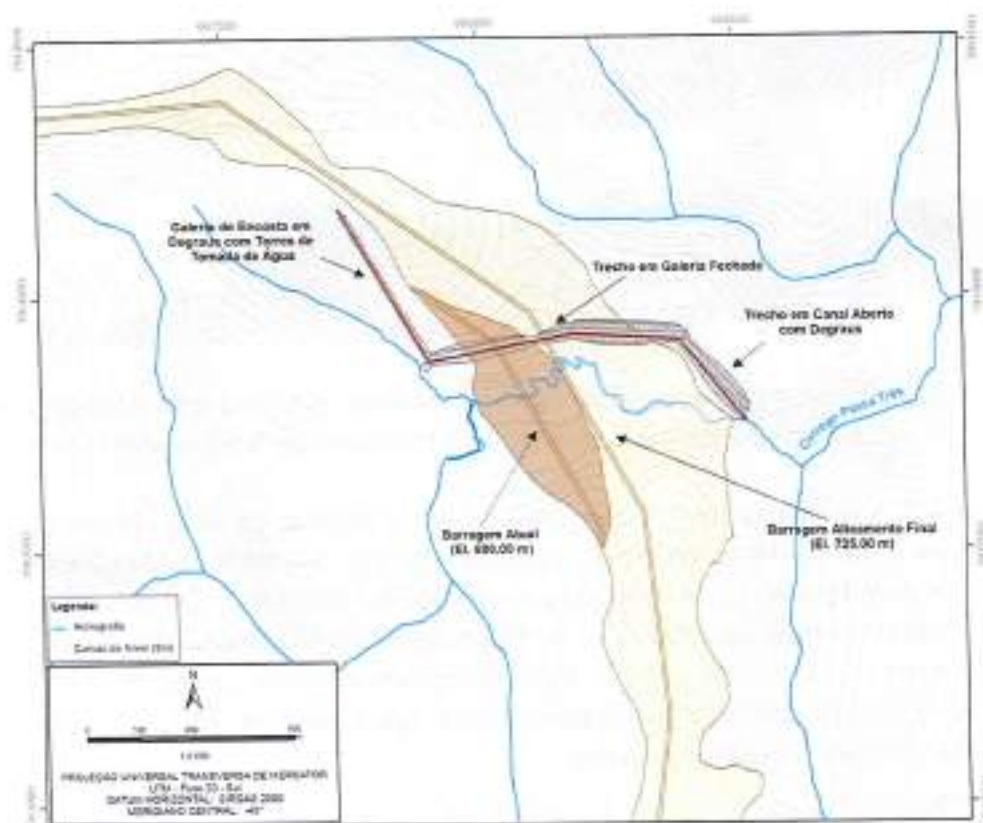


Figura 3.9 – Arranjo geral (planta) do sistema extravasor da Barragem de Rejeitos.

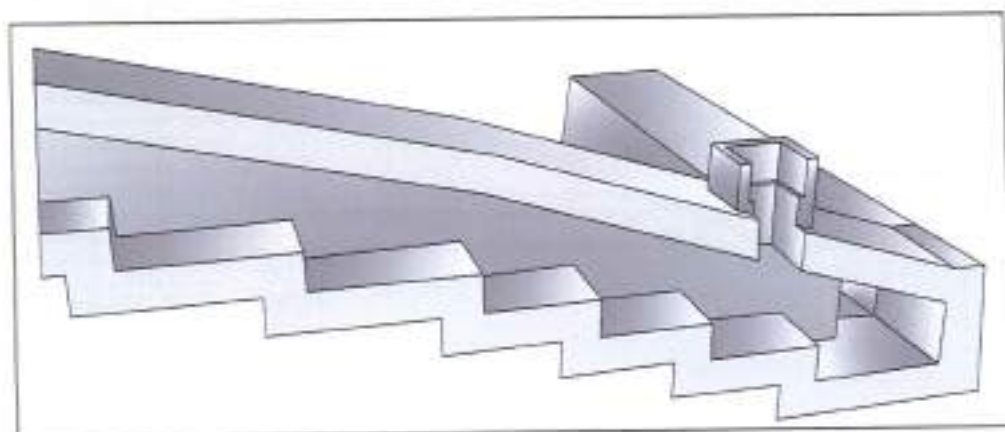


Figura 3.10 – Desenho esquemático do trecho da galeria de encosta do sistema extravasor da Barragem de Rejeitos.

A água liberada do rejeito é recuperada para o processo por meio de 4 bombas (1500 m³/h ou 417 L/s cada), as mesmas usadas para a captação da água regularizada, que estão instaladas em um braço do reservatório, cuja capacidade máxima é de 6000 m³/h (1667 L/s).

O fluxo residual a jusante da Barragem de Rejeitos é mantido a partir da vazão percolada pela barragem, monitorada por um vertedouro de medição de vazão (Figura 3.9) e por sistema de bombeamento sobre balsa a partir do reservatório da barragem (Figura 3.9), próximo ao sistema extravasor, que é constantemente monitorada pela estação fluviométrica instalada imediatamente a jusante da estrutura. Ressalta-se que o fluxo residual é direcionado para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), existente a jusante da barragem, antes do lançamento final no córrego Passa Três (Figura 3.12).



Figura 3.11 - Dispositivos de manutenção do fluxo residual a jusante da Barragem de Rejeitos.



Figura 3.12 – Estação de tratamento de efluente (ETE) instalada a jusante da Barragem de Rejeitos para o tratamento das vazões residuais.

Em situações de o nível de água do reservatório atingir o NA máximo normal de cada etapa, inicia-se o vertimento sobre as comportas ensecadeiras e a bomba pode ser desligada. Nesse caso, o fluxo residual para jusante poderá ser maior que o mínimo de 101 m³/h (28,1 L/s).

3.4. Rede de Monitoramento Hidrométrico e de Qualidade da Água

A Anglo American possui um ponto de monitoramento de vazão posicionado a jusante da Barragem de Rejeitos denominado RSS-02, que monitora o fluxo residual a jusante da estrutura. A localização desse ponto de monitoramento pode ser visualizada na Figura 3.13. A Figura 3.14 apresenta os registros de vazões médias mensais do córrego Passa Três a jusante da barragem, indicando o atendimento à condicionante ambiental de manutenção do fluxo residual mínimo a jusante (28,1 L/s ou 101 m³/h).

O monitoramento da qualidade da água é realizado a montante do reservatório da barragem (QMB-01B) e a jusante da estrutura (Q-QO04), no mesmo local de medição de vazões residuais, conforme apresentado na Figura 3.13. Todos os dados monitorados são disponibilizados à SUPRAM, atendendo às condicionantes da Portaria de Outorga N° 581/2010, conforme apresentado no ANEXO IV deste documento.



Figura 3.13 – Localização dos pontos de monitoramento de vazão e qualidade da água a montante e a jusante da Barragem de Rejeitos.

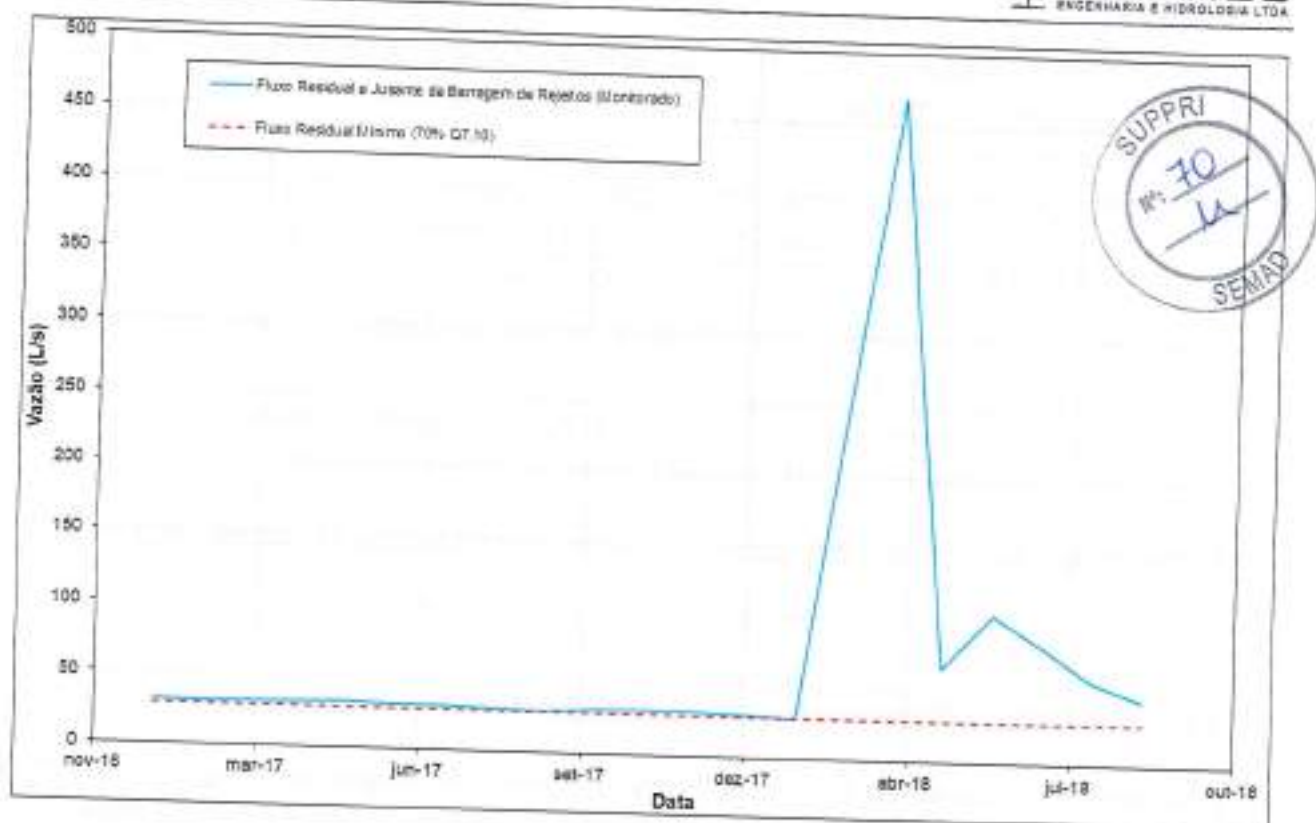


Figura 3.14 – Registros de vazões médias mensais do fluxo residual a jusante da Barragem de Rejeitos.

4. AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

4.1. Metodologia

Os estudos hidrológicos foram realizados para a estimativa das séries de vazões nas seções fluviais de interesse para o estudo (Barragem de Rejeitos), definição da vazão mínima de referência, em conformidade com a legislação de outorga, e definição das vazões de projeto para dimensionamento das estruturas hidráulicas.

Para a avaliação das disponibilidades hídricas do córrego Passa Três, em seção fluvial sem monitoramento hidrométrico, foram aplicadas técnicas de regionalização hidrológica, tendo como base a estação fluviométrica de referência (Figura 2.1) do rio do Peixe em Dom Joaquim. Os passos metodológicos adotados percorreram a seguinte metodologia:

- Avaliação dos usos de água outorgados na bacia;
- Elaboração de estudos pluviológicos para determinação da chuva média anual na bacia do córrego Passa Três;
- Estabelecimento da série de vazões médias mensais na estação fluviométrica do rio do Peixe em Dom Joaquim;
- Estimativa da evapotranspiração real na bacia do rio do Peixe;

- Estimativa da vazão média de longo termo no córrego Passa Três no eixo da barragem com base no balanço hídrico global entre precipitação média anual e perdas por evapotranspiração;
- Adimensionalização da série de vazões do rio do Peixe com base na vazão média de longo termo e transferência para o córrego Passa Três no eixo da barragem, estabelecendo a série de aflúências médias mensais;
- Análise de frequência dos mínimos anuais de vazão no eixo da barragem e determinação da vazão Q_{95} ;
- Operação simulada do balanço hídrico do reservatório da Barragem de Rejeitos e determinação da curva de regularização de vazões de estiagem.

A metodologia para cálculo das vazões de projeto das estruturas hidráulicas está descrita no Capítulo 5.

4.2. Usos Outorgados na Bacia

Com base no levantamento feito no Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, em consulta ao banco de dados disponível atualmente, constatou-se não existem usuários de água a montante do ponto destinado à barragem, nem no trecho compreendido entre a barragem e a confluência com o ribeirão São José.

4.3. Regionalização da Vazão Média de Longo Termo

Para determinar a série de aflúências mensais na seção de implantação da barragem foram empregadas técnicas de transferência de informações, baseadas nos registros da estação fluviométrica existente no rio do Peixe em Dom Joaquim.

Inicialmente, utilizando-se dos dados pluviométricos das estações listadas na Tabela 2.1, foram traçadas as isoietas de chuva média anual na bacia do rio Santo Antônio, apresentadas na Figura 4.1.

A estimativa da vazão média de longo termo (parâmetro de regionalização) foi realizada com base na equação simplificada do balanço hídrico, expressa por:

$P = D - \text{PERDAS}$, sendo

P – precipitação média anual na bacia de contribuição (mm);

D – deflúvio médio anual (mm);

PERDAS – perdas por evapotranspiração, retenções em vegetação e infiltração com a percolação no subsolo para aquíferos profundos, que não contribuem para o fluxo de base.

Conforme indicado na Figura 4.1, constata-se que a bacia de interesse encontra-se praticamente inserida em uma área cuja média anual de precipitação é de 1500 mm. Para o

cálculo das perdas foi adotado o percentual obtido para a estação do rio do Peixe em Dom Joaquim (0,59), apresentado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Indicadores de oferta hídrica do rio do Peixe em Dom Joaquim (56765000).

Estação	Rio do Peixe – Dom Joaquim (56765000)
Área de Drenagem (km ²)	972
Vazão média de longo termo (m ³ /s)	18,2 ✓
Vazão específica média (L/s.km ²)	18,7 ✓
Deflúvio médio anual (mm)	591
Precipitação média anual (mm)	1454
Percentual de perda na bacia (%)	59
Perda média anual (mm)	863



A estimativa da vazão média de longo termo no curso de água de interesse foi obtida através do cálculo indireto do deflúvio, determinado pela diferença entre a precipitação e a perda na bacia. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.2.

Em seguida, a série de vazões médias mensais da estação do rio do Peixe em Dom Joaquim, homogeneizada para o período de janeiro de 1947 a dezembro de 2006, foi adimensionalizada em relação à respectiva vazão média de longo termo (MLT = 18,2 m³/s). A série assim adimensionalizada foi então transferida para o córrego Passa Três, multiplicando-se os valores pela respectiva vazão média de longo termo (MLT = 260 L/s). A série obtida encontra-se listada no Anexo I.

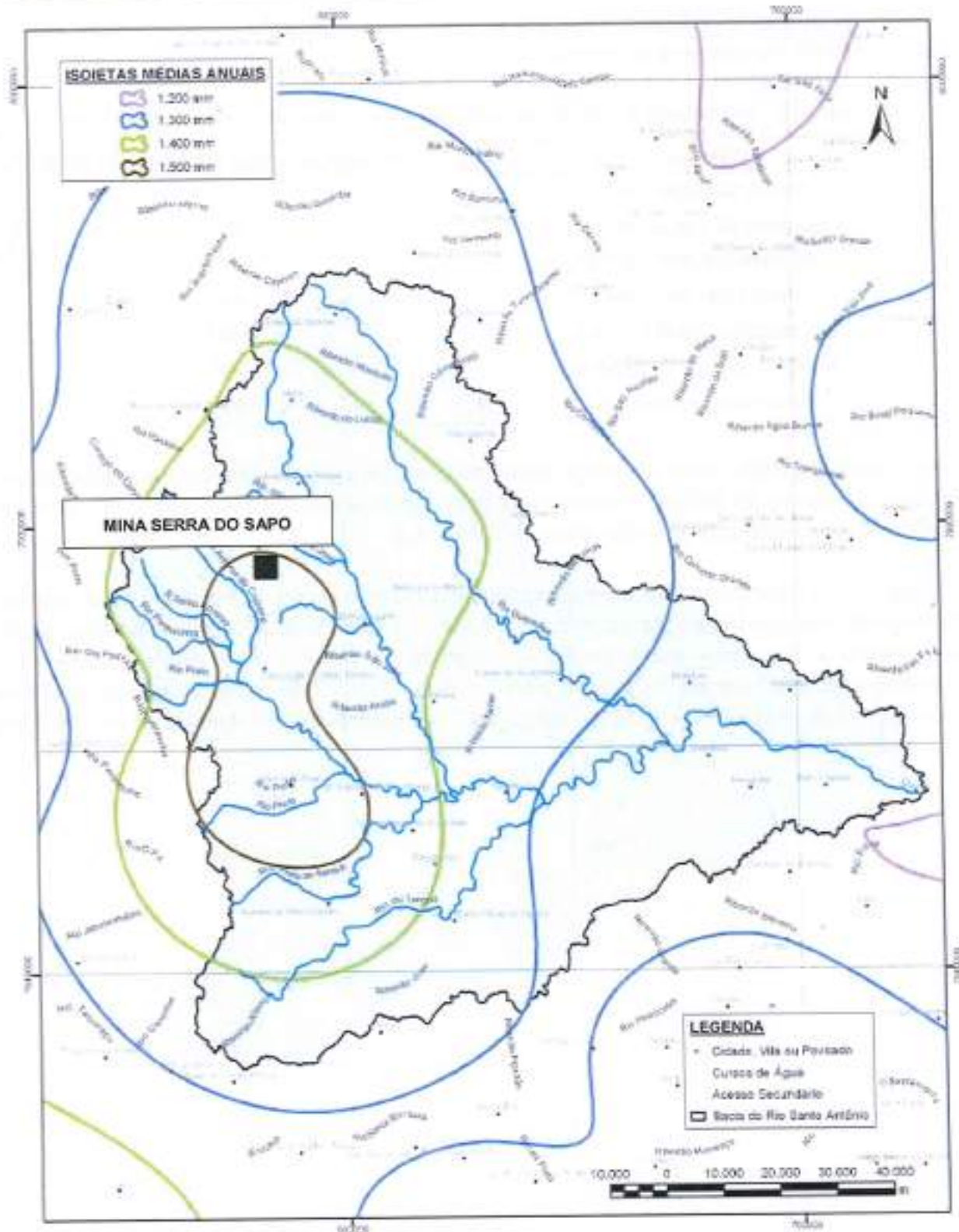


Figura 4.1 – Mapa isoietal de precipitação média anual (Fonte: VOGBR, 2009)

Tabela 4.2 - Balanço hídrico de longo termo na seção de referência Barragem de Rejeitos.

Local	Barragem de Rejeitos
Área de drenagem (km ²)	13,3
Vazão média de longo termo (L/s)	260
Vazão específica média (L/s.km ²)	19,5
Deflúvio médio anual (mm)	615
Precipitação média anual (mm)	1500
Perda média anual (mm)	885



4.4. Regionalização de Vazões Mínimas

Os estudos de vazões mínimas foram conduzidos com o objetivo de determinar a vazão mínima anual com a duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) na seção fluvial de implantação da barragem. A vazão $Q_{7,10}$ corresponde à vazão de referência adotada no estado de Minas Gerais, instituída pela Portaria do IGAM N° 010 de 30 de dezembro de 1998 e ratificada pela Portaria IGAM N° 049 de 01 de julho de 2010, para estabelecer o fluxo residual mínimo a ser mantido a jusante.

Os valores mínimos anuais de vazão média mensal da série estabelecida para a seção fluvial de interesse (Anexo I) foram arranjados em ordem crescente, para a elaboração de uma análise de frequência amostral, conforme mostra a Figura 4.2. As probabilidades amostrais foram calculadas pela posição de plotagem de Weibull, dada pela equação:

$$P(X \leq x_i) = \frac{i}{n + 1}$$

Sendo que $P(X \leq x_i)$ representa a probabilidade amostral de ocorrerem valores menores ou iguais à vazão mínima histórica de ordem i e n é o total de amostras. O tempo de recorrência é calculado pelo inverso da posição de plotagem.

Aos pontos de posição de plotagem foi ajustada a Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV), com a finalidade de determinar os quantis mínimos anuais de vazões mensais para diversos períodos de retorno. O ajuste obtido pode ser visualizado na Figura 4.2. Para transformar a vazão mínima mensal em vazão mínima com duração de 7 dias, foi aplicado o fator de proporção $F=0,909$ calculado para a região de interesse, conforme consta da publicação Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais (HIDROSISTEMAS, 1993). Os cálculos estão resumidos na Tabela 4.3, indicando a estimativa $Q_{7,10}=0,040 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabela 4.3 - Balanço hídrico de longo termo na seção de referência Barragem de Rejeitos.

Curso de água	Córrego Passa Três
$Q_{30,10}$ (L/s)	43,6
Fator de proporção $Q_{7,10}/Q_{30,10}$	0,909
$Q_{7,10}$ (L/s)	39,7

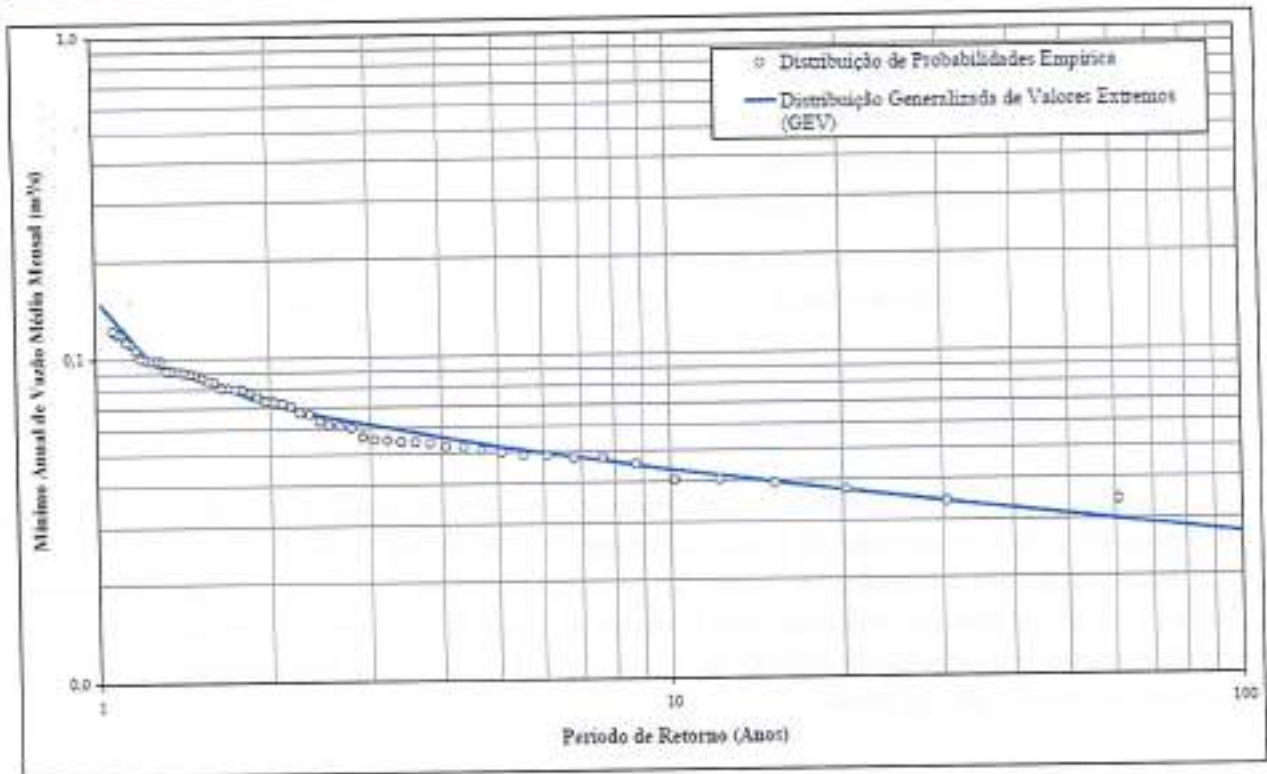


Figura 4.2 – Análise de frequência de mínimos anuais de vazão média mensal na seção fluvial da Barragem de Rejeitos (Fonte: VOGBR, 2009).

4.5. Curva de Regularização do Reservatório da Barragem de Rejeitos

Segundo a legislação vigente, quando o curso de água for regularizado, o limite de outorga poderá ser superior a 30% ou 50% da vazão $Q_{7,10}$, dependendo da bacia hidrográfica, aproveitando o potencial de regularização ou de perenização, desde que seja mantido o fluxo residual mínimo para jusante de 70% ou 50% da $Q_{7,10}$. Ressalta-se que para a bacia do rio do Peixe, o fluxo residual a ser mantido é de 50% da $Q_{7,10}$.

Para avaliar o potencial de regularização de vazão do reservatório, foi realizada a operação simulada de balanço hídrico do reservatório da Barragem de Rejeitos. Para diversos valores de vazões regularizadas, correspondentes a diversos percentuais da vazão MLT, foi simulado o balanço hídrico do reservatório, determinando-se os volumes de regularização. O maior volume do déficit calculado no período histórico da série, para cada valor de vazão regularizada, foi admitido como sendo o volume útil do reservatório. A Figura 4.3 sintetiza os resultados obtidos.

O potencial de regularização na seção de implantação da barragem permite a captação de 202 L/s (726 m³/h), considerando a soma da vazão prevista para equilibrar o balanço hídrico do empreendimento (174 L/s ou 625 m³/h) com o fluxo residual de 28,1 L/s ou 101 m³/h (70% da $Q_{7,10}$). Para a regularização desta vazão é necessária a alocação de um volume útil no reservatório de aproximadamente 12.000.000 m³.



Figura 4.3 – Curva de regularização do reservatório da Barragem de Rejeitos (Fonte: VOGBR, 2009).

5. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE EXTRAVASAMENTO

Neste capítulo estão sintetizados os cálculos para a avaliação hidráulica do sistema de extravasamento, em conformidade com as normas de segurança vigentes e com as características das estruturas de controle hidráulico. Como o reservatório vai sendo progressivamente ocupado com rejeito ao longo de sua vida útil, as análises de desempenho do sistema é feita sempre no limiar dos alteamentos. No início da operação da barragem, ou após cada etapa de alteamento, tem-se uma segurança extra em razão da grande disponibilidade de volume para amortecimento de cheias.

A cheia do projeto do sistema de extravasamento foi sintetizada a partir das precipitações máximas estimadas para a bacia do córrego Passa Três, considerando os critérios do quantil com período de retorno de 10.000 anos (decamilenar) e da PMP – Precipitação Máxima Provável.

5.1. Precipitação de Projeto

A estação pluviométrica adotada foi a de Conceição do Mato Dentro (01943002), operada pela ANA/CPRM, devido à sua proximidade com a área do projeto, garantindo uma significativa representatividade espacial. Essa estação apresenta boa qualidade em seus dados, pois possui uma série com 61 anos de extensão, desconsiderando-se os anos com falhas nos períodos chuvosos (novembro a abril).

Foram compilados os dados de precipitações máximas diárias anuais da estação e realizada a análise de frequência, conforme apresentada na Figura 5.1. A partir da análise do gráfico e dos resultados dos testes estatísticos realizados, concluiu-se que o melhor ajuste estatístico foi obtido pela distribuição de Gumbel. Essas análises foram feitas para diversas durações, entre 1 dia e 90 dias, aplicando-se metodologias de desagregação para estimar as alturas de precipitação de 24 horas e de durações entre 10 minutos e 24 horas. Os resultados obtidos estão listados na Tabela 5.1, na qual também figuram as estimativas de PMP, calculadas pelo método estatístico.

Nota-se que os valores de PMP são sistematicamente maiores que os da chuva decamilenar. Assim, as cheias de projeto foram sintetizadas para a PMP, a favor de uma maior segurança.

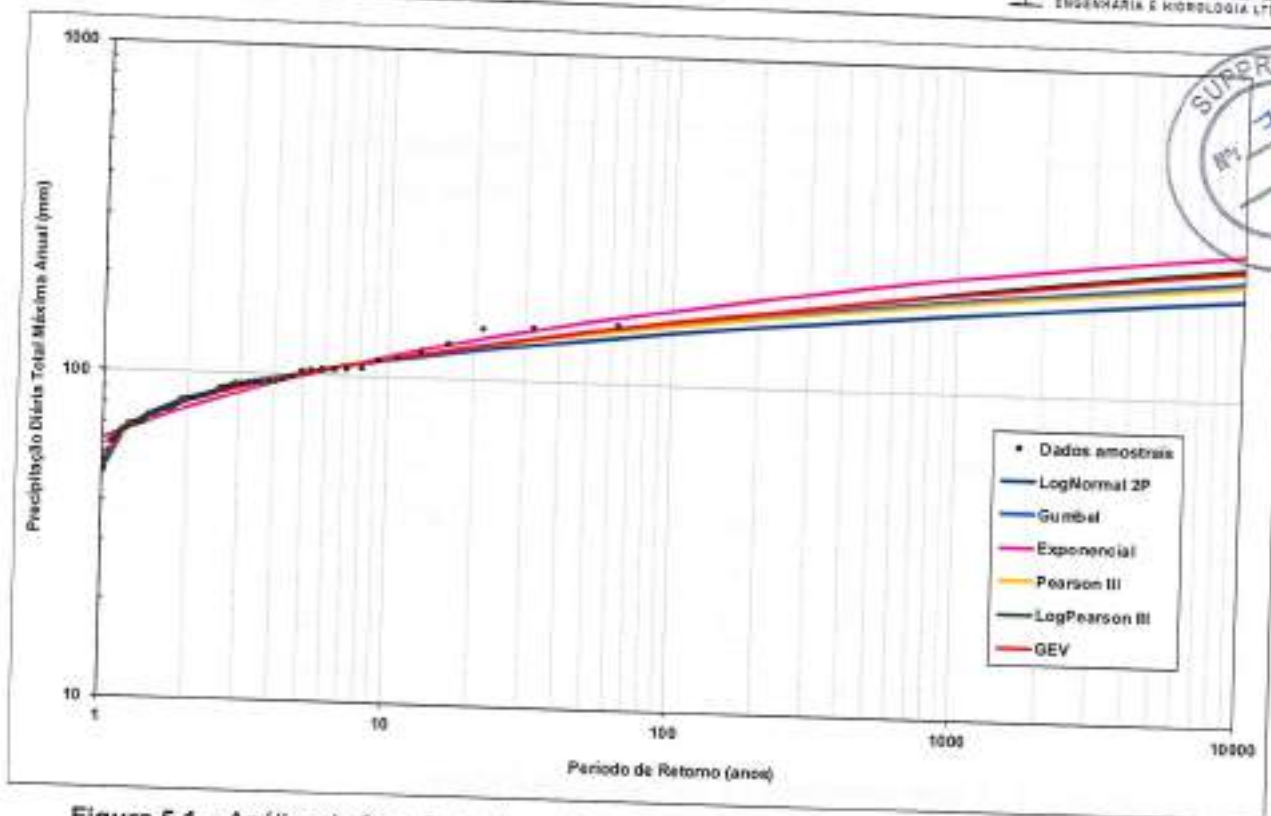


Figura 5.1 – Análise de frequência dos máximos anuais de precipitação total diária da estação pluviométrica Conceição do Mato Dentro (01943002).

Tabela 5.1 - Quantis de precipitação obtidos para a área da Barragem de Rejeito.

Duração		Precipitação (mm)		
Valor	Unidade	PMP	10.000 anos	1000 anos
10	min	41,3	34,5	32,4
15		53,8	45	41,6
20		64,3	53,7	49,1
25		74,1	62	55,9
30		83,7	69,9	62,3
1	horas	126	105	89,9
1,5		149	125	105
2		170	142	118
3		196	164	136
4		219	183	150
6		244	204	167
8		263	220	180
10		276	230	188
12		286	239	196
14		295	247	202
24		325	272	225

Tabela 5.1 - Quantis de precipitação obtidos para a área da Barragem de Rejeito.

Duração		Precipitação (mm)		
Valor	Unidade	PMP	10.000 anos	1000 anos
2	dias	360	301	252
3		445	372	312
5		594	497	413
10		950	794	655
15		1229	1027	843
20		1397	1167	951
25		1588	1327	1093
30		1745	1459	1203
60		2289	-	-
90		2771	-	-

5.2. Sistema de Extravasamento da Barragem de Rejeitos

O sistema de extravasamento é composto por 9 torres conectadas a uma galeria de encosta e espaçadas em 5,0 m, implantadas entre as cotas 675,00 m e 710,00 m. A galeria de encosta possui seção transversal de 2,0 x 2,0 m, com extensão total de 175,0 m e declividade longitudinal de 25,0%. Após uma deflexão de 72° para a esquerda a galeria de encosta deságua em uma galeria de fundo com seção hidráulica 1,80 m x 1,80 m, com extensão total de 418,00 m e declividade longitudinal de 0,5%. A galeria de fundo deságua em um canal aberto em rápido com seção hidráulica 2,00 m x 1,80 m, a qual possui trecho em degraus com seção hidráulica 2,00 m x 1,80 m, apresentando extensão total de 430,00 m, com declividade longitudinal variável, sendo 0,5% (para os dois trechos em calha lisa), 28% (1º trecho em degraus) e 25% (2º trecho em degraus).

5.3. Curva Cota-Volume

Para a avaliação do trânsito de cheias no reservatório, são consideradas as condições mais desfavoráveis de disponibilidade de volumes de amortecimento no limiar dos alteamentos, considerando o avanço das frentes de assoreamento dos rejeitos. Parte-se da curva cota-volume inicial (Figura 3.8) e projeta-se o assoreamento resultante, configurando-se uma nova curva que incorpora a perda de volume para o avanço dos rejeitos.

5.4. Curva de Descarga do Sistema Extravaso

Para a determinação da curva de descarga do sistema extravasor da Barragem de Rejeitos, considerou-se o funcionamento das diversas partes componentes a partir das seguintes metodologias:

- 1ª Torre de tomada de água: Equações de curvas de descarga da estrutura (soleira, conduto forçado, orifício);
- Galeria de fundo: equações de curvas de descarga da estrutura (Figura 10.4 e Tabela 10.1);
- Canal aberto e fechado (até 80% da altura): equação de Manning;
- Canal fechado (acima 80% da altura): (conduto forçado e orifício);
- Canal aberto em degraus: equações Skimming Flow;

A curva de descarga obtida para o sistema extravasor está apresentada na Figura 5.1.



Figura 5.1 – Curva de descarga do sistema extravasor.

5.5. Avaliação do Trânsito de Cheias no Reservatório

O trânsito de cheias pelo reservatório da Barragem de Rejeitos foi simulado com aplicação do método de Puls Modificado, acoplado ao modelo matemático HEC-HMS: Hydrologic Modeling System. Foram gerados diversos hidrogramas de cheias com os valores da PMP (Tabela 5.1), com durações variando entre 24 horas e 90 dias, identificando-se a condição mais crítica de

resposta do sistema reservatório-extravasador, em termos de sobrelevação do nível de água do reservatório.

Verificou-se que a duração crítica de resposta do sistema ocorre para a duração de 30 dias, resultando na vazão vertida máxima de 8,25 m³/s, conforme mostrado na Figura 5.3. Em todas as simulações foram analisadas as condições de segurança da barragem contra galgamento e de operação adequada das estruturas do sistema de extravasamento.

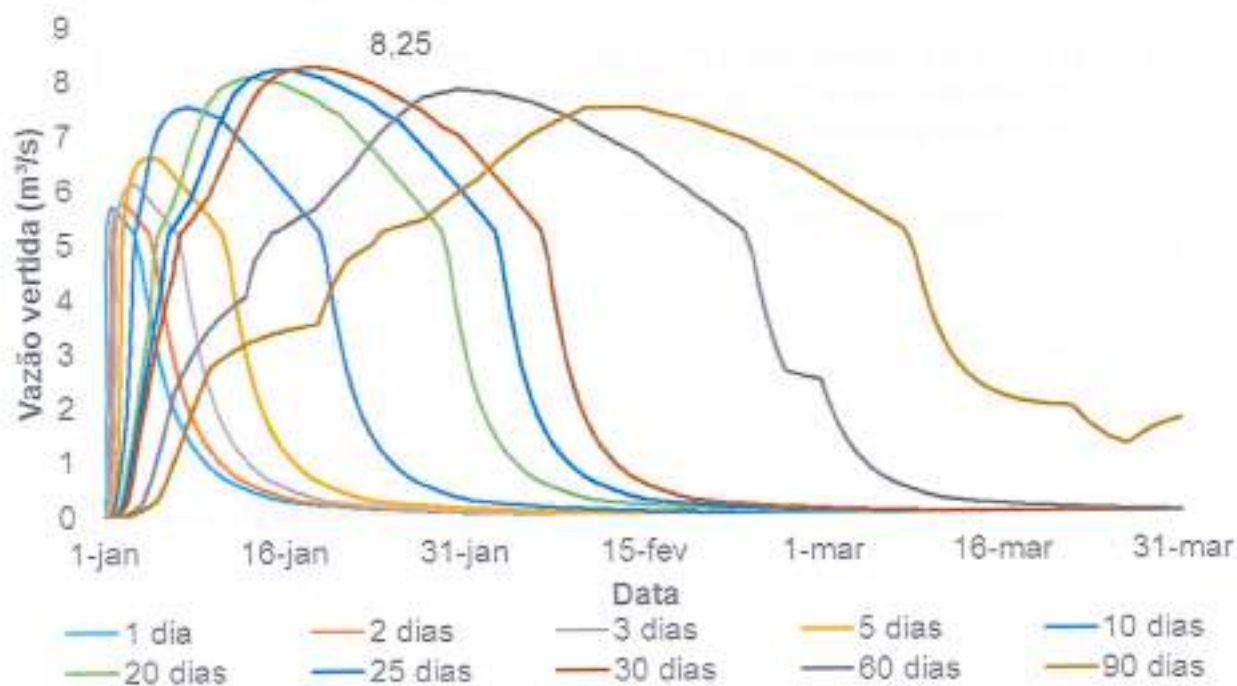


Figura 5.2 – Avaliação de hidrogramas defluentes da PMP para diversas durações.

6. SÍNTESE DOS ESTUDOS

A seguir estão apresentadas as informações mais relevantes para a instrução do processo de retificação da outorga para captação de água na Barragem de Rejeitos do Sistema Minas-Rio da Anglo American.

Em relação aos estudos que instruíram o pedido de outorga anterior (VOGBR, 2009), foram mantidas as informações básicas relativas aos estudos hidrológicos, acrescentando-se informações adicionais relativas aos valores máximos de recirculação de água previstos para o reservatório. A vazão recirculada e a capacidade de bombeamento instalada na barragem não interfere no potencial de regularização do reservatório.

Usos de Água

A parcela de água da bacia do córrego Passa Três regularizada pelo reservatório da Barragem de Rejeitos destina-se aos seguintes usos: (i) reposição da água adsorvida na polpa de rejeito, (ii) umectação de vias para evitar liberação de particulados nas estradas não pavimentadas, (iii) aplicações em obras civis diversas e outras atividades de operação da mina.

Informações Gerais

Curso de água: córrego Passa Três (também conhecido regionalmente como córrego Passa Sete);

Coordenadas geográficas: latitude 18°51'40"S e longitude 43°23'57"O;

Área de drenagem: 13,3 km²;

Finalidade: consumo industrial, disposição de rejeitos, clarificação/recirculação de água, regularização de vazões e outros (aspersão de vias e obras);

Volume útil de regularização: 12Mm³;

Volume máximo de acumulação (primeira etapa de alteamento El. 680,00 m): 50 Mm³;

Volume máximo de acumulação (etapa intermediária de alteamento El. 700,00 m): 160 Mm³;

Volume máximo de acumulação (última etapa de alteamento El. 725,00 m): 360 Mm³;

Material do maciço: solo compactado;

Altura máxima: 60 metros;

Comprimento total: 1.100 m;

Largura da crista: 8,0 m;

Vazão outorgada: 174 L/s ou 625 m³/h (regularizada no reservatório da barragem), considerando-se o regime de operação em 24h por dia;

Vazão média de longo termo: 260 L/s ou 936 m³/h;

Fluxo residual: 28,1 L/s ou 101 m³/h.



7. ANEXOS

ANEXO I

SÉRIE DE AFLUÊNCIAS MÉDIAS MENSAS REGIONALIZADA NA SEÇÃO FLUVIAL DO CÔRREGO PASSA TRÊS

Córrego Passa Três – Seção Fluvial da Barragem de Rejeitos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Med	Max	Min
1947	0,38	0,28	0,54	0,28	0,20	0,15	0,14	0,12	0,12	0,20	0,49	1,09	0,33	1,09	0,12
1948	0,36	0,33	0,33	0,25	0,18	0,16	0,13	0,10	0,09	0,13	0,22	1,48	0,31	1,48	0,09
1949	1,37	1,86	0,51	0,56	0,36	0,26	0,18	0,17	0,16	0,34	0,59	0,87	0,60	1,86	0,16
1950	0,73	0,37	0,26	0,28	0,12	0,11	0,12	0,10	0,09	0,09	0,54	0,82	0,30	0,82	0,09
1951	0,51	0,52	0,76	0,38	0,22	0,18	0,15	0,13	0,10	0,11	0,08	0,53	0,31	0,76	0,08
1952	0,65	1,07	1,40	0,65	0,31	0,26	0,21	0,17	0,17	0,13	0,36	0,63	0,50	1,40	0,13
1953	0,23	0,32	0,43	0,32	0,19	0,16	0,12	0,11	0,13	0,15	1,04	0,74	0,33	1,04	0,11
1954	0,31	0,20	0,12	0,57	0,14	0,09	0,07	0,06	0,05	0,14	0,12	0,12	0,17	0,57	0,05
1955	0,18	0,16	0,10	0,20	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,13	0,29	0,91	0,19	0,91	0,05
1956	0,36	0,14	0,39	0,11	0,13	0,19	0,11	0,06	0,06	0,07	0,32	0,81	0,23	0,81	0,06
1957	0,96	0,53	0,79	0,55	0,32	0,21	0,18	0,14	0,12	0,10	0,33	0,61	0,40	0,96	0,10
1958	0,47	0,38	0,25	0,36	0,17	0,14	0,20	0,11	0,14	0,27	0,19	0,27	0,25	0,47	0,11
1959	0,29	0,13	0,84	0,16	0,10	0,08	0,06	0,05	0,05	0,13	0,54	0,34	0,23	0,84	0,05
1960	0,45	0,39	0,66	0,27	0,19	0,15	0,13	0,10	0,09	0,09	0,39	0,59	0,29	0,66	0,09
1961	1,18	0,51	0,39	0,24	0,17	0,16	0,13	0,11	0,08	0,08	0,10	0,22	0,28	1,18	0,08
1962	1,50	0,73	0,35	0,18	0,14	0,11	0,09	0,08	0,09	0,16	0,48	1,50	0,45	1,50	0,08
1963	0,34	0,26	0,13	0,15	0,10	0,08	0,07	0,07	0,05	0,06	0,14	0,22	0,14	0,34	0,05
1964	1,07	0,90	0,32	0,19	0,15	0,11	0,11	0,09	0,06	0,22	0,62	0,62	0,37	1,07	0,06
1965	0,64	0,79	0,54	0,30	0,24	0,17	0,15	0,12	0,10	0,23	0,94	0,33	0,38	0,94	0,10
1966	0,52	0,34	0,29	0,19	0,17	0,13	0,12	0,09	0,09	0,12	0,15	0,37	0,22	0,52	0,09
1967	0,29	0,22	0,24	0,21	0,14	0,10	0,08	0,06	0,06	0,06	0,20	0,41	0,17	0,41	0,06
1968	0,31	0,49	0,33	0,23	0,14	0,12	0,11	0,10	0,13	0,23	0,31	0,21	0,22	0,49	0,10
1969	0,25	0,17	0,21	0,11	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07	0,27	0,65	0,17	0,65	0,05
1970	0,67	0,28	0,15	0,16	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,33	0,35	0,19	0,21	0,67	0,06
1971	0,10	0,07	0,13	0,10	0,07	0,08	0,06	0,05	0,06	0,19	1,04	0,42	0,20	1,04	0,05
1972	0,19	0,17	0,22	0,22	0,12	0,09	0,09	0,10	0,08	0,22	0,40	0,62	0,21	0,62	0,08
1973	0,35	0,42	0,85	0,29	0,19	0,15	0,12	0,10	0,09	0,26	0,48	0,38	0,31	0,85	0,09
1974	0,47	0,33	0,33	0,25	0,17	0,14	0,11	0,10	0,07	0,17	0,15	0,40	0,22	0,47	0,07
1975	0,66	0,34	0,21	0,23	0,16	0,11	0,10	0,08	0,07	0,15	0,44	0,29	0,24	0,66	0,07
1976	0,12	0,25	0,17	0,11	0,11	0,07	0,07	0,05	0,19	0,17	0,29	0,59	0,18	0,59	0,05
1977	0,94	0,37	0,18	0,27	0,16	0,12	0,10	0,08	0,09	0,11	0,20	0,39	0,25	0,94	0,08
1978	0,67	0,54	0,35	0,25	0,16	0,16	0,13	0,10	0,09	0,14	0,22	0,31	0,26	0,67	0,09
1979	1,34	1,71	0,60	0,36	0,27	0,22	0,18	0,16	0,14	0,15	0,32	0,38	0,49	1,71	0,14
1980	0,88	0,53	0,26	0,46	0,24	0,19	0,15	0,12	0,11	0,10	0,20	0,34	0,30	0,88	0,10
1981	0,47	0,21	0,57	0,31	0,20	0,17	0,12	0,11	0,08	0,23	0,73	0,57	0,32	0,73	0,08
1982	1,15	0,36	0,81	0,41	0,29	0,22	0,18	0,15	0,13	0,11	0,14	0,22	0,35	1,15	0,11
1983	0,97	0,63	0,47	0,32	0,23	0,18	0,14	0,12	0,13	0,25	0,32	0,80	0,40	0,97	0,12
1984	0,30	0,19	0,25	0,25	0,13	0,10	0,09	0,09	0,12	0,16	0,17	0,59	0,20	0,59	0,09

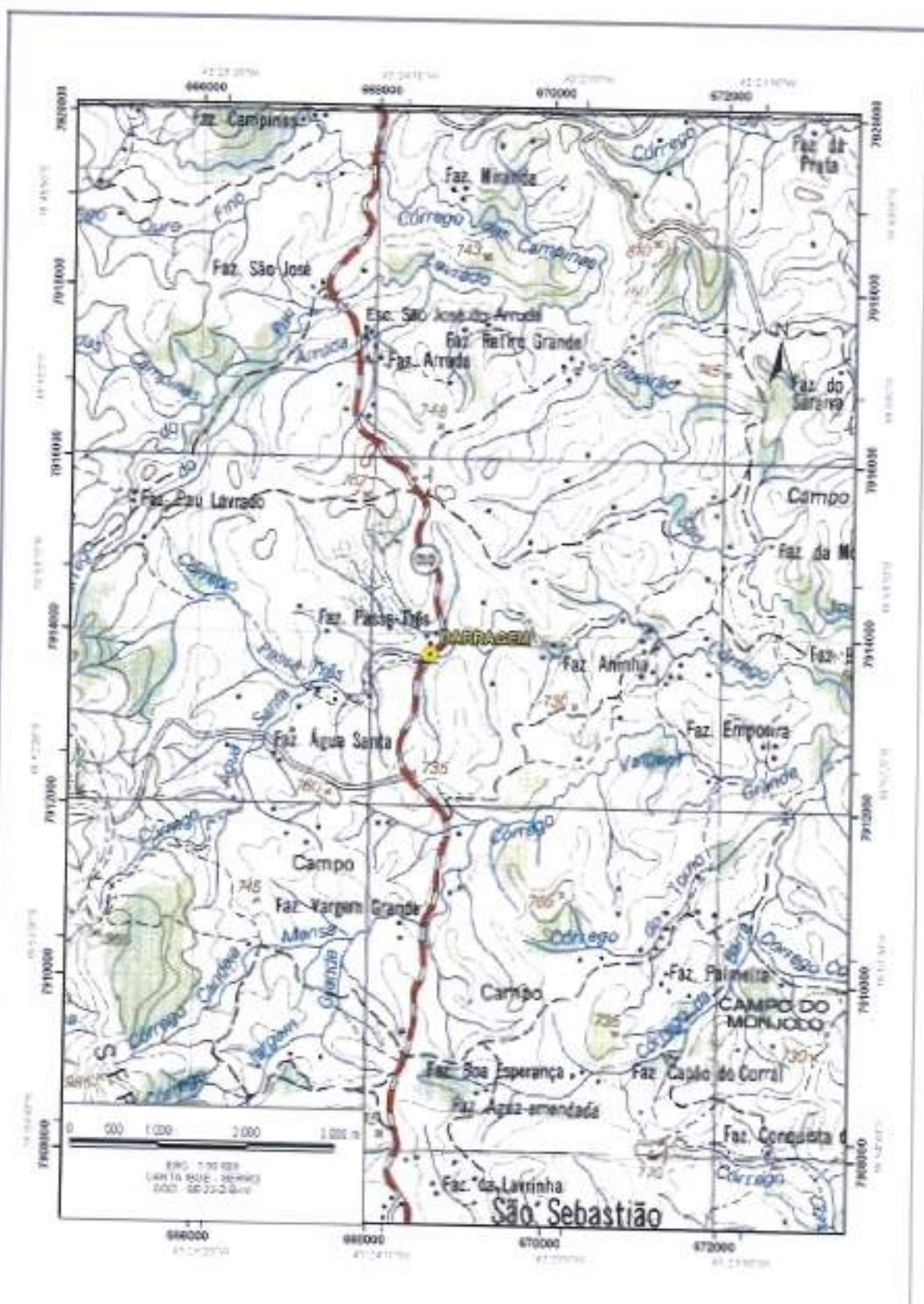
Córrego Passa Três – Seção Fluvial da Barragem de Rejeitos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Med	Max	Min
1985	1,71	0,45	0,46	0,74	0,22	0,16	0,14	0,12	0,13	0,13	0,19	0,38	0,36	1,71	0,12
1986	0,78	0,25	0,13	0,11	0,10	0,09	0,06	0,08	0,06	0,06	0,10	0,20	0,17	0,78	0,00
1987	0,22	0,10	0,17	0,40	0,10	0,08	0,06	0,05	0,05	0,00	0,22	0,62	0,18	0,52	0,05
1988	0,38	0,26	0,17	0,16	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,09	0,17	0,36	0,16	0,39	0,04
1989	0,20	0,21	0,17	0,08	0,06	0,08	0,06	0,05	0,25	0,12	0,26	0,51	0,15	0,51	0,05
1990	0,19	0,14	0,16	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,08	0,06	0,09	0,10	0,00	0,19	0,05
1991	0,49	0,38	0,52	0,20	0,17	0,11	0,09	0,08	0,09	0,00	0,32	0,21	0,23	0,52	0,08
1992	1,37	1,17	0,28	0,25	0,16	0,13	0,11	0,08	0,10	0,25	0,64	0,66	0,41	1,17	0,08
1993	0,57	0,27	0,16	0,21	0,14	0,11	0,06	0,07	0,07	0,09	0,09	0,31	0,18	0,57	0,07
1994	0,46	0,12	0,07	0,26	0,15	0,12	0,09	0,07	0,06	0,06	0,21	0,35	0,21	0,52	0,06
1995	0,12	0,23	0,17	0,21	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	0,07	0,25	0,48	0,16	0,48	0,04
1996	0,26	0,13	0,14	0,13	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,41	0,43	0,15	0,43	0,05
1997	0,48	0,18	0,42	0,27	0,14	0,12	0,09	0,07	0,07	0,09	0,11	0,60	0,22	0,60	0,07
1998	0,29	0,25	0,15	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,03	0,07	0,31	0,35	0,16	0,35	0,03
1999	0,32	0,11	0,31	0,11	0,08	0,06	0,06	0,04	0,03	0,04	0,21	0,42	0,15	0,42	0,03
2000	0,35	0,34	0,44	0,17	0,11	0,08	0,07	0,06	0,08	0,05	0,36	0,42	0,21	0,44	0,06
2001	0,32	0,12	0,15	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,27	0,37	0,12	0,37	0,04
2002	0,45	0,45	0,20	0,11	0,09	0,07	0,05	0,04	0,09	0,05	0,22	0,32	0,16	0,45	0,04
2003	0,79	0,18	0,22	0,21	0,11	0,06	0,06	0,05	0,06	0,08	0,11	0,23	0,18	0,79	0,05
2004	0,14	0,76	0,44	0,32	0,21	0,16	0,16	0,09	0,07	0,07	0,09	0,50	0,31	0,76	0,07
2005	0,44	0,02	0,93	0,26	0,20	0,16	0,13	0,10	0,10	0,07	0,46	0,80	0,36	0,93	0,07
2006	0,21	0,17	0,55	0,29	0,17	0,14	0,12	0,10	0,11	0,15	0,47	0,83	0,28	0,89	0,10



ANEXO II

CARTA DO IBGE COM A LOCALIZAÇÃO DA SEÇÃO FLUVIAL DE INTERESSE: BARRAGEM DE REJEITOS





ANEXO III
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



Foto AIII.1 – Vista geral do maciço da Barragem de Rejeitos.



Foto AIII.2 – Vista geral do reservatório da Barragem de Rejeitos.

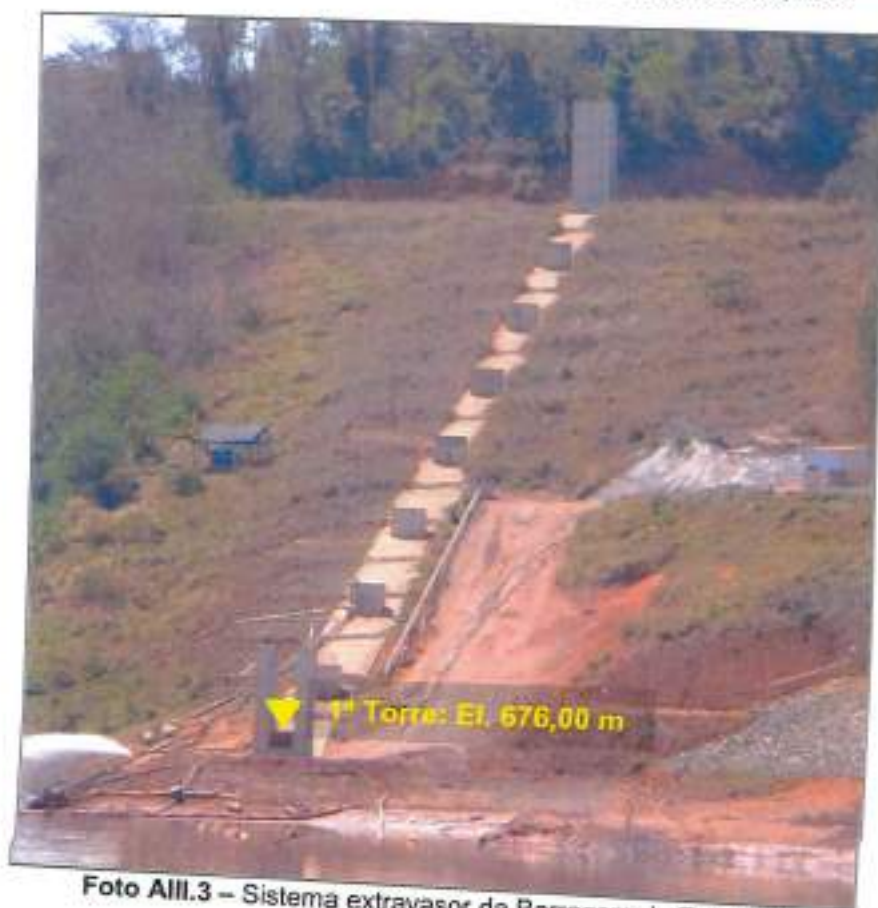


Foto AIII.3 – Sistema extravasor da Barragem de Rejeitos.



ANEXO IV

**LISTA DE DOCUMENTOS DOS ATENDIMENTOS ÀS CONDICIONANTES DA PORTARIA DE
OUTORGA Nº 581/2010 – BARRAGEM DE REJEITOS**

Condicionante	Descrição	Data	Ofício	Protocolo
1	Apresentar o projeto de instalação da estação fluviométrica imediatamente a jusante do barramento	20/04/2010	AFB-EXT.079/2010	R043540/2010
2	Realizar medições diárias de vazão e enviar relatório a esse Instituto semestralmente, contendo os valores dessas medições consistentes e discutidos.	26/12/2014	AFB-EXT. 368/2014	SIPRO: 0313292-1170/2014-4
		30/06/2015	AA.MFB: 148/2015	R0392609/2015
		23/12/2015	AA.MFB: 322/2015	R0528521/2015
		27/06/2016	AA.MFB: 189/2016	R0237605/2016
		21/12/2016	AA.MFB: 309/2016	R0368536/2016
		14/06/2017	AA.MFB: 130/2017	R0163756/2017
		22/12/2017	AA.MFB: 313/2017	R0316872/2017
		21/06/2018	AA.MFB: 230/2018	R0112487/2018
3	Realizar análise da qualidade da água bimestralmente em pontos a montante da área de inundação imediatamente a jusante do barramento, referente aos respectivos parâmetros Sólidos Dissolvidos Totais, Ferro Dissolvido, pH e oxigênio Dissolvido. Enviar relatório a esse Instituto imediatamente após a análise, contendo os valores consistentes e discutidos.	03/10/2013	AFB-EX1: 516/2013	R0437655/2013
		26/12/2014	AFB-EXT 368/2014	SIPRO: 0313292-1170/2014-4
		25/02/2015	AA.MFB: 038/2015	R0246646/2015
		20/05/2015	AA.MFB: 125/2015	R0369910/2015
		30/06/2015	AA.MFB: 148/2015	R0392609/2015
		12/08/2015	AA.MFB: 164/2015	R0428197/2015
		28/10/2015	AA.MFB: 249/2015	R0501692/2015
		23/12/2015	AA.MFB: 322/2015	R0528521/2015
		01/03/2016	AA.MFB: 040/2016	R0080733/2016
		26/04/2016	AA.MFB: 120/2016	R0179696/2016
		27/06/2016	AA.MFB: 169/2016	R0237605/2016
		25/08/2016	AA.MFB: 153/2016	R0286974/2016
		21/10/2016	AA.MFB: 257/2016	envio correios AR SN586705266BR
		21/12/2016	AA.MFB: 309/2016	R0368536/2016
		22/02/2017	AA.MFB: 030/2017	R0057498/2017
		17/04/2017	AA.MFB: 103/2017	R0112220/2017
		14/06/2017	AA.MFB: 130/2017	R0103186/2017
		10/08/2017	AA.MFB: 191/2017	R0207000/2017
		24/10/2017	AA.MFB: 264/2017	R0276072/2017
		22/12/2017	AA.MFB: 313/2017	R0316872/2017
		22/02/2018	AA.MFB: 051/2018	R0036569/2018
		27/04/2018	AA.MFB: 170/2018	envio SEDEX DY146549627BR
		21/06/2018	AA.MFB: 230/2018	R0112487/2018
31/08/2018	SEM OFÍCIO	R0154131/2018		
26/10/2018	AA.MFB: 412/2018	Envio via SEDEX DY207026277BR		



Condicionante	Descrição	Data	Ofício	Protocolo
4	Apresentar plano de ação para fins de assegurar água em qualidade e quantidade compatível com os usos múltiplos no Córrego Passa Sete, a jusante da barragem.	20/04/2010	AFB-EXT: 079/2010	R043540/2010
5	Realização de medições dos níveis d' água da barragem realizadas e envio das informações semestralmente a este instituto	26/12/2014	AFB-EXT: 388/2014	Número do SIPRO: 313292-1170/2014-4
		30/06/2015	AA.MFB: 148/2015	R0392609/2015
		23/12/2015	AA.MFB: 322/2015	R0528521/2015
		27/06/2016	AA.MFB: 169/2016	R0237605/2016
		21/12/2016	AA.MFB: 309/2016	R0368536/2016
		14/06/2017	AA.MFB: 130/2017	R0163186/2017
		22/12/2017	AA.MFB: 313/2017	R0316872/2017
6	Envio de relatório fotográfico do empreendimento após instalação e dos pontos de captação e recirculação de água, bem como da estação fluviométrica instalada e em operação	10/01/2014	AFB-EXT: 671/2013	Número do SIPRO: 0005869-1170/2014- 7

ANEXO V

PLANTA DO PROJETO CONCEITUAL DA BARRAGEM DE REJEITOS