

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>1/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

# RELATÓRIO TÉCNICO

## BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO

SAM – SUL AMERICANA DE METAIS S/A

(PROJETO BLOCO 8)

OUTUBRO/2018



 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>3/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

## Sumário

1.0	INTRODUÇÃO.....	4
2.0	DADOS BÁSICOS.....	4
3.0	FONTES DE ÁGUA NOVA PARA O EMPREENDIMENTO.....	6
3.1	BARRAGEM DE IRAPÉ.....	6
3.2	BARRAGEM DO RIO VACARIA.....	7
3.3	BARRAGENS DE REJEITOS 1 E 2.....	20
3.4	BARRAGEM INDUSTRIAL.....	23
3.5	BARRAGEM DO VALE.....	28
3.6	CAVA.....	36
3.7	CÓRREGO LAMARÃO.....	39
4.0	BALANÇO HÍDRICO DO EMPREENDIMENTO.....	41
4.1	CENÁRIO 1: PRÉ-OPERAÇÃO.....	46
4.2	CENÁRIO 2: FONTE PRINCIPAL DE ÁGUA PELA BARRAGEM DE IRAPÉ.....	47
4.3	CENÁRIO 3: FONTE PRINCIPAL DE ÁGUA PELA BARRAGEM VACARIA.....	48
4.4	CENÁRIO 4: FONTES DE ÁGUA UTILIZANDO A BARRAGEM DE IRAPÉ E BARRAGEM VACARIA.....	49
4.5	CENÁRIO 5: FECHAMENTO.....	50
4.6	COMENTÁRIOS FINAIS.....	51
5.0	MONITORAMENTO HIDROMÉTRICO.....	52
5.1	SEÇÕES FLUVIAIS DE MONITORAMENTO.....	52
5.2	ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO.....	55
5.2.1	VERTEDOIRO DE MEDIÇÕES DE VAZÃO.....	55
5.2.2	ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS.....	56
5.2.3	SENSOR DE NÍVEL.....	57
5.3	INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE MONITORAMENTO.....	58
5.3.1	VERTEDOIRO DE MEDIÇÕES DE VAZÃO.....	58
5.3.2	ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS.....	61
5.3.3	SENSOR DE NÍVEL.....	64
5.4	PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.....	64
5.4.1	VERTEDOUROS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO.....	64
5.4.2	ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS.....	66
5.4.3	SENSOR DE NÍVEL.....	67
6.0	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	67

 <p>Sul Americana de Metais S/A</p>		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>4/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

## 1.0 INTRODUÇÃO

No presente relatório, elaborado pela WALM Engenharia Ltda., é apresentado o Plano de Manejo Integrado dos Recursos Hídricos desenvolvido para o Projeto Bloco 8, de propriedade da empresa Sul Americana de Metais S.A. (SAM), localizado no norte do estado de Minas Gerais, nos municípios de Grão Mogol e Padre Carvalho.

Os trabalhos consistiram na elaboração de estudos de balanço hídrico do empreendimento a partir da contextualização do uso da água, considerando as estruturas previstas no plano diretor, e das fontes de água nova necessárias para atendimento da demanda hídrica, em complemento a água recuperada do processamento do minério. Adicionalmente, também foi elaborada especificação de monitoramento hidrométrico para o Projeto Bloco 8, envolvendo, inclusive, a implantação de sistema de controle automático de níveis para verificação da vazão mínima a jusante do empreendimento.

Além deste item introdutório, este documento está dividido da seguinte maneira:

- **Capítulo 2:** Apresentação dos dados básicos utilizados para desenvolvimento dos estudos;
- **Capítulo 3:** Apresentação das fontes de água do empreendimento;
- **Capítulo 4:** Apresentação do balanço hídrico do empreendimento;
- **Capítulo 5:** Apresentação da especificação do monitoramento hidrométrico;
- **Capítulo 6:** Apresentação das conclusões e recomendações finais.

## 2.0 DADOS BÁSICOS

Para o desenvolvimento dos estudos, os seguintes dados básicos foram considerados:

- Base topográfica do Projeto Bloco 8 disponibilizada pela SAM por meio do arquivo digital “VRP-2010-O-0001\_R0 - Topografia Bloco 8.dwg”, com precisão de curvas de nível de metro em metro no sistema de referência SAD 69 e Fuso 23S;
- Dados de precipitação diária da estação pluviométrica Grão Mogol (código 1642014), pertencente à Agência Nacional das Águas (ANA), com registros compreendidos no período de 1973 e 2017, disponibilizados no portal [www.snirh.gov.br](http://www.snirh.gov.br);

 <p><b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A</p>		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>5/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

- Dados de vazão diária da estação fluviométrica Ponte Vacaria (54165000), também pertencente à Agência Nacional das Águas (ANA), com registros no período de 1976 e 2017, disponibilizados no portal [www.snirh.gov.br](http://www.snirh.gov.br);
- Dados de evaporação média mensal da estação de Montes Claros, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtidos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) por meio do portal [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br), com registros disponibilizados no período de 1961 e 2017;
- MINA\_BLC8007-1010-G-RE-05 – Projeto Conceitual – Atualização do Modelo Hidrogeológico do Complexo Minerário Projeto Bloco 8 – Modelo Numérico - Relatório Técnico, elaborado pela WALM em setembro de 2018;
- MINA\_BLC8007-1010-G-RE-29 – Projeto Conceitual – Mina – Engenharia - Barragem do Vale – Relatório Técnico, elaborado pela WALM em Junho de 2018;
- MINA\_BLC8007-1010-G-RE-30 – Projeto Conceitual – Mina – Engenharia - Barragem Industrial – Relatório Técnico, elaborado pela WALM em Julho de 2018;
- MINA\_BLC8007-1010-G-RE-31 – Projeto Conceitual – Mina – Engenharia - Disposição de Estéril e Rejeitos – Barragem 1 – Relatório Técnico, elaborado pela WALM em Agosto de 2018;
- MINA\_BLC8007-1010-G-RE-32 – Projeto Conceitual – Mina – Engenharia - Disposição de Estéril e Rejeitos – Barragem 2 – Relatório Técnico, elaborado pela WALM em Agosto de 2018;
- BSU-C-BV-RE-009-4 - Estudos Complementares e Esclarecimentos Solicitados sobre o Projeto Conceitual – Sumário Executivo. Elaborado pela DAM Engenharia em Janeiro de 2016;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-04-05 – Projeto Conceitual – Plano de Manejo Integrado dos Recursos Hídricos – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-13-01 – Estudos Hidrológicos para Dimensionamento de Reservatório para Abastecimento de Água para a Comunidade do Vale das Cancelas – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- BSU-C-BV-RE-004-1 – Projeto Conceitual – Barragem Vacaria – Relatório Técnico. Elaborado pela DAM Engenharia em Maio de 2013;

 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>6/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

- EIA - Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Vale do Rio Pardo, elaborado por Brandt Meio Ambiente (junho/2012);
- Plano de Produção do Projeto Bloco 8 com a distribuição em massa dos rejeitos, estéreis, Minério de Baixo Teor e Produtos gerados nos 18 (dezoito) anos de operação do Projeto Bloco 8 – Elaborado pela VENTURINI Consultoria;
- Balanço de Água enviado por e-mail pela SAM em 13/09/2018, indicando a vazão necessária para atender ao empreendimento, considerando um fator de projeto de 20%.

### 3.0 FONTES DE ÁGUA NOVA PARA O EMPREENDIMENTO

Neste item são apresentadas as principais fontes de água nova passíveis de serem utilizadas no processo de beneficiamento e processamento do minério, na manutenção do fluxo residual a jusante do empreendimento e para o abastecimento da comunidade do Vale das Cancelas, situada na região de atuação do Projeto Bloco 8.

Ainda, também será apresentada uma alternativa para suprimento de água bruta para o empreendimento durante sua fase de implantação. Para tanto, considerou-se a captação a fio d'água no córrego Lamarão.

#### 3.1 BARRAGEM DE IRAPÉ

A SAM possui uma outorga para captação de 51.053.280 m<sup>3</sup>/ano ou 6.200 m<sup>3</sup>/h (considerando 94% de disponibilidade da planta) na represa de Irapé, no município de Berilo a, aproximadamente 60 km distante do empreendimento. Segundo a nota técnica 105/2012/GEOOUT/SER-ANA (Fls. 78 e 79) elaborada pela Agência Nacional de Águas (ANA) para compor a análise técnica do processo de outorga nº 02501.000084/2010-46, o limite máximo outorgável no reservatório da UHE de Irapé é de 18,0 m<sup>3</sup>/s (64.800 m<sup>3</sup>/h), sendo a captação da SAM correspondente a um comprometimento coletivo de apenas 9,9%, acarretando em um disponibilidade hídrica remanescente para futuros usuários superior a 58.000 m<sup>3</sup>/h. A Outorga de Direito de Uso das Águas foi expedida pela Agência Nacional de Águas por meio da Resolução ANA nº 72 de 19 de março de 2012 e foi considerada no licenciamento ambiental do projeto no IBAMA.

 <p><b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A</p>		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>7/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

Porém, em negociações com o Governo de Minas Gerais, a SAM assinou um Protocolo de Intenções e se comprometeu a construir duas barragens de água: a Barragem do Córrego do Vale e a Barragem do Rio Vacaria.

A Barragem do Córrego do Vale disponibilizará água para fornecimento ao Vale das Cancelas, comunidade existente na região de atuação da SAM.

A Barragem do Rio Vacaria além de fornecer o suprimento de água necessário ao Projeto Bloco 8, permitirá, também, a disponibilização de cerca de 4.000 m<sup>3</sup>/h de água para o Governo, visando o atendimento às populações locais. No item a seguir apresenta maiores detalhes dessa estrutura.

### 3.2 BARRAGEM DO RIO VACARIA

A Barragem do rio Vacaria é um projeto que considera premissas básicas adotadas pelo DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, como localização e posicionamento do eixo do barramento, porém ampliado pela SAM de modo a atender não somente ao Projeto Bloco 8, mas também a usos diversos, em especial para as comunidades de entorno, promovendo maior segurança hídrica ao empreendimento e o incremento na disponibilidade regional de água.

Esta estrutura está localizada em uma seção fluvial do rio Vacaria, a sudoeste da cava prevista para o Projeto Bloco 8, cerca de 20,0 km distante do empreendimento, no ponto de coordenadas UTM E E 757.780,705 E e N 8.208.904,681.

O arranjo proposto para a Barragem Vacaria foi elaborado pela empresa DAM Projetos de Engenharia e previu um maciço com a cota de coroamento na El. 639,00 m, a ser construído em etapa única, e soleira na El. 634,00 m, perfazendo uma capacidade máxima de acumulação de 80.775.000 m<sup>3</sup>.

Para a captação de água e manutenção do fluxo residual a jusante, foi projetada uma tomada de água associada a uma galeria de 3,00 m x 4,00 m e uma tubulação de aço, apoiada em blocos de concreto. A galeria será utilizada para o desvio do rio durante a construção e a tubulação será utilizada para adução e descarga de fundo durante a operação. A tomada de água será dotada de aberturas com comportas, acionadas por monovia, permitindo flexibilidade operacional, segurança e garantia de manutenção de fluxo residual. Além disso, quando do término da operação do empreendimento, a restituição para

 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>8/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

jusante será realizada por gravidade, evitando o bombeamento e, por consequência, a necessidade de maior controle operacional associado.

O volume útil do reservatório da Barragem Vacaria foi dimensionado, inicialmente, para atender a vazão a ser captada para a SAM de 6.200m<sup>3</sup>/h (valor compatível com a demanda mínima de água nova necessária ao empreendimento acrescido de um fator de 20%), a vazão de até 4.000 m<sup>3</sup>/h a ser disponibilizada para o Governo (usos múltiplos das populações locais) e manutenção da vazão mínima residual legal de 50% Q<sub>7,10</sub> de 401 m<sup>3</sup>/h (conforme apresentado no documento BSU-C-BV-RE-009-6), totalizando uma demanda mínima de exploração de 10.601 m<sup>3</sup>/h.

De acordo com os estudos da DAM (documento BSU-C-BV-RE-009-6), o reservatório da Barragem Vacaria com volume útil de 80,775Mm<sup>3</sup> será capaz de atender uma demanda de 11.264 m<sup>3</sup>/h, admitindo um risco de falha de 2,5%, de 11.873 m<sup>3</sup>/h, com um risco de falha de 5% e de até 14.000 m<sup>3</sup>/h, com um risco de 10%.

Para verificar a capacidade de regularização do barramento, foram realizados estudos de balanço hídrico, considerando o enchimento do reservatório bienal, conforme acordado com a SAM. A Barragem Vacaria deverá ser construída no Ano-2 e estará disponível para atendimento do projeto e ao Governo no início de operação do empreendimento, ou seja, no início do Ano 1, conforme cronograma de implantação/operação apresentado na Tabela 3.2.1.

**Tabela 3.2.1 – Cronograma de Implantação/Operação da Barragem Vacaria**

ESTRUTURAS	IMPLANTAÇÃO			OPERAÇÃO			
	ANO-2	ANO-1	Pré-Produção (PP)	ANO 1	ANO 2	ANO 3 ATÉ O ANO 13	ANO 14 ATÉ O ANO 18
BARRAGEM VACARIA	CONSTRUÇÃO	ENCHIMENTO NATURAL	ENCHIMENTO NATURAL	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO

A operação simulada do reservatório foi realizada a partir da aplicação da equação do balanço hídrico entre afluências e defluências médias mensais, a saber:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \{P_{DIRETA} + Q_{AFLUENTE}\} - \{E_{REAL} + Q_{BOMBEADA} + Q_{INDUSTRIAL} + Q_{RESIDUAL} + Q_{VERTIDA}\}$$

Onde:

$\frac{\Delta V}{\Delta t}$  : corresponde à variação do volume no intervalo de tempo.



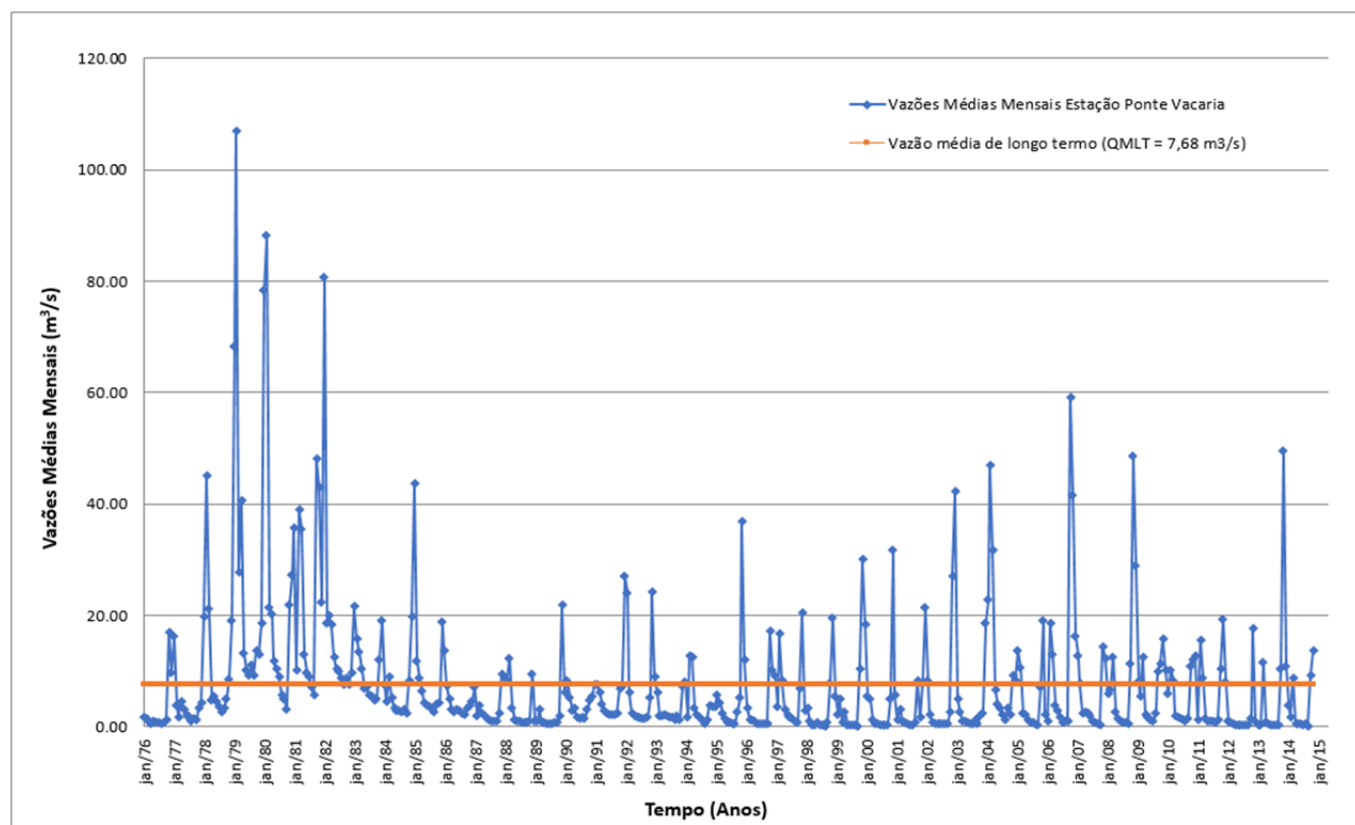
		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>9/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

**$P_{DIRETA}$** : Precipitação total mensal sobre a superfície do espelho de água formado pelo reservatório. A série de precipitações utilizadas no estudo foi obtida a partir de dados consistidos de altura de chuva diária da Estação Grão Mogol, no período de 1976 a 2014 de maneira a coincidir com o mesmo período da série de vazões médias mensais utilizados, pertencente a Agência Nacional de Águas. Os dados de precipitação médios mensais estão apresentados na Tabela 3.2.2.

**Tabela 3.2.2 – Totais Mensais de Precipitação (mm)**

Valores (mm)											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
162,56	99,19	136,62	45,38	13,62	5,29	5,64	5,51	16,34	90,56	209,6	226,62

**$Q_{AFLUENTE}$** : Vazão natural da bacia de contribuição afluyente ao reservatório. Os valores utilizados foram referentes à série de vazões médias mensais da Estação Ponte Vacaria (vide Figura 3.2.1), pertencente à Agência Nacional de águas (código ANA 54165000). A série histórica de vazões média mensais utilizada compreendeu o período de dados de 1976 a 2014 (39 anos) e foi obtida do documento BSU-C-BV-RE-009-6, elaborado pela empresa DAM Engenharia em Janeiro/2016.



**Figura 3.2.1** – Vazões Médias Mensais obtidas da Estação Ponte Vacaria (Código ANA 54165000)

$E_R$ : Evaporação real incidente no espelho d'água do reservatório. Foram utilizados os dados diários da estação meteorológica Montes Claros operada pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. As normais mensais de evaporação estão apresentadas na Tabela 3.2.3.

**Tabela 3.2.3** – Totais Mensais de Evaporação (mm)

Valores (mm)											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
109.2	115.2	113.7	113.9	120.3	130.0	161.7	197.8	221.1	198.4	122.6	100.8

$Q_{BOMBEADA}$ : vazão de água que será bombeada para atender a demanda requerida pela SAM e para usos múltiplos (Governo). Conforme já mencionado, essas captações serão realizadas a jusante do reservatório. Será implantada uma torre com 4 aberturas no interior do reservatório, eliminando a elevatória do lago. Na travessia da Barragem Vacaria será utilizada uma tubulação de aço carbono que

 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>11/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

será capaz de garantir a vazão máxima regularizada pelo barramento. A estação de bombas principal da SAM estará localizada a 300 m a jusante do barramento. Para a simulação do balanço hídrico, foi considerado o seguinte cenário hipotético:

**Tabela 3.2.4 – Vazões bombeadas para Atendimento das Demandas SAM e Governo (m<sup>3</sup>/h)**

Período (ano)	Vazão bombeada (m <sup>3</sup> /h)
Ano -1 (Enchimento do Reservatório)	0 m <sup>3</sup> /h
PP (Enchimento do Reservatório)	0 m <sup>3</sup> /h
Ano 1 e Ano 2	6.171 m <sup>3</sup> /h, sendo 5.171 m <sup>3</sup> /h* para a usina da SAM e 1.000 m <sup>3</sup> /h para o Governo
Ano 3 e Ano 4	7.171 m <sup>3</sup> /h, sendo 5.171 m <sup>3</sup> /h* para a usina da SAM e 2.000 m <sup>3</sup> /h para o Governo
Ano 5 e Ano 6	8.171 m <sup>3</sup> /h, sendo 5.171 m <sup>3</sup> /h* para a usina da SAM e 3.000 m <sup>3</sup> /h para o Governo
Ano 7 ao Ano 18	9.171 m <sup>3</sup> /h, sendo 5.171 m <sup>3</sup> /h* para a usina da SAM e 4.000 m <sup>3</sup> /h para o Governo

\*Ressalta-se que, apesar da demanda real da usina considerar a vazão de captação de 5.171 m<sup>3</sup>/h, a vazão de projeto para a captação é de 6.200 m<sup>3</sup>/h em função do fator de projeto aplicado de 20% (ver item 4.0)

**Q<sub>INDUSTRIAL</sub>**: vazão de água de 300 m<sup>3</sup>/h que será bombeada para a Barragem Industrial antes do início de operação do empreendimento, visando auxiliar no seu enchimento, conforme apresentado na Tabela 3.2.5.

**Tabela 3.2.5 – Vazões bombeadas para Auxiliar Enchimento da Barragem Industrial (m<sup>3</sup>/h)**

Período (ano)	Vazão bombeada (m <sup>3</sup> /h)
Ano -1 (Enchimento do Reservatório)	300 m <sup>3</sup> /h
PP (Enchimento do Reservatório)	300 m <sup>3</sup> /h
Ano 1 ao Ano 18 (Operação do Empreendimento)	0 m <sup>3</sup> /h

**Q<sub>RESIDUAL</sub>**: vazão de água mínima que deverá ser mantida a jusante de 401 m<sup>3</sup>/h. Vale mencionar que esta vazão foi definida a partir dos requisitos mínimos legais. Entretanto, uma vez que as captações para atendimento das demandas da SAM e Governo serão realizadas a jusante do barramento, toda a vazão regularizada pelo reservatório deverá ser restituída a jusante por meio da torre de tomada de água composta por comportas. Desta maneira, a vazão mínima residual será a vazão máxima regularizada pelo reservatório da Barragem Vacaria subtraída das demandas anuais previstas no período precedente

 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>12/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

à operação (Ano -1 e Ano PP) e durante os 18 anos de operação do empreendimento, conforme resumo apresentado na Tabela 3.2.6.

**Tabela 3.2.6 – Síntese das demandas anuais no período de implantação e operação (m<sup>3</sup>/h)**

Período (ano)	Demanda SAM (m <sup>3</sup> /h)	Demanda Governo (m <sup>3</sup> /h)	Enchimento Barragem Industrial (m <sup>3</sup> /h)	Demanda Total (m <sup>3</sup> /h)
Ano -1 (Enchimento do Reservatório)	0	0	300	300
PP (Enchimento do Reservatório)	0	0	300	300
Ano 1 e Ano 2	5.171	1.000	0	6.171
Ano 3 e Ano 4	5.171	2.000	0	7.171
Ano 5 e Ano 6	5.171	3.000	0	8.171
Ano 7 ao Ano 18	5.171	4.000	0	9.171

Ressalta-se que durante a construção da Barragem Vacaria (Ano -2), a vazão natural do curso de água será mantida a jusante por meio de uma galeria de desvio.

**Q<sub>VERTIMENTO</sub>:** Vazão vertida pelo sistema extravasor da barragem, posicionado na El. 634,00m.

As simulações foram realizadas a partir de uma média móvel dos dados da série de vazões médias mensais (1976 a 2014 - 39 anos). Desta forma, a primeira simulação considerou o período da série de 1976 a 1995 (20 anos, sendo 2 anos de enchimento e 18 anos de operação), a segunda considerou o período de 1977 a 1996, e, assim sucessivamente, resultando em 39 simulações.

Na apresentação dos resultados, foram considerados três possíveis cenários:

- Cenário mínimo: simulação que apresenta a menor disponibilidade de água dentre as 39 simulações (cenário mais crítico);
- Cenário médio: média dos resultados das 39 simulações;
- Cenário máximo: simulação que apresenta a maior disponibilidade de água dentre as 39 simulações.

Os resultados obtidos, estão sintetizados a seguir.

- A vazão máxima regularizada pelo reservatório da barragem Vacaria sem a ocorrência de falhas no sistema de bombeamento durante todo o período de operação do empreendimento foi de

 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>13/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

11.311 m<sup>3</sup>/h. Essa vazão estará disponível a partir do Ano precedente à operação do Projeto Bloco 8 (Ano PP – ano de pré-produção) e deverá ser restituída a jusante do barramento para atendimento das demandas da SAM, do Governo, para auxílio no enchimento da Barragem Industrial e, ainda, manutenção da vazão mínima residual;

- Considerando a vazão máxima regularizada pelo reservatório com 100% de garantia de 11.311 m<sup>3</sup>/h, as vazões mínimas residuais resultantes que serão garantidas a jusante, desconsiderando as demandas totais apresentadas na Tabela 3.2.6, foram de:

**Tabela 3.2.7 – Vazões residuais resultantes a jusante (m<sup>3</sup>/h)**

Período (ano)	Vazão Máxima Regularizada (m <sup>3</sup> /h)	Demanda Total (m <sup>3</sup> /h)	Vazão residual a jusante (m <sup>3</sup> /h)
Ano -1 *	1.900 (Enchimento do reservatório)	300	1.600 m <sup>3</sup> /h
Ano PP	11.311	300	11.011 m <sup>3</sup> /h
Ano 1 e Ano 2	11.311	6.171	5.140 m <sup>3</sup> /h
Ano 3 e Ano 4	11.311	7.171	4.140 m <sup>3</sup> /h
Ano 5 e Ano 6	11.311	8.171	3.140 m <sup>3</sup> /h
Ano 7 ao Ano 18	11.311	9.171	2.140 m <sup>3</sup> /h

\*Período de enchimento da Barragem Vacaria necessário para a regularização da vazão de 11.311 m<sup>3</sup>/h a partir do ano de Pré-produção (PP).

- Em síntese, os resultados obtidos na operação simulada do reservatório considerando o período simulado de 20 anos (do Ano-1 ao 18º ano de operação do empreendimento), estão apresentados a seguir:
  - Ano -1: Enchimento natural do reservatório da Barragem Vacaria, bombeamento da vazão de 300 m<sup>3</sup>/h para o reservatório da Barragem Industrial, e liberando para o rio Vacaria a jusante da barragem uma vazão de 1.600 m<sup>3</sup>/h (cerca de 4 vezes superior ao limite mínimo legal de 401 m<sup>3</sup>/h);
  - Pré-Produção (PP): Enchimento natural do reservatório da Barragem Vacaria, bombeamento da vazão de 300 m<sup>3</sup>/h para o reservatório da Barragem Industrial, e liberando para o rio Vacaria a jusante da barragem uma vazão de 11.011 m<sup>3</sup>/h;

 <p><b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A</p>		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>14/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

- Ano 1 e 2 de Operação: bombeamento da vazão de 6.171 m<sup>3</sup>/h (5.171 m<sup>3</sup>/h para a usina da SAM e 1.000 m<sup>3</sup>/h para o Governo), e liberando para o rio Vacaria a jusante da barragem uma vazão de 5.140 m<sup>3</sup>/h;
- Ano 3 e 4 de Operação: bombeamento da vazão de 7.171 m<sup>3</sup>/h (5.171 m<sup>3</sup>/h para a usina da SAM e 2.000 m<sup>3</sup>/h para o Governo), e liberando para o rio Vacaria a jusante da barragem uma vazão de 4.140 m<sup>3</sup>/h;
- Ano 5 e 6 de Operação: bombeamento da vazão de 8.171 m<sup>3</sup>/h (5.171 m<sup>3</sup>/h para a usina da SAM e 3.000 m<sup>3</sup>/h para o Governo), e liberando para o rio Vacaria a jusante da barragem uma vazão de 3.140 m<sup>3</sup>/h;
- Ano 7 ao Ano 18: bombeamento da vazão de 9.171 m<sup>3</sup>/h (5.171 m<sup>3</sup>/h para a usina da SAM e 4.000 m<sup>3</sup>/h para o Governo), e liberando para o rio Vacaria a jusante da barragem uma vazão de 2.140 m<sup>3</sup>/h.

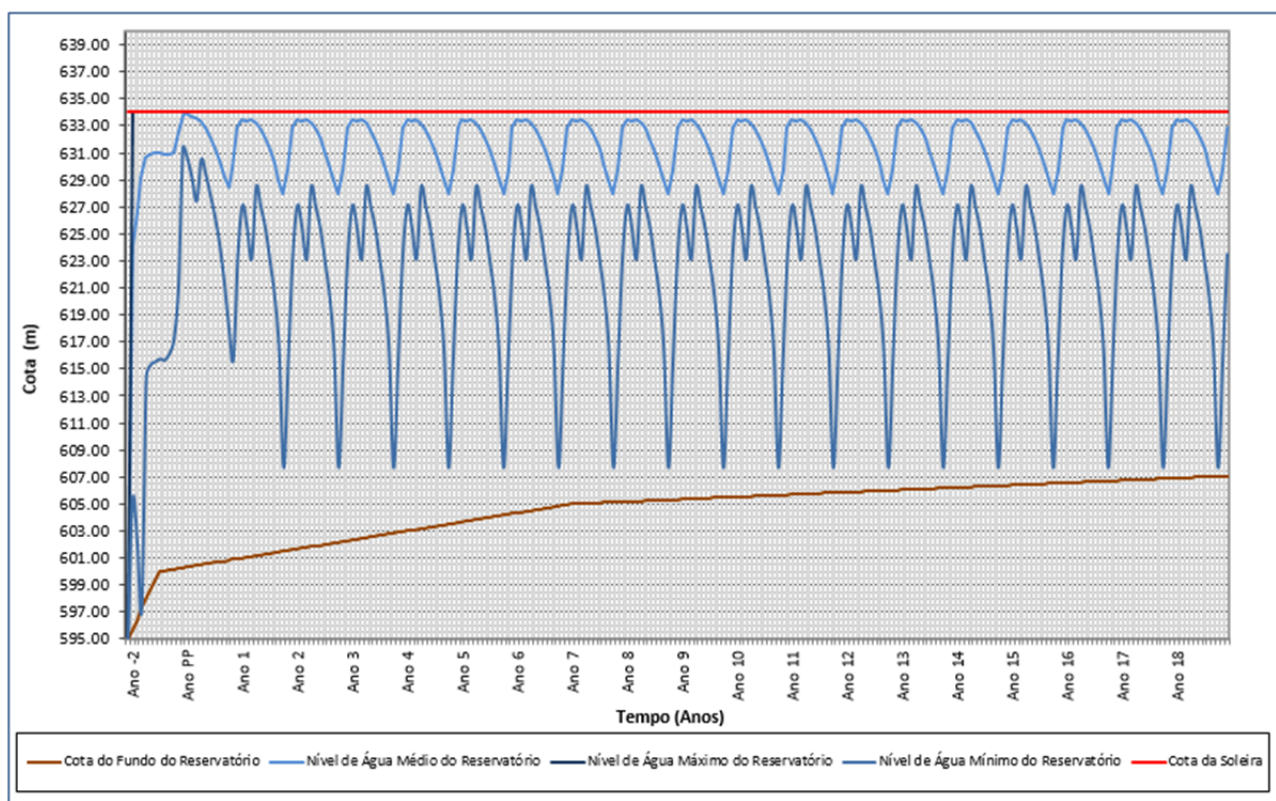
Ressalta-se que a vazão regularizada de 11.311 m<sup>3</sup>/h refere-se à vazão captada com 100% de garantia, ou seja, não foram observadas falhas no sistema de bombeamento, ao longo do período simulado. Nas simulações em que foram consideradas vazões superiores à essa, foram observadas falhas, as quais foram associados riscos de não atendimento da captação. Na Tabela 3.2.8 podem ser visualizadas as vazões simuladas e seus respectivos riscos associados.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>15/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

**Tabela 3.2.8 – Vazões captadas x Riscos de não atendimento**

Demanda Total (m <sup>3</sup> /h)	Risco de Falha (%)
12.000	5.77
13.000	6.36
14.000	8.93

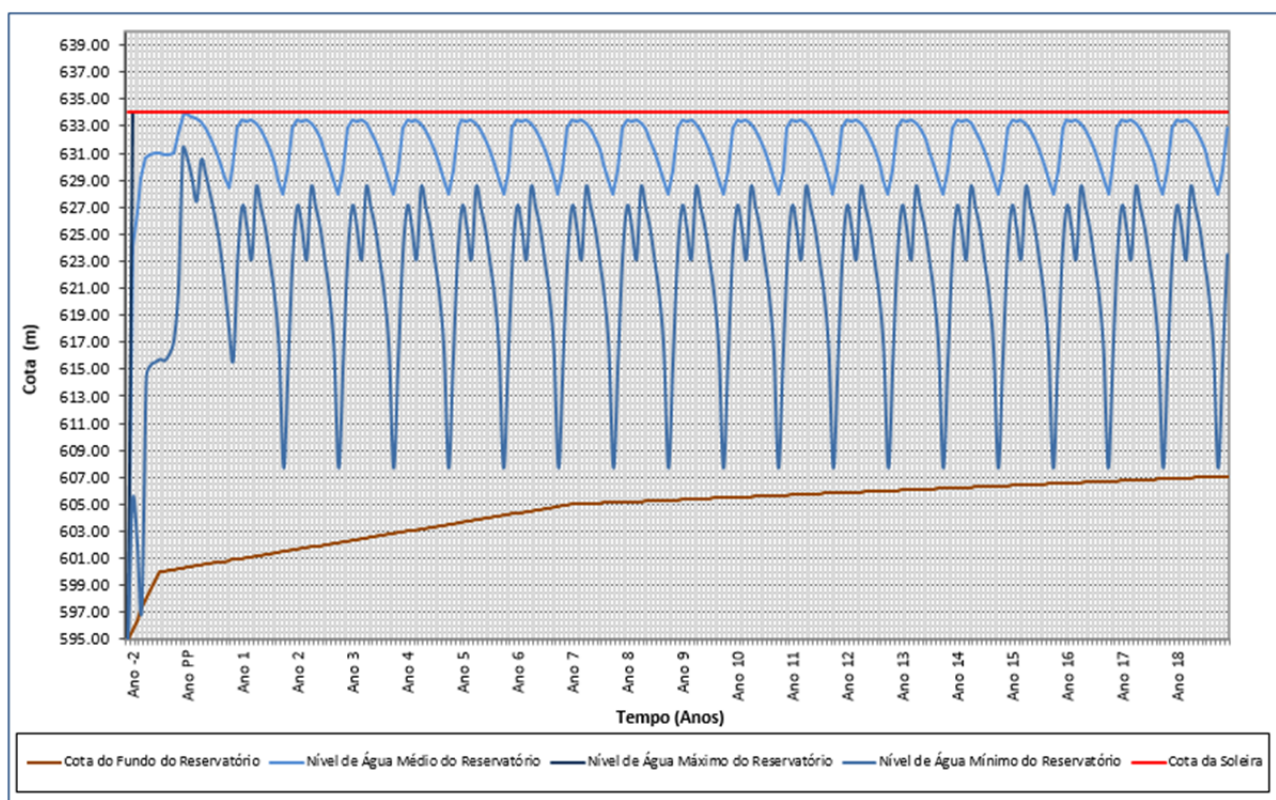
- A Vale mencionar que o “fundo do reservatório” foi obtido considerando o aporte dos sedimentos provenientes da área da bacia hidrográfica de contribuição afluente área de reservatório, tendo sido considerada uma taxa de 7,93 m<sup>3</sup>/h.



- Figura 3.2.2** ilustra a variação do nível de água do reservatório da Barragem Vacaria ao longo do período simulado, considerando os 20 anos (Ano-1, Ano PP e os 18 anos de operação do Projeto Bloco 8). Conforme pode ser observado, o nível de água máximo (cenário máximo das 39 simulações) atinge a soleira do vertedouro desde o início do período simulado, ocorrendo vertimentos. Entretanto, ao observarmos os níveis de água mínimos (cenário mínimo das 39 simulações), podemos verificar que esses quase atingem o fundo do reservatório, não sendo possível aumentar a vazão de captação durante o período de operação, sem que ocorressem falhas no sistema. Vale mencionar que o “fundo do reservatório” foi obtido

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>16/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

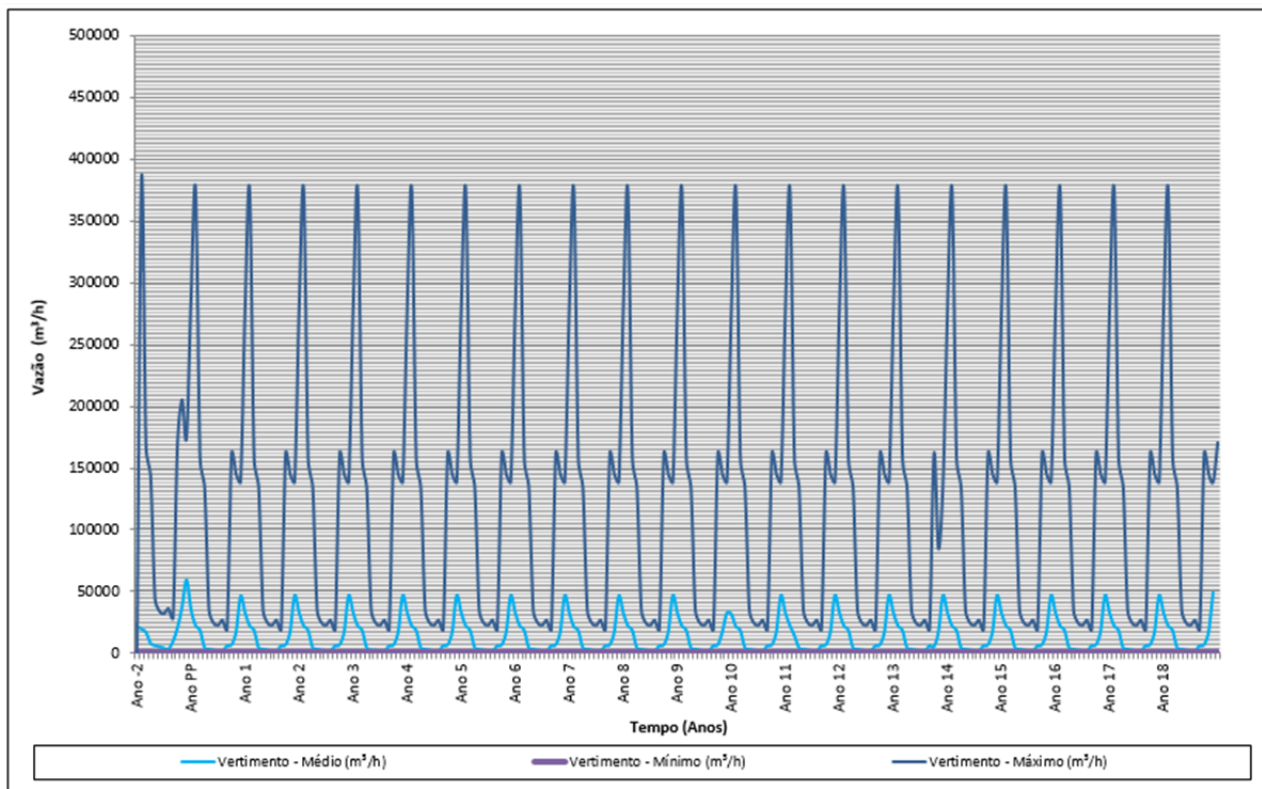
considerando o aporte dos sedimentos provenientes da área da bacia hidrográfica de contribuição afluente área de reservatório, tendo sido considerada uma taxa de 7,93 m<sup>3</sup>/h.



**Figura 3.2.2 – Níveis de água no reservatório da Barragem de Vacaria**

- A frequência de vertimentos e as respectivas vazões durante o período simulado da Barragem Vacaria estão apresentados na Figura 3.2.3. Para o cenário com maior disponibilidade (cenário máximo) foram observados vertimentos desde o período de enchimento. Entretanto, para o cenário crítico, não ocorreram vertimentos.





**Figura 3.2.3 – Vazões vertidas no reservatório da Barragem de Vacaria**

Nas Figura 3.2.4, Figura 3.2.5 e Figura 3.2.6 estão apresentados os hidrogramas de vazões a jusante da Barragem Vacaria resultantes do cenário mínimo, médio e máximo obtido das 39 simulações, respectivamente. Esse hidrogramas foram obtidos considerando a soma das vazões vertidas pela soleira do sistema extravasor de emergência e a vazão residual mínima residual a ser mantida a jusante (determinada considerando a vazão máxima regularizada subtraída das demandas totais). Ressalta-se que o hidrograma de vazões para o cenário mínimo a jusante corresponde somente à vazão mínima residual a ser mantida visto que para o cenário crítico, não foram observados vertimentos.

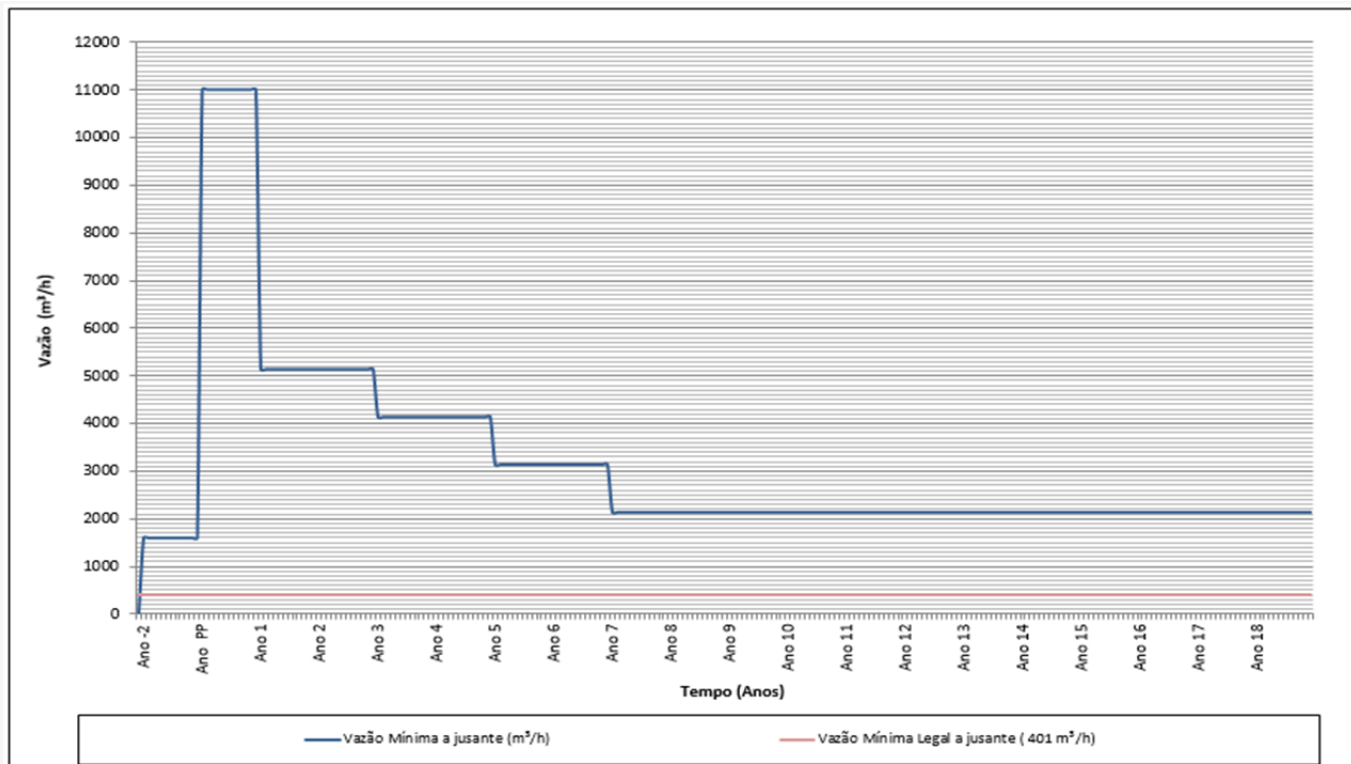
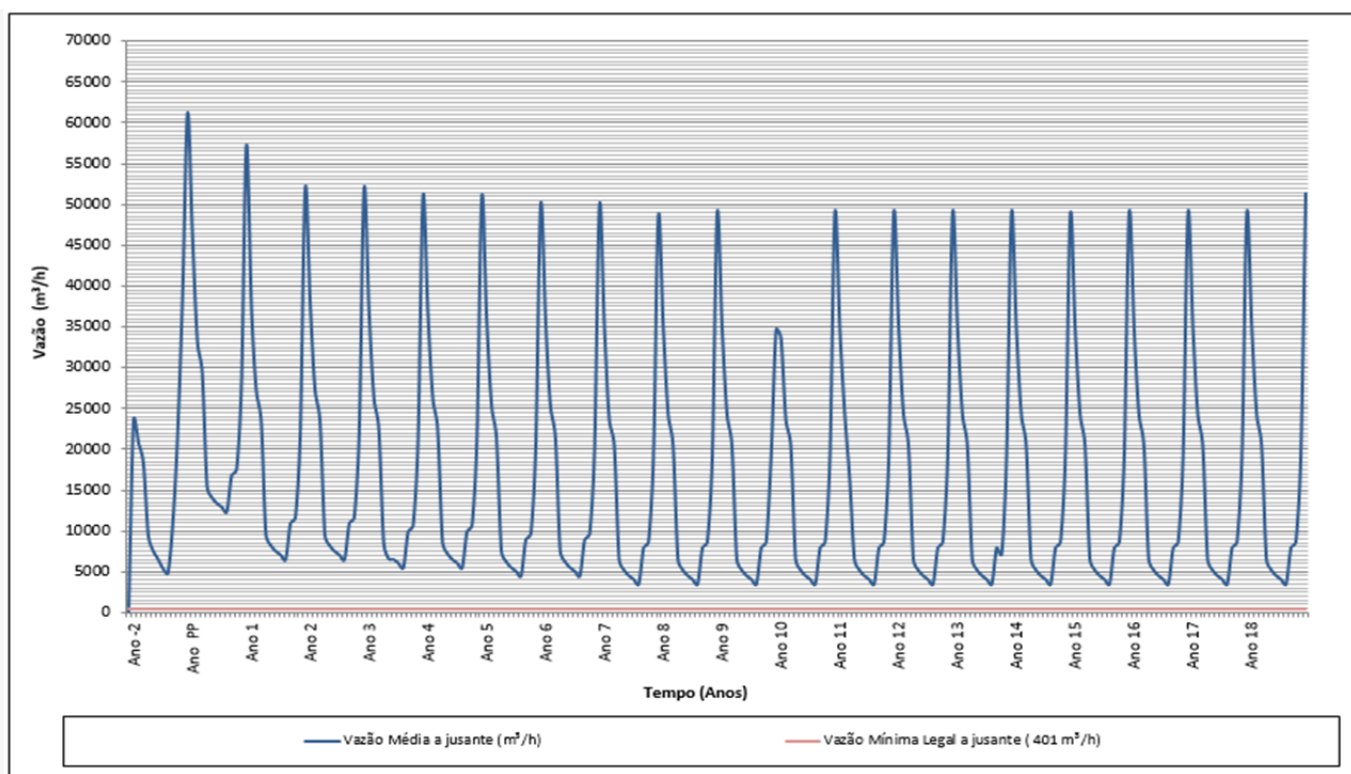
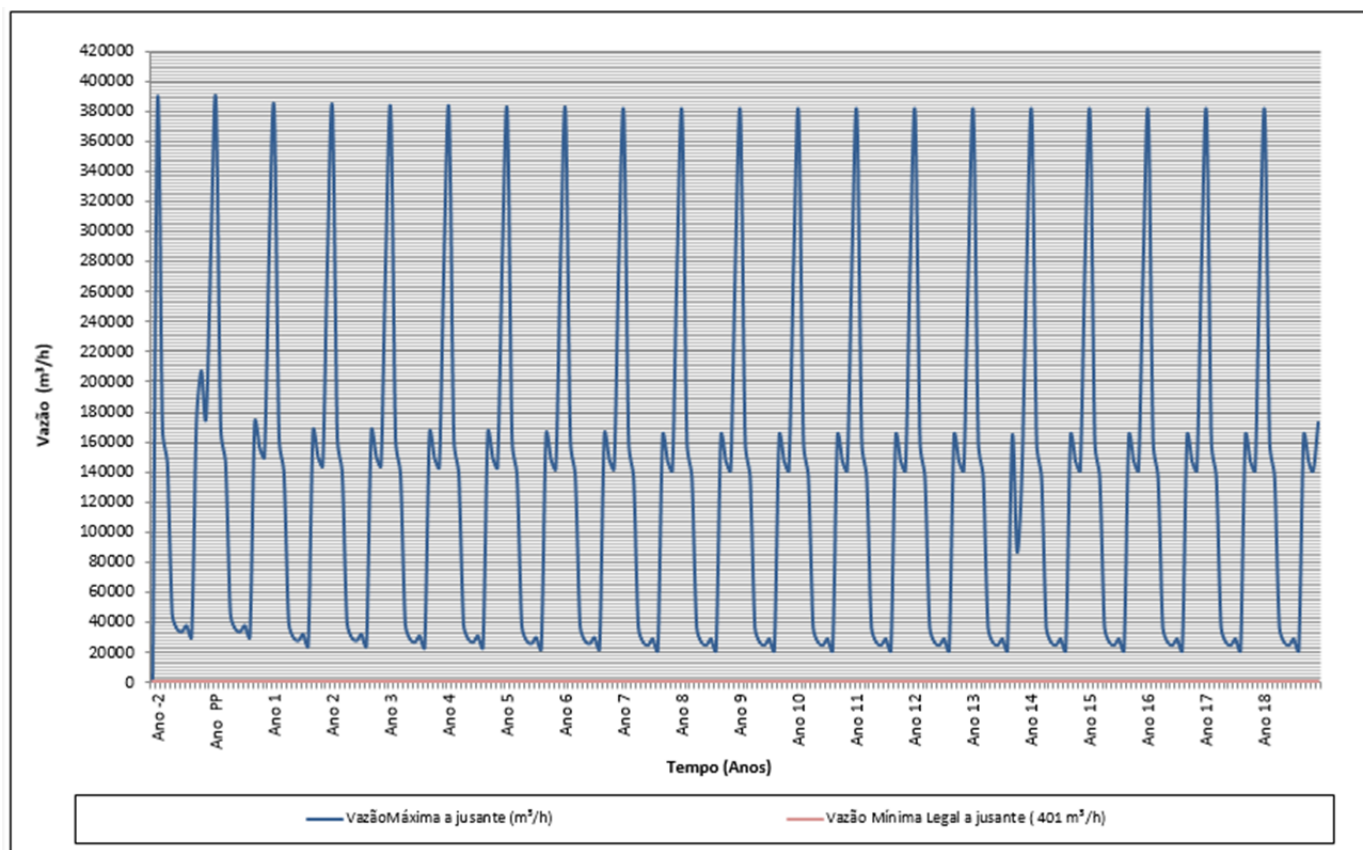


Figura 3.2.4 – Hidrograma de vazões a jusante do reservatório da Barragem de Vacaria (Cenário Mínimo)



 <b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL</b> <b>MINA</b> <b>ENGENHARIA</b> <b>DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO</b> <b>BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>19/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

**Figura 3.2.5** – Hidrograma de vazões a jusante do reservatório da Barragem de Vacaria (Cenário Médio)



**Figura 3.2.6** – Hidrograma de vazões a jusante do reservatório da Barragem de Vacaria (Cenário Máximo)

- Como complemento dos resultados, na Tabela 3.2.9 estão apresentados os valores médios das variáveis de entrada e saída do balanço hídrico do reservatório da barragem Vacaria, para todo o período simulado, indicando um incremento **médio** positivo de 1.760 m<sup>3</sup>/h.

**Tabela 3.2.9** - Síntese do Balanço Hídrico Médio Mensal

Entradas (m <sup>3</sup> /h)		Saídas (m <sup>3</sup> /h)						Resultado do Balanço (m <sup>3</sup> /h)
Precipitação Direta	Vazão Afluente	Demanda SAM	Demanda Governo	Evaporação Direta	Vazão Residual	Vazão Enchimento Industrial	Vazão Vertida	
<b>733</b>	<b>27780</b>	<b>5171</b>	<b>3333</b>	<b>1248</b>	<b>3157</b>	<b>300</b>	<b>13544</b>	<b>1.760</b>

Caso, a qualquer tempo, verifique-se insuficiência de suprimento hídrico para o projeto ou para as comunidades envolvidas, a Barragem do Vacaria é passível de alteamento, aumentando sua capacidade de regularização.

 <p><b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A</p>		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>20/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

### 3.3 BARRAGENS DE REJEITOS 1 E 2

As Barragens 1 e 2 foram concebidas com a finalidade de dispor os rejeitos, em forma de polpa, do processo de beneficiamento do minério e recuperar a água liberada nos rejeitos, de forma a minimizar o consumo de água nova no empreendimento.

Com intuito de estimar o aproveitamento de água nos reservatórios das Barragens de Rejeitos 1 e 2, foram realizados estudos de balanço hídrico, em conjunto com plano de manejo dos rejeitos, visando a determinação da capacidade de regularização pelos seus respectivos reservatórios.

Como variáveis de entrada no balanço, considerou-se a vazão natural da bacia de contribuição afluente ao reservatório, a precipitação direta incidente sob o reservatório e a água presente na polpa dos rejeitos. As variáveis de saída consideradas foram a evaporação direta no reservatório, a vazão percolada pelo sistema de drenagem interna do maciço e fundação, a água retida nos interstícios dos rejeitos, a recirculação da vazão de água liberada pelos rejeitos e a captação de água nova (vazão regularizada). É importante mencionar que, nessas simulações, não foi considerada a manutenção de um fluxo mínimo a jusante dessas estruturas, visto que a Barragem Industrial será responsável pela manutenção da vazão mínima residual do empreendimento, conforme apresentado no item 3.4.

Como premissa, nas operações simuladas dos reservatórios, foi adotada a não ocorrência de falhas durante a captação de água (bombeamento da vazão de água liberada pelos rejeitos somada à vazão a ser regularizada pelo reservatório). De acordo com os resultados obtidos, a vazão máxima regularizada, sem que ocorram falhas durante o período de operação foi de:

- 500 m<sup>3</sup>/h para a Barragem de Rejeitos 1;
- 85 m<sup>3</sup>/h para a Barragem de Rejeitos 2.

Na Tabela 3.3.1 estão apresentadas as vazões passíveis de serem captadas nos reservatórios das Barragens de Rejeitos 1 e 2, correspondentes à vazão de água livre dos rejeitos somada à vazão regularizada pelos reservatórios. Ressalta-se que os valores de água liberada pelos rejeitos foram obtidos do Balanço de água enviado pela SAM por e-mail em 13/09/18, tendo sido admitida que 75%

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>21/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

seria correspondente ao reservatório da Barragem 1, com 25% correspondendo ao Reservatório da Barragem 2.

**Tabela 3.3.1 – Vazões passíveis a serem captadas nos reservatórios das Barragens 1 e 2**

Estrutura	Vazão de água liberada pelos rejeitos (m <sup>3</sup> /h)	Vazão de água máxima regularizada (m <sup>3</sup> /h)	Vazão total passível de ser captada (m <sup>3</sup> /h)
Reservatório Barragem 1	2.030	500	2.530
Reservatório Barragem 2	677	85	762

Vale mencionar que, apesar dos resultados dos estudos de balanço hídrico indicarem vertimentos nas Barragens 1 e 2, durante essa fase de projeto, essas vazões não serão aproveitadas no plano de manejo hídrico do empreendimento, visto que só ocorreram nos meses finais de operação destas estruturas, não sendo contribuições constantes ao longo da operação.

Da mesma maneira, em fases futuras do projeto, também deverão ser consideradas as vazões percoladas pelos maciços das Barragens 1 e 2. Na Barragem 2, essas contribuições serão armazenadas em um *sump* e, em seguida, retornadas para seu reservatório, bombeadas diretamente para a planta de beneficiamento ou, ainda, bombeadas para o reservatório da Barragem Industrial. Já para a Barragem 1, foi proposto um barramento, denominado Dique Auxiliar 1, com a função de armazenar as contribuições de água provenientes do desaguamento dos rejeitos a serem dispostos nos taludes de jusante durante o alteamento contínuo da Barragem 1, bem como receber as vazões percoladas pelo maciço e fundação da Barragem 1, evitando o aporte dessas contribuições para a cavidade existente imediatamente a jusante. Para tanto, no reservatório dessa estrutura, foi previsto um sistema de bombeamento, de maneira a minimizar/evitar a ocorrência de vertimentos. As vazões bombeadas no Dique Auxiliar 1, apesar de não serem constantes ao longo da vida útil do empreendimento, também deverão ser reaproveitadas pela planta de beneficiamento.

Maiores detalhes dos estudos de balanço hídrico dos reservatórios das Barragens 1 e 2 podem ser visualizados nos documentos MINA\_BLC8007-1010-G-RE-31 e MINA\_BLC8007-1010-G-RE-32, respectivamente.

		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>22/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

Ressalta-se que a maximização do aproveitamento da água nos reservatórios das barragens de contenção de rejeitos irá contribuir para a redução do consumo de água nova na Barragem Vacaria, ao longo dos anos de operação do empreendimento.

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>23/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

### 3.4 BARRAGEM INDUSTRIAL

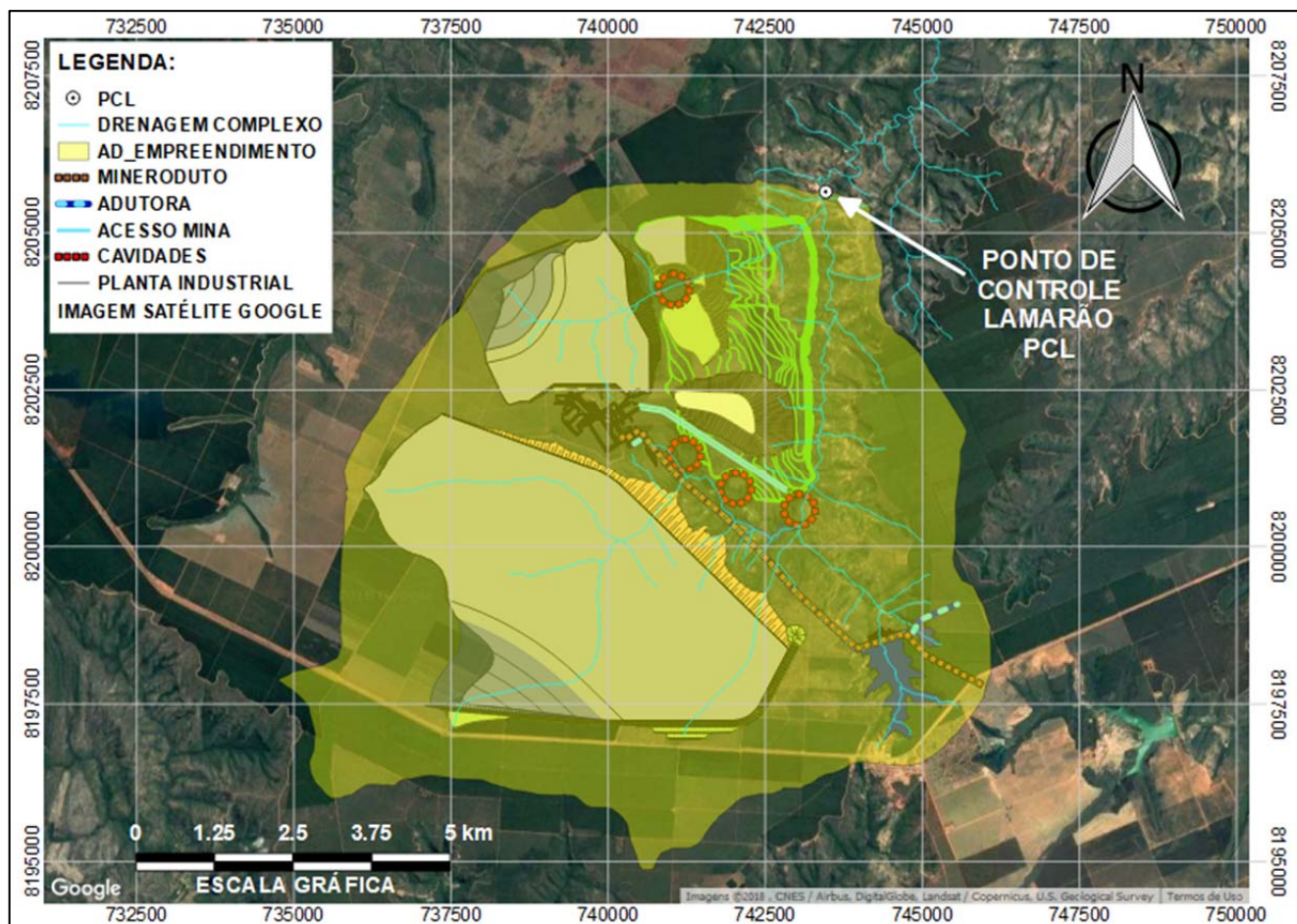
A Barragem Industrial foi concebida com a função de regularizar as vazões naturais afluentes do córrego do Vale, fornecendo água para a manutenção do fluxo residual mínimo a jusante do empreendimento.

Alternativamente, esta estrutura também poderá ser utilizada para acumulação de água proveniente de fontes externas, como por exemplo, das vazões a serem bombeadas dos fundos de cava, das contribuições provenientes do sistema de drenagem previsto para o Backfill, das vazões percoladas pelo maciço da Barragem 2, dentre outros. Porém, quaisquer manobras operacionais envolvendo o reservatório de água da Barragem Industrial terão, obrigatoriamente, que garantir o atendimento da vazão residual legal a jusante do empreendimento. Vale mencionar as vazões vertidas pela Barragem de Rejeitos 1 são direcionadas para o reservatório da Barragem Industrial, uma vez que o sistema extravasor da Barragem1 desemboca no reservatório da Barragem Industrial.

De acordo com a Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548 de 29 de março de 2012, para a região da bacia hidrográfica na qual o Projeto Bloco 8 está inserido, deverá ser garantida uma vazão mínima residual a jusante equivalente a 50% da vazão de referência do Estado de Minas Gerais, ou seja, 50% da  $Q_{7,10}$  (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência).

A metodologia utilizada para o cálculo da vazão de referência do IGAM ( $Q_{7,10}$ ) foi a mesma utilizada pela SUPRAM (HIDROSSISTEMAS/COPASA, 1993), a qual considera o rendimento mínimo mensal com 10 anos de recorrência ( $Q_{30,10}$ ) da área de drenagem da seção de interesse e a tipologia homogênea desta mesma área para o cálculo do fator de conversão de  $Q_{30,10}$  para  $Q_{7,10}$  (F).

Como o principal objetivo da Barragem Industrial é prover água para a manutenção da vazão residual de todo o empreendimento, adotou-se para o cômputo da vazão de referência para definição desta vazão mínima, a área de drenagem de todo o empreendimento, correspondente a 86,5 km<sup>2</sup>, como pode ser visualizado na Figura 3.4.1. Ressalta-se que para o controle da vazão a jusante do empreendimento, foi prevista a instalação de um monitoramento contínuo na seção fluviométrica imediatamente a jusante da cava do Projeto Bloco 8, na seção denominada como Ponto de Controle Lamarão (PCL).



**Figura 3.4.1 – Área de drenagem do empreendimento e Ponto de Controle do Lamarão**

Para essa bacia de contribuição, foi identificada a tipologia homogênea 232, a qual se encontrou os seguintes parâmetros a partir da publicação citada anteriormente:

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$r$	$s$	$m$	$n$
0,489403	0,413592	1,005857	0,273074	0,226445	-0,023986	-0,045688

Estes parâmetros foram aplicados à equação de cálculo de F apresentada a seguir, a partir da qual se alcançou o valor de 0,80:

$$F(\tau, D) = (\alpha + \beta \cdot Y^D) \cdot [\log T]^{-(r \cdot \log T + S)} \cdot D^{(m + n \cdot [\log]^2 2T))}$$

Para cômputo da  $Q_{30,10}$  considerou-se o rendimento de 0,6 L/s.km<sup>2</sup>, uma vez que a área de drenagem do empreendimento encontra-se entre as isolinhas 0,2 L/s.km<sup>2</sup> e 1,0 L/s.km<sup>2</sup>.



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</b>	<b>Folha 25/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0007</b>	<b>Revisão 03</b>

A partir destes valores, aplicando-se a fórmula, encontrou-se o valor de 151,2 m<sup>3</sup>/h para a Q<sub>7,10</sub>. Uma vez que o IGAM regulamenta a vazão mínima como sendo 50% da vazão de referência para a região do empreendimento, o valor da vazão mínima a ser garantida a jusante no Ponto de Controle do Lamarão é de 75,6 m<sup>3</sup>/h.

O arranjo proposto para a Barragem Industrial previu um maciço com a cota de coroamento na El. 860,00 m, a ser construído em etapa única, e soleira na El. 858,00 m, comportando uma capacidade máxima de acumulação de 19,32 Mm<sup>3</sup>.

Para avaliação de potencial de regularização no reservatório da Barragem Industrial, foram realizadas simulações de balanço hídrico considerando as seguintes variáveis: vazão afluente, precipitação direta no reservatório e vazões vertidas pelo sistema extravasor da Barragem de Rejeitos 1. Como variáveis de saída foram consideradas a evaporação direta no reservatório e a vazão residual a ser mantida a jusante do empreendimento de 75,6 m<sup>3</sup>/h. Considerou-se o período de enchimento do reservatório (tempo entre o fechamento das obras de desvio da barragem Industrial e o início das operações da Barragem 1 de 36 meses), sendo esse enchimento auxiliado por derivação da vazão de 300 m<sup>3</sup>/h proveniente da Barragem Vacaria durante os primeiros 2 anos, ou seja 24 meses. Vale mencionar que a vazão mínima residual de 75,6 m<sup>3</sup>/h será mantida durante todo o período de pré-operação/implantação e operação do empreendimento por meio de bombeamento ou pelo vertimento da Barragem Industrial.

As principais características e os resultados dos estudos de balanço hídrico são apresentados na Tabela 3.4.1.

**Tabela 3.4.1 – Resumo das características da Barragem de Água Industrial.**

Variável	Valor
Cota de coroamento (m)	860,00
Volume do reservatório (Mm <sup>3</sup> )	19,32
Área do espelho d'água na cota do vertedouro (m <sup>2</sup> )	783.390
Área de drenagem considerada no estudo do balanço (km <sup>2</sup> )*	4,09
Vazão regularizada (m <sup>3</sup> /h)	95,00
Tempo de Enchimento	36 meses, sendo auxiliado por aporte de captação de 300 m <sup>3</sup> /h da Barragem Vacaria durante os primeiros 24 meses

\*Para a verificação do potencial de regularização do reservatório da Barragem Industrial, considerou-se apenas a contribuição de sua bacia a montante, perfazendo uma área de drenagem de 4,09 km<sup>2</sup>. As afluições provenientes do sistema extravasor da Barragem 1 foram inseridas a partir dos resultados obtidos do balanço hídrico da referida estrutura, tendo sido observados vertimentos apenas nos finais de operação dos maciços inicial e final. Entretanto, para dimensionamento do sistema extravasor da Barragem Industrial levou-se em consideração a área de contribuição da Barragem 1, ou seja, a área incremental de 38,85 km<sup>2</sup>.

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>26/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que a vazão regularizada pela Barragem Industrial foi superior a vazão mínima que deverá ser garantida em 100% do tempo a jusante da barragem, restando uma folga de cerca de 20m<sup>3</sup>/h.

Ainda, também foram observados vertimentos pelo reservatório da Barragem Industrial no mesmo período em que essa estrutura recebe as vazões vertidas pelo reservatório da Barragem de Rejeitos 1, ou seja, nos finais de operação dos maciços inicial e final da Barragem 1, especificamente nos anos 8 e 18 de operação do empreendimento.

Em etapas futuras, esses incrementos de vazões também poderão ser aproveitados e inseridos no plano de manejo de recursos hídricos do Projeto Bloco 8.

### **Outras considerações**

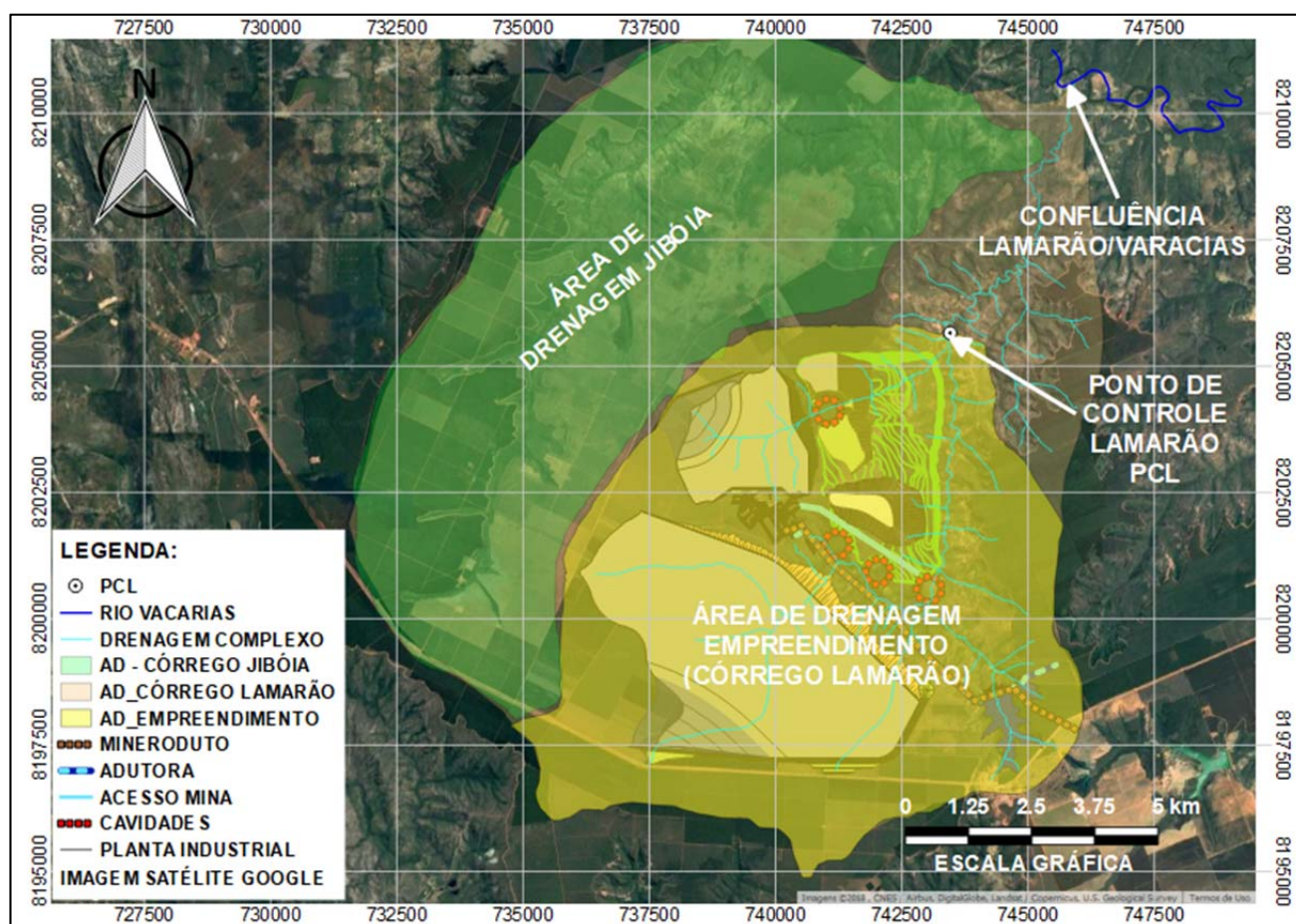
O Projeto Bloco 8 está inserido inteiramente na bacia de contribuição do córrego Lamarão, contemplando uma área total de 86,5 km<sup>2</sup>. Conforme já mencionado, imediatamente a jusante da região do empreendimento, no local denominado Ponto de Controle do Lamarão será mantida uma vazão residual de 76,5 m<sup>3</sup>/h, que corresponde à 50% da Q<sub>7,10</sub>.

O córrego Lamarão é afluente da margem direita do Rio Vacarias, tendo sua nascente na chapada próximo à localidade de Lamarão, situada às margens da rodovia BR-251, possui uma extensão de 23,2 km, e uma área total de 180,9 km<sup>2</sup>.

Seu principal afluente é o córrego Jibóia, contribuinte de sua margem esquerda, que segue paralelo ao córrego Lamarão e desagua a aproximadamente 5,0km a jusante do Projeto Bloco 8, não sofrendo interferência direta com o empreendimento.

A área incremental, que considera a bacia formada entre o Ponto de Controle do Lamarão e a confluência no Rio Vacaria é de 94,4 km<sup>2</sup>. A Figura 3.4.2 apresenta a área de drenagem do córrego Lamarão até a sua confluência com o Rio Vacaria, bem com a delimitação da sub-bacia do córrego Jibóia, na qual pode-se verificar que a maior parte da contribuição de água para o Rio Vacaria é proveniente desta bacia incremental, formada principalmente pelo córrego Jibóia.

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>27/68</b></p>
<p>ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>



**Figura 3.4.2 – Área de drenagem do Córrego Lamarão**

Durante o percurso do córrego Lamarão entre o Ponto de Controle do Lamarão e a confluência do córrego Jibóia, ou seja, em aproximadamente 5,0 km, esse curso de água terá suas vazões reduzidas em época de estiagem, uma vez que garantirá apenas a vazão residual mínima legal a jusante. Entretanto, considerando a contribuição do córrego Jibóia, que possui uma área de drenagem bastante considerável, a vazão no curso de água tende a manter os mesmos valores médios observados sem considerar o empreendimento.

Outro ponto relevante que se deve mencionar é que a área de drenagem impactada pelo empreendimento de 86,5 km<sup>2</sup> representa apenas 3,7% da bacia de contribuição total no rio Vacaria de 2326 km<sup>2</sup>, na seção fluvial onde está prevista a implantação do barramento, corroborando com a prerrogativa que o empreendimento também não impactará à bacia do rio Vacaria.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</b>	<b>Folha 28/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0007</b>	<b>Revisão 03</b>

### 3.5 BARRAGEM DO VALE

A Barragem do Vale deverá ser implantada no córrego do Vale, afluente da margem direita do córrego Lamarão, com a finalidade de abastecer a comunidade do Vale das Cancelas existente na região de atuação do Projeto Bloco 8.

Especificamente, a SAM irá construir esse barramento visando suprir a necessidade de água desta comunidade, considerando uma projeção populacional de até 10.000 habitantes e um consumo per capita de 150l/hab.dia.

Vale mencionar que de acordo com o levantamento do número de habitantes na região de entorno do Projeto, realizado pela Secretaria Municipal de Saúde de Grão Mogol, em setembro de 2018, abrangendo o Vale das Cancelas e regiões rurais próximas, foram identificados um total de 2.039 pessoas, sendo 1.361 habitantes somente do Vale das Cancelas. A Tabela 3.5.1 apresenta o número de pessoas por micro área considerada.

**Tabela 3.5.1 – Levantamento do Número de Habitantes do Vale das Cancelas/Região Rural no Entorno**

<b>Micro Área</b>	<b>Descrição</b>	<b>Número de Habitantes</b>
Micro Área 1	Vale das Cancelas	343
Micro Área 2	Vale das Cancelas	345
Micro Área 3	Vale das Cancelas	291
Micro Área 4	Vale das Cancelas	382
Micro Área 5	São Francisco, Lamarão, Barra das Canoas, Sobrancelha e Jiboia	234
Micro Área 6	Boa Vista, Curral de Varas, Estiva, Cancela, Rio Rancho e Pinheiro	165
Micro Área 7	Santa Ria, Bonito 1 e 2, Cabeceira do Maciel, Córrego do vale, Córrego Lamarão, Coqueiro, Estância Sertaneja e Batalha	279
<b>Total</b>	<b>2.039 habitantes</b>	

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Grão Mogol (setembro, 2018)

O maciço da barragem foi concebido por solo compactado, com seção homogênea, inclinação de taludes de montante e jusante de 2(H):1(V), com bermas com 6,00 m de largura e desnível máximo entre bermas de 10,00 m. A cota de coroamento será na El.860,00m, resultando em uma altura máxima da ordem de

 Sul Americana de Metais S/A		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>29/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

47,00 m e um volume de reservação de 1,64Mm<sup>3</sup> (até a cota da soleira do vertedouro admitida na El. 858,00 m).

A Barragem do VALE deverá ser construída no Ano-2 de operação e estará disponível para atendimento da comunidade do Vale das Cancelas no início de operação do empreendimento, ou seja, no início do Ano 1, conforme cronograma de implantação/operação apresentado na Tabela 3.5.2. Atualmente essa população é abastecida por uma captação no córrego Batalha, também afluente da margem direita do córrego Lamarão, que deverá ser extinguida no início de Implantação da Barragem de Rejeitos 1, no Ano 3 de Operação, restando, ainda, uma folga operacional de, no mínimo, 2 anos, dando tranquilidade e conforto para a comunidade durante a alteração da fonte de suprimento de água.

**Tabela 3.5.2 – Cronograma de Implantação/Operação da Barragem do VALE**

ESTRUTURA	IMPLANTAÇÃO			OPERAÇÃO			
	ANO-2	ANO-1	Pré-Produção (PP)	ANO 1	ANO 2	ANO 3 ATÉ O ANO 13	ANO 14 ATÉ O ANO 18
BARRAGEM DO VALE	CONSTRUÇÃO	ENCHIMENTO NATURAL	ENCHIMENTO NATURAL	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO

Para o dimensionamento e verificação da capacidade de regularização do reservatório da Barragem do Vale, foi realizada a simulação do balanço hídrico do reservatório, considerando a seguinte equação:

$$\Delta V / \Delta t = \{ P_{DIRETA} + Q_{AFLUENTE} + Q_{VACARIA} \} - \{ Q_{CAPTADA} + E_R + Q_{VERTIDA} \}$$

onde:

$\Delta V / \Delta t$ : corresponde à variação do volume no intervalo de tempo;

$P_{DIRETA}$ : Precipitação diária sobre a superfície do espelho de água formado pelo reservatório. A série de precipitações utilizadas no estudo foi obtida a partir de dados consistidos de altura de chuva diária da Estação Grão Mogol (período de 1973 a 2018, tendo sido excluído os anos 1975 e 1990 por possuírem falhas e o ano de 2018 por estar incompleto), pertencente a Agência Nacional de Águas. Os dados de precipitação médios mensais estão apresentados na Tabela 3.5.3.

**Tabela 3.5.3 – Totais Mensais de Precipitação (mm)**

Valores (mm)											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
162,56	99,19	136,62	45,38	13,62	5,29	5,64	5,51	16,34	90,56	209,6	226,62

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</b>	<b>Folha 30/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0007</b>	<b>Revisão 03</b>

$Q_{\text{AFLUENTE}}$ : Vazão natural da bacia de contribuição afluenta ao reservatório. Os valores utilizados foram referentes à série de precipitações mensais consolidada na área do Projeto Bloco 8, obtida dos dados de altura de chuva diária da Estação Grão Mogol, transformada em vazão através do coeficiente de escoamento superficial, adotado igual a 0,25, e a área de drenagem da bacia de contribuição (1,20 km<sup>2</sup>);

$Q_{\text{VACARIA}}$ : Derivação de vazão da Barragem Vacaria de 40 m<sup>3</sup>/h, durante 24 horas/dia, a partir do Ano 1 de operação do empreendimento para auxiliar na regularização de vazões do reservatório da Barragem do Vale, ao longo de toda a sua operação;

$Q_{\text{CAPTADA}}$ : Vazão passível de ser captada no reservatório da Barragem do Vale visando o atendimento de da comunidade de Vale das Cancelas. Admitiu-se a captação da vazão de 62,5 m<sup>3</sup>/h, durante 24 horas/dia, visando o atendimento da população futura de até 10.000 habitantes e considerando o consumo de 150 l/hab.dia;

$Q_{\text{VERTIDA}}$ : Vazão vertida pelo sistema extravasor da barragem;

$E_R$ : Evaporação real incidente no espelho d'água do reservatório. Foram utilizados os dados diários da estação metereológica Montes Claros operada pelo INMET – Instituto Nacional de Metereologia. As normais mensais de evaporação estão apresentadas na Tabela 3.5.4.

**Tabela 3.5.4 – Totais Mensais de Evaporação (mm)**

Valores (mm)											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
109.2	115.2	113.7	113.9	120.3	130.0	161.7	197.8	221.1	198.4	122.6	100.8

A operação simulada do reservatório foi desenvolvida considerando o tempo de operação da Barragem do VALE de 20 anos (do Ano-1 ao 18º ano de operação do empreendimento), a saber:

- Ano -1: Apenas enchimento natural do reservatório, sem considerar captação complementar da Barragem Vacaria e sem considerar o bombeamento para o atendimento da comunidade;
- Ano Pré-Produção (PP): Idem Ano -1;
- Ano 1 ao Ano 18: Bombeamento para atendimento da Comunidade Vale das Cancelas e Derivação de Captação da Barragem Vacaria para auxiliar na regularização do reservatório da Barragem do Vale.

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>31/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

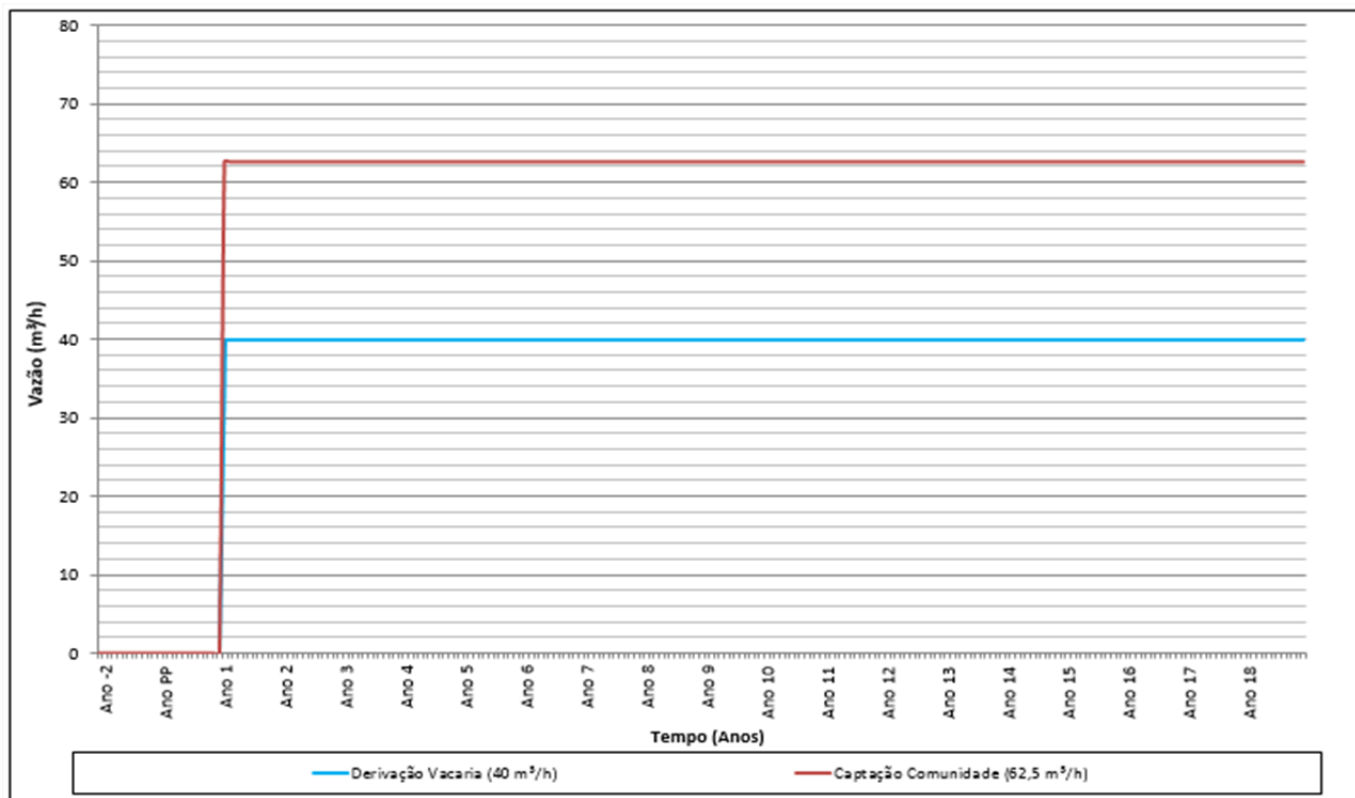
As simulações foram realizadas a partir de uma média móvel dos dados da série de vazões médias mensais (1973 a 2018 - 43 anos). Vale ressaltar que os anos 1975, 1990 e 2018 foram excluídos da simulação por apresentarem falhas e/ou incompletos, justificando os 43 anos de simulação. Desta forma, a primeira simulação considerou o período da série de 1973 a 1989 (16 anos de operação da barragem), a segunda considerou o período de 1974 a 1991, e, assim sucessivamente, resultando em 43 simulações.

Na apresentação dos resultados, foram considerados três possíveis cenários:

- Cenário mínimo: simulação que apresenta a menor disponibilidade de água para recirculação dentre as 43 simulações (cenário mais crítico);
- Cenário médio: média dos resultados das 43 simulações;
- Cenário máximo: simulação que apresenta a maior disponibilidade de água dentre as 43 simulações.

A partir dos resultados obtidos do balanço hídrico, verificou-se que o reservatório garante uma captação de 62,5 m<sup>3</sup>/h a partir do Ano 1 de operação, sem a ocorrência de falhas, ao longo de toda a vida útil do empreendimento. Essa captação atende a demanda de uma população futura de até 10.000 habitantes, considerando um consumo per capita de 150l/hab.dia. Para tanto, fez-se necessária a derivação de uma vazão de 40m<sup>3</sup>/h a partir do início da captação de água para atendimento da comunidade, ou seja, a partir do Ano 1 de operação do empreendimento, visando auxiliar na regularização de vazão pelo reservatório da Barragem do Vale. Na Figura 3.5.1 são ilustradas o bombeamento constante da vazão de 62,5 m<sup>3</sup>/h ao longo da vida útil do empreendimento concomitantemente com a derivação da vazão complementar proveniente da Barragem Vacaria de 40 m<sup>3</sup>/h.

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>32/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>



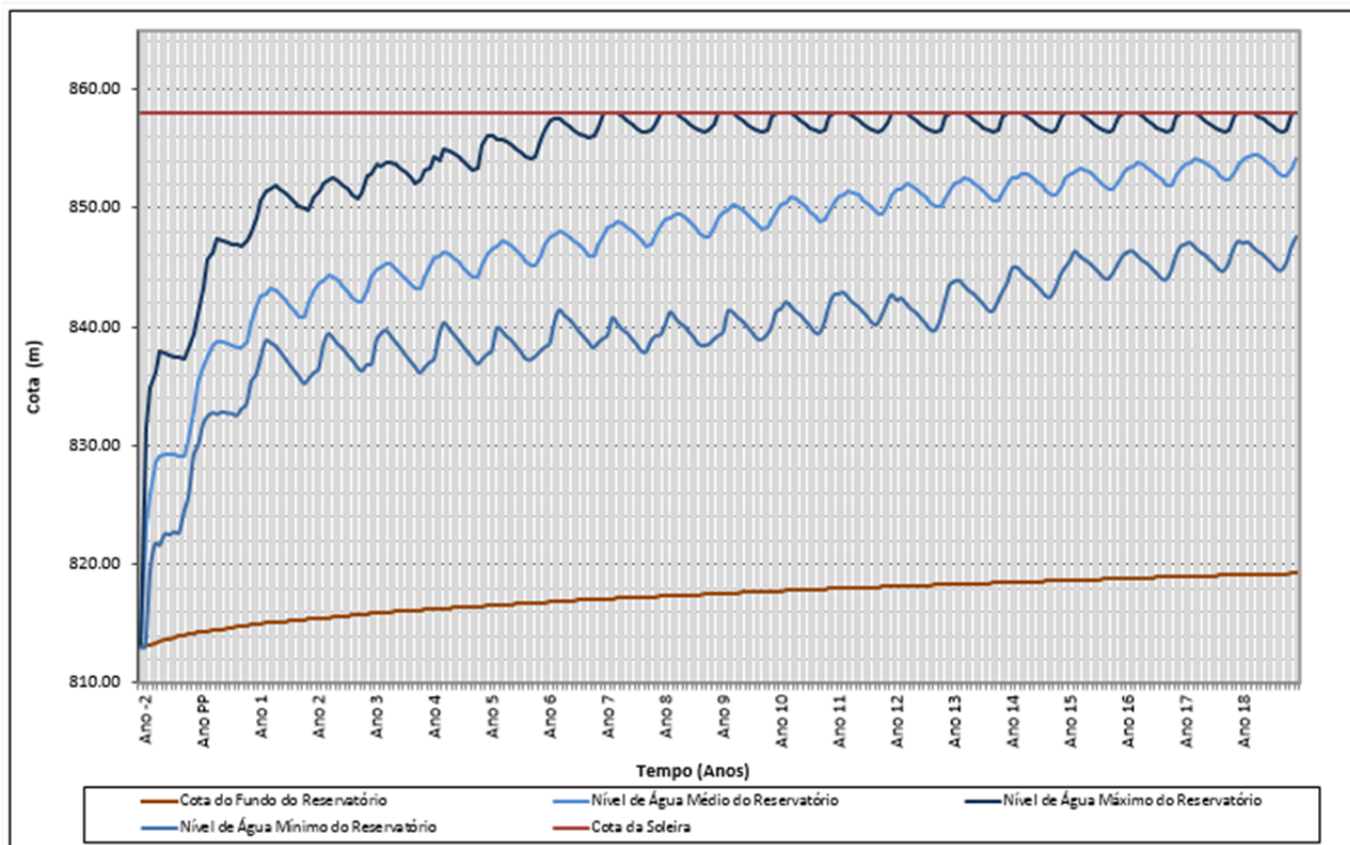
**Figura 3.5.1 – Vazões Derivadas (Entradas) e Captadas (Saídas) na Barragem do Vale.**

A Figura 3.5.2 apresenta a variação do nível de água do reservatório ao longo do período simulado, considerando os 02 anos de enchimento natural do reservatório e os 18 anos de operação da barragem do Vale. O nível de água máximo atinge a soleira do vertedouro a partir do 7º ano de operação, ocorrendo vertimentos no período chuvoso. Entretanto, quando consideramos o nível de água mínimo no reservatório, não são verificados vertimentos ao longo da vida útil da barragem.

Vale mencionar que ainda que sejam observados vertimentos durante o período chuvoso nas simulações, não foi possível desconsiderar a vazão de derivação complementar da Barragem Vacaria de 40 m³/h durante o período de operação sem que ocorressem falhas no sistema de captação da Barragem do Vale de 62,5 m³/h para a comunidade Vale das Cancelas.

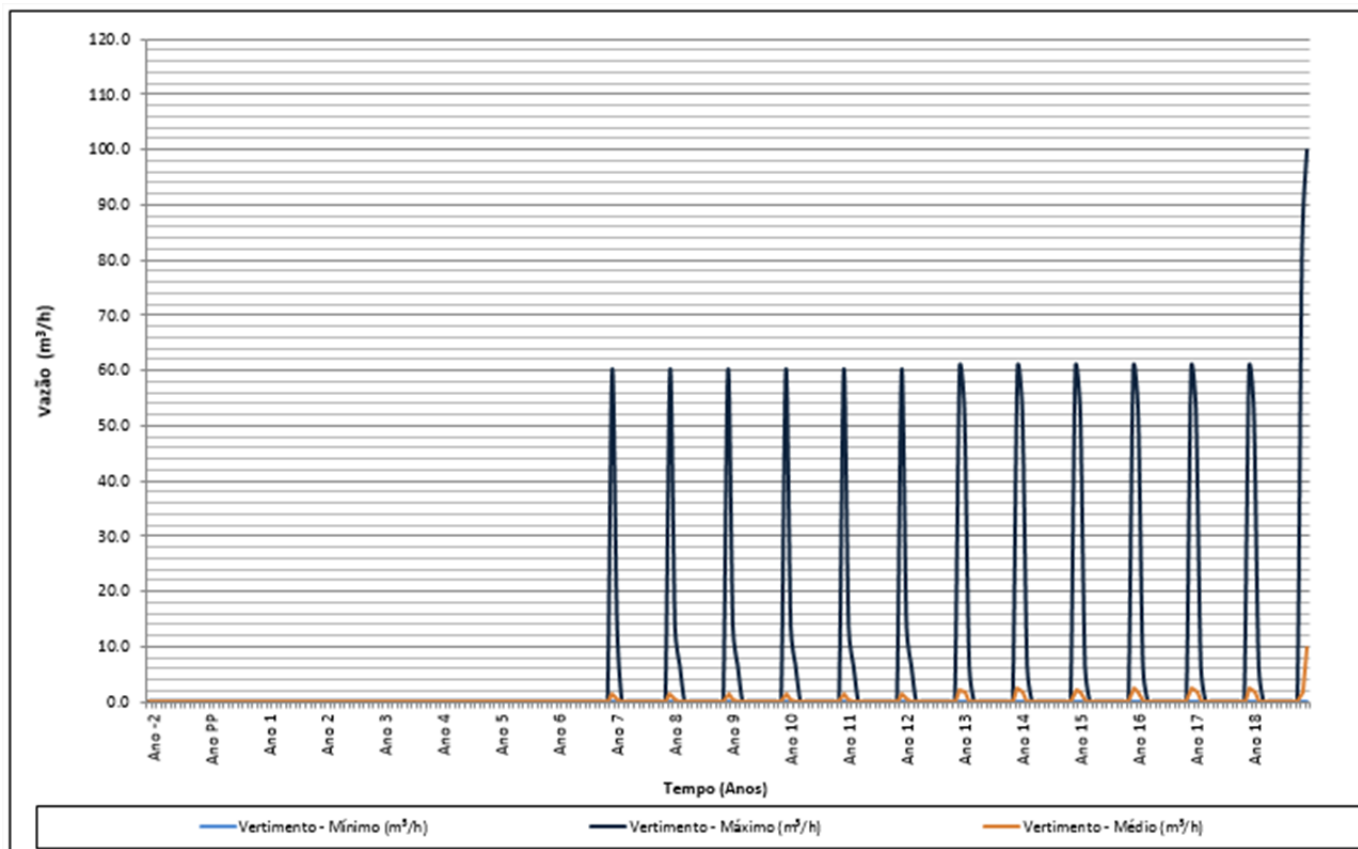


 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>33/68</b>
ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03



**Figura 3.5.2 – Variação dos Níveis de Água no Reservatório.**

Na Figura 3.5.3 é possível verificar a frequência de vertimentos e as respectivas vazões durante a vida útil da barragem. Conforme já mostrado na Figura 3.5.2, para o cenário com maior disponibilidade (cenário máximo) foram observados vertimentos a partir do 7º ano de operação. Para o cenário crítico, não foram observados vertimentos.



**Figura 3.5.3** – Vertimentos do reservatório da Barragem do Vale ao longo do período simulado.

Como complemento dos resultados, na Tabela 3.5.5 estão apresentados os valores médios, das variáveis de entrada e saída do balanço hídrico do reservatório da Barragem do Vale, para todo o período simulado (20 anos, sendo 02 anos de enchimento natural e 18 anos de operação do empreendimento).

**Tabela 3.5.5-** Síntese do Balanço Hídrico Médio Mensal

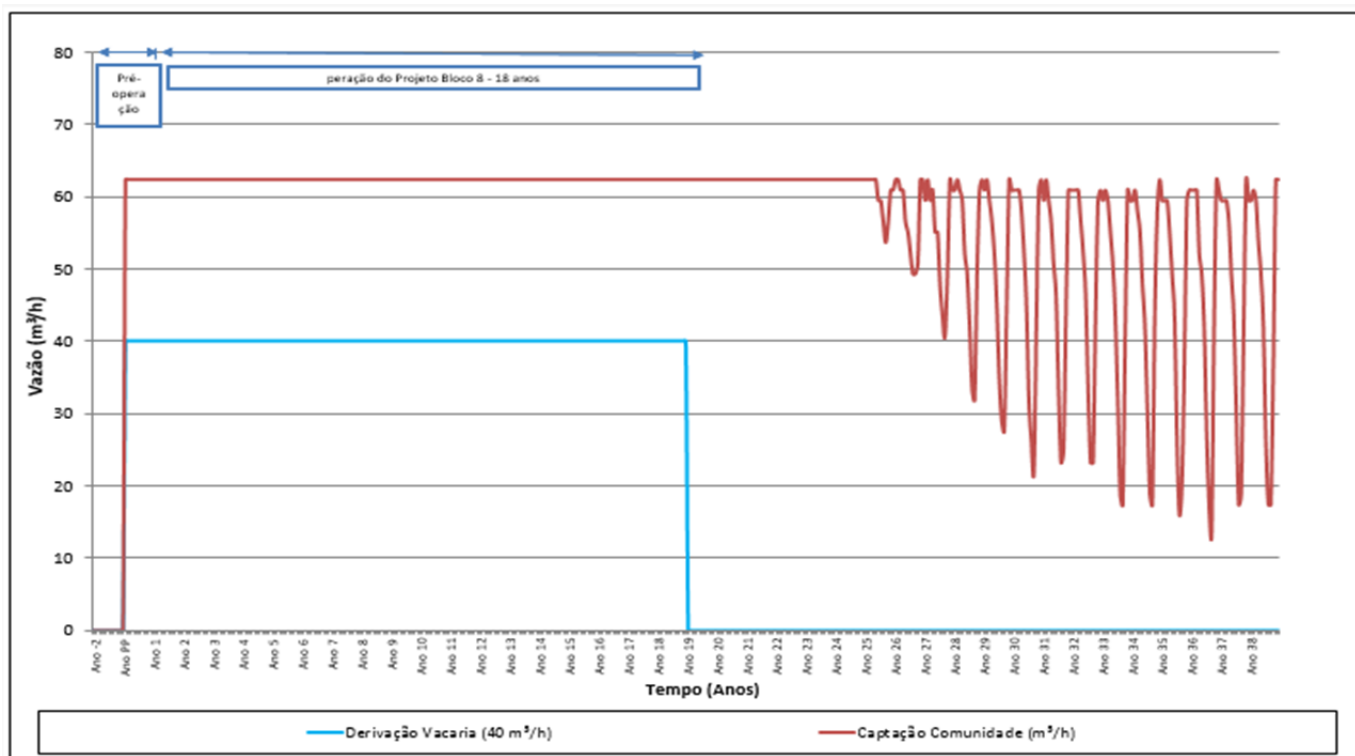
Ano	Entrada (m³/h)			Saídas (m³/h)			Resultado do Balanço (m³/h)
	P <sub>DIRETA</sub>	Q <sub>AFLUENTE</sub>	Q <sub>VACARIA</sub>	Evap. <sub>DIRETA</sub>	Q <sub>BOMBEADA</sub>	Q <sub>VERTIDA</sub>	
<b>Média</b>	7,16	33,15	40	11,97	62,50	0,20	5,64

De acordo com os resultados apresentados, verifica-se que o balanço hídrico do reservatório da barragem do Vale é positivo, com incremento final médio de 5,64 m³/h. Vale lembrar que neste resultado está sendo considerado o incremento da contribuição da vazão da Barragem Vacaria visando auxiliar no déficit hídrico apresentado por essa bacia, que conduz períodos com perdas por evaporação superiores às precipitações diretas incidentes sobre o reservatório.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>35/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

Adicionalmente, visando verificar o cenário de fechamento/desativação do Projeto Bloco 8, foi realizada nova simulação do balanço hídrico, admitindo apenas a Barragem do Vale em operação após o final da vida útil do empreendimento. Para tanto, nessas simulações, após os 18 anos de operação do empreendimento, desconsiderou-se o aporte da derivação complementar da vazão de 40 m<sup>3</sup>/h proveniente da Barragem Vacaria.

Conforme pode ser verificado na Figura 3.5.4, no cenário de fechamento, sem o incremento da vazão bombeada da Barragem Vacaria para o reservatório da Barragem do Vale, não foi possível a manutenção da captação da vazão de 62,5 m<sup>3</sup>/h constante ao longo do tempo simulado, ocorrendo falhas. Desta maneira, para a manutenção do atendimento de uma população de 10.000 habitantes, uma alternativa seria a captação de água para a comunidade ser realizada no reservatório da Barragem Industrial, após a desativação do Projeto Bloco 8.



**Figura 3.5.4 – Vazões Derivadas e Captadas no reservatório da Barragem do Vale – Cenário Fechamento.**

Por fim, foram realizadas outras simulações procurando obter a máxima vazão de captação que o reservatório da Barragem do Vale era capaz de regularizar, sem o incremento da vazão proveniente da

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>36/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

Barragem Vacaria no cenário de fechamento. A vazão máxima de captação no reservatório da Barragem do Vale foi de 35 m<sup>3</sup>/h, sem que ocorressem falhas no sistema de captação. Essa vazão é capaz de atender a demanda de uma população de cerca de 5.500 habitantes.

Assim sendo, na fase de fechamento, é possível, se for comprovada a necessidade, que o abastecimento da comunidade se dê a partir da Barragem Industrial.

### 3.6 CAVA

As contribuições subterrâneas provenientes das operações de lavra (rebaixamento da cava) e as contribuições advindas das precipitações diretas na área da cava poderão ser utilizadas nas atividades industriais, contribuindo para a redução do consumo de água nova a ser captado na Barragem Vacaria/Irapé ao longo dos anos de operação.

Para a estimativa do aporte de águas subterrâneas provenientes das operações de lavra, foi elaborado um modelo hidrogeológico numérico (documento MINA\_BLC8007-1010-G-RE-05) destinado a avaliar os fluxos na área de estudo antes e durante o rebaixamento da cava e implantação das barragens. As simulações foram realizadas em regime estacionário (equilíbrio), utilizando-se parâmetros hidráulicos calibrados, considerando dois cenários:

- Cenário 1: máximo esgotamento de água da cava exclusivamente por recarga natural. O objetivo desta simulação consistiu em apontar o quantitativo de vazão necessária, proveniente exclusivamente do aquífero (recarga natural), para que o desaguamento ocorra, bem como, os impactos associados; e
- Cenário 2: máximo esgotamento de água da cava incluindo as águas infiltradas pelas barragens e backfill.

Ambos os cenários consideraram a geometria final da cava (Ano de operação 18).

De acordo com os resultados obtidos, na simulação do Cenário 1, onde foi considerada as condições de lavra final da mina sem a presença das barragens 01 e 02, do *backfill* e dos reservatórios de água, a expectativa de bombeamento necessária para o desaguamento foi da ordem de 51 L/s (183 m<sup>3</sup>/h). Já para o cenário 2, a expectativa de bombeamento necessária para o desaguamento foi da ordem de 60 L/s (241 m<sup>3</sup>/h), considerando apenas os reservatórios e Barragens de Rejeitos 1 e 2, passando para 102

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</b>	<b>Folha 37/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0007</b>	<b>Revisão 03</b>

L/s (367 m<sup>3</sup>/h), quando estabelecido o arranjo final do backfill. O valor de aporte de água para esta fase final seria somente para referência, pois refere-se à cessação das atividades minerárias e, conseqüentemente, do bombeamento para esgotamento da cava.

Diante do exposto, para os estudos de balanço hídrico do empreendimento apresentados no item 4.0, considerou-se como valores de entrada o aporte do volume de água proveniente das operações de esgotamento da cava para o cenário 2 de 241 m<sup>3</sup>/h, admitindo apenas os reservatórios das Barragens 1 e 2, visto que as contribuições advindas com o backfill só irão contribuir nos últimos anos de operação da Mina.

Entretanto, vale mencionar que a análise das vazões de descarga nas drenagens a partir das operações de lavra apresentadas nos resultados do modelo hidrogeológico revelou uma redução de 19% da vazão de base na sub-bacia do córrego Lamarão e um acréscimo na vazão de base do córrego Mundo Novo. De modo geral, observou-se uma redução nos fluxos de base da ordem de 5%, o que equivale a aproximadamente 21 L/s. A Tabela 3.6.1 a seguir apresenta a comparação das vazões de base obtidas durante o processo de calibração e de simulação do máximo rebaixamento das operações da cava.

**Tabela 3.6.1 - Alteração nas vazões de base das sub-bacias dos córregos Lamarão e Mundo Novo.**

<b>Localização</b>	<b>Vazão de calibração (L/s)</b>	<b>Vazão simulada (L/s)</b>	<b>Variação</b>
Córrego Lamarão	273,6	221,6	- 19%
Córrego Mundo Novo	114,7	145,5	+27%
<b>Total</b>	<b>388,2</b>	<b>367,1</b>	<b>- 5%</b>

Diante dos resultados obtidos, visando restituir o trecho do curso de água do córrego Lamarão que sofrerá uma redução em sua vazão de base, nos estudos de balanço hídrico do empreendimento, será bombeada uma vazão de 52 m<sup>3</sup>/h (19% da vazão de base admitida o modelo de 273,60 m<sup>3</sup>/h) para o referido curso de água, conforme pode ser observado na descrição dos valores de saída “perdas”, apresentados também no item 4.0.

Para a estimativa do volume de água referente à precipitação direta na cava passível a ser captado, realizou-se um balanço hídrico mensal simplificado considerando o 18º ano de operação do empreendimento, o qual é apresentado na Tabela 3.6.2. Considerou-se para este balanço as seguintes premissas:

 Sul Americana de Metais S/A		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>38/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

- Reservatório de 188 mil m<sup>2</sup> de área de espelho;
- Coeficiente de escoamento C = 0,70;
- Área de drenagem de 9,55 km<sup>2</sup> para o ano 18.
- Vazões de bombeamento dimensionadas de forma a esgotar o volume total da cava em um período máximo de três dias.

**Tabela 3.6.2 – Expectativa de captação no fundo de cava.**

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>Precipitação Média (mm)</b>	162.6	99.2	136.6	45.4	13.6	5.3	5.6	5.5	16.3	90.6	209.6	226.6
<b>Pe (mm)</b>	113.8	69.4	95.6	31.8	9.5	3.7	3.9	3.9	11.4	63.4	146.7	158.6
<b>Evaporação (mm)</b>	109.2	115.2	113.7	113.9	120.3	130.0	161.7	197.8	221.1	198.4	122.6	100.8
<b>Captação Ano 18 (m<sup>3</sup>/h) Esgotamento em 1 dia</b>	1461	879	1222	386	94	15	10	0	93	778	1888	2050
<b>Captação Ano 18 (m<sup>3</sup>/h) Esgotamento em 3 dias</b>	<b>487</b>	<b>293</b>	<b>407</b>	<b>129</b>	<b>31</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>259</b>	<b>629</b>	<b>683</b>

Os resultados encontrados indicam um potencial de captação de até 683 m<sup>3</sup>/h nos meses de dezembro do ano 18. Porém nos meses de junho, julho e agosto não haverá possibilidade de captação devido ao pequeno volume de chuvas e elevado potencial de evaporação. Esse valor refere-se à máxima vazão passível de ser captada, já considerando o cenário final de lavra. Nos cenários inicial e intermediários, as vazões de bombeamento serão inferiores em virtude da redução da área de lavra e, conseqüentemente, da bacia de contribuição.

À título de exemplificação, foi avaliada a vazão de bombeamento considerando um cenário intermediário, o Ano 5 de Operação. Para tanto, as premissas utilizadas para o balanço foram:

- Reservatório de 115 mil m<sup>2</sup> de área de espelho;
- Coeficiente de escoamento C = 0,70;
- Área de drenagem de 4,66 km<sup>2</sup> para o ano 05.
- Vazões de bombeamento dimensionadas de forma a esgotar o volume total da cava em um período máximo de três dias.

**Tabela 3.6.3 – Expectativa de captação no fundo de cava (Ano 05 de Operação).**

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>Precipitação Média (mm)</b>	162.6	99.2	136.6	45.4	13.6	5.3	5.6	5.5	16.3	90.6	209.6	226.6
<b>Pe (mm)</b>	113.8	69.4	95.6	31.8	9.5	3.7	3.9	3.9	11.4	63.4	146.7	158.6
<b>Evaporação (mm)</b>	109.2	115.2	113.7	113.9	120.3	130.0	161.7	197.8	221.1	198.4	122.6	100.8

 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>39/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

<b>Captação Ano 05 (m<sup>3</sup>/h)</b> <b>Esgotamento em 1 dia</b>	709	425	592	185	42	3	0	0	38	373	917	997
<b>Captação Ano 05 (m<sup>3</sup>/h)</b> <b>Esgotamento em 3 dias</b>	236	142	197	62	14	1	0	0	13	124	306	332

Destaca-se que a cava não possuirá capacidade para regularização de vazões em função das constantes alterações da geometria do fundo de cava, por isto, a captação no fundo de cava somente será possível em função exclusivamente da ocorrência de eventos pluviométricos que extrapolem os volumes de infiltração, interceptação e acumulação em depressões.

Em decorrência da imprevisibilidade dos eventos pluviométricos e da impossibilidade de se realizar a regularização de vazões, as vazões provenientes da precipitação direta incidente sobre a área da cava deverão ser consideradas como complementares e não constantes para atendimento da demanda do processo de beneficiamento, sendo, portanto, desconsideradas no balanço hídrico do empreendimento.

### 3.7 CÓRREGO LAMARÃO

De acordo com a SAM, durante a implantação do Projeto Bloco 8, será necessária uma demanda de água nominal de 50 m<sup>3</sup>/h, sendo cerca de 40m<sup>3</sup>/h a ser utilizada em canteiros de obra, (consumo humano de cerca de 6.000 trabalhadores) e 10 m<sup>3</sup>/h para o consumo industrial tais como produção de concreto e aspersão de vias.

Para suprir essa demanda, foi realizado um estudo de alternativas para captações a fio d'água em seções fluviais próximas à área do projeto (vide Tabela 3.7.1).

 Sul Americana de Metais S/A		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>40/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

**Tabela 3.7.1–** Características das seções fluviais estudadas

Nº	Curso de Agua	Bacia Hidrográfica	Município	Coordenadas SAD 69 (Fuso 23K)		Area de Drenagem (km²)	Distância linear até o empreendimento (km)
				E (m)	N (m)		
1	Córrego Lamarão	Jequitinhonha	Grão Mogol	744.776	8.208.939	75,0	6,3
2	Ribeirão Vacaria	Jequitinhonha	Grão Mogol	733.281	8.213.667	49,6	13,8
3	Afluente margem esquerda do rio Ventania	Jequitinhonha	Grão Mogol	735.040	8.190.908	74,2	14,2
4	Afluente margem esquerda do rio Ventania	Jequitinhonha	Grão Mogol	737.047	8.189.837	27,1	14,4
5	Afluente margem esquerda do rio Ventania	Jequitinhonha	Grão Mogol	738.517	8.187.636	140,9	16,0
6	Afluente margem esquerda do rio Ventania	Jequitinhonha	Grão Mogol	739.021	8.187.353	70,9	16,2
7	Córrego Curral de Vara	Jequitinhonha	Grão Mogol	756.513	8.198.608	105,3	14,8
8	Córrego Curral de Vara	Jequitinhonha	Grão Mogol	756.271	8.199.031	48,8	14,6
9	Córrego Curral de Vara	Jequitinhonha	Padre Carvalho	756.935	8.199.251	156,5	15,1
10	Ribeirão Vacaria	Jequitinhonha	Padre Carvalho	753.847	8.206.486	61,3	12,1
11	Ribeirão Vacaria	Jequitinhonha	Padre Carvalho	756.510	8.209.650	73,1	15,6

Para a quantificação da oferta hídrica superficial para as diversas seções fluviais propostas, foram respeitados os limites máximos outorgáveis definidos pelo órgão regulamentador. De acordo com a Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548 de 29 de março de 2012, o limite máximo para captação na modalidade a fio d'água é de de 50% (cinquenta por cento) da vazão de referência  $Q_{7,10}$ , ficando garantidos a jusante de cada derivação fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% (cinquenta por cento) da  $Q_{7,10}$ . Além disso, foram contabilizadas as demandas já existentes, ou seja, os usos já outorgados nas bacias hidrográficas que contribuem para cada eixo definido. Os quantis de vazão disponíveis para captação a fio d'água nas seções fluviais propostas se encontram sintetizados na Tabela 3.7.2.

**Tabela 3.7.2–** Disponibilidade hídrica para captação a fio d'água nas seções propostas

Seção Fluvial	$Q_{7,10}$ (l/s)	50 % $Q_{7,10}$ (m³/h)	Demandas Existentes (m³/h)	Disponibilidade Hídrica (m³/h)	Distância linear até o empreendimento (km)
1	54,0	97,2	7,2	90,0	6,3
2	17,9	32,1	0	32,1	13,8
3	53,4	96,2	0	96,2	14,2
4	19,5	35,1	0	35,1	14,4
5	101,4	182,6	0	182,6	16,0
6	51,0	91,9	0	91,9	16,2





PROJETO  
BLOCO 8

PROJETO CONCEITUAL  
MINA  
ENGENHARIA  
DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO  
BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO  
RELATÓRIO TÉCNICO

MINA\_BLC8007-1010-G-RE-07

Folha  
**41/68**

WBH28-17-SAM-RTE-0007

Revisão  
03

Seção Fluvial	Q <sub>7,10</sub> (l/s)	50 % Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Demandas Existentes (m <sup>3</sup> /h)	Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /h)	Distância linear até o empreendimento (km)
7	142,2	255,9	0	255,9	14,8
8	65,9	118,6	0	118,6	14,6
9	211,3	380,3	0	380,3	15,1
10	55,2	99,3	0	99,3	12,1
11	65,8	118,4	0	118,4	15,6

Os resultados obtidos nos estudos indicaram potencial de exploração para atendimento da demanda de 50 m<sup>3</sup>/h em nove das onze seções propostas, sendo elas as seções 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

Entretanto, para suprir a demanda de água para a fase de implantação do empreendimento, optou-se pela captação a fio d'água no córrego Lamarão (seção 1) por ser a alternativa mais próxima ao empreendimento, cerca de 6,3km, e por apresentar disponibilidade hídrica de 90 m<sup>3</sup>/h, superior à necessária, restando, ainda, um limite outorgável de 40 m<sup>3</sup>/h para usuários a montante do ponto de captação (sem considerar os 7,2 m<sup>3</sup>/h já outorgados) e um fluxo residual a jusante de 97,2m<sup>3</sup>/h.

#### 4.0 BALANÇO HÍDRICO DO EMPREENDIMENTO

O Balanço Hídrico do Projeto Bloco 8 foi desenvolvido a partir dos dados de balanço interno da usina de beneficiamento disponibilizados pela SAM e a partir de inferências feitas a partir da produção de rejeito, entre outras informações.

Durante a fase de operação do empreendimento, o consumo efetivo de água (que corresponde a vazão que não será recirculada) equivale a demanda de água nova e ocorre principalmente na água retida nos vazios dos rejeitos (água presa), na água presente na polpa do mineroduto e nas utilidades e serviços gerais da mina, totalizando uma demanda média de água nova da ordem de 6.401 m<sup>3</sup>/h, conforme apresentado na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1 – Consumo Efetivo de Água no Empreendimento.**

Variáveis	Valor (m <sup>3</sup> /h)
Água na polpa do mineroduto	1.151
Água retida nos rejeitos	2.852

 <b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A	 <b>WALM</b>	<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>42/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

Perdas e utilidades gerais	2.398
<b>Total</b>	<b>6.401</b>

Na Tabela 4.2 podem ser visualizadas as atividades consideradas para compor as “perdas e utilidades”, bem como, a porcentagem recuperada em cada uma.

**Tabela 4.2 – Perdas e Utilidades**

Variáveis	Usos (m³/h)	Valor recuperado (%)	Perdas (%)	Perdas (m³/h)
Reagentes	998	100%	0%	0
Consumo humano	20	0%	100%	20
Barragem do Vale <sup>1</sup>	40	0%	100%	40
Córrego Lamarão <sup>2</sup>	52	0%	100%	52
Água de refrigeração	1.775	97%	3%	53
Água de serviço	1.700	80%	20%	340
Água para aspersão	915	0,0%	100%	915
Consumo intermitente	2098	80%	20%	420
Água de selagem	2.793	80.2%	19.8%	553
<b>Total</b>	<b>10.387</b>	<b>76,9%</b>	<b>23,1%</b>	<b>2.398</b>

<sup>1</sup>Essa variável refere-se à captação de água a ser realizada na Barragem Vacaria para auxiliar na regularização de vazão do reservatório da Barragem do Vale.

<sup>2</sup>Esta previsto um retorno de vazão ao córrego Lamarão de 52 m³/h visando restituir o trecho deste curso de água que poderá sofrer uma redução de sua vazão de base em virtude das operações de lavra.

Para atendimento da demanda de água nova total para o empreendimento foram consideradas as seguintes fontes principais: captação de água na Barragem do Rio Vacaria e/ou Barragem de Irapé, na água presente nos interstícios do minério (ROM), pela captação de água subterrânea e pela água regularizada pelas Barragens de Rejeitos 1 e 2.

**Tabela 4.3 – Fontes para atendimento da demanda de água nova**

Variáveis	Valor (m³/h)
ROM	404
Água subterrânea (operações de lavra)	241
Captação na Barragem Vacaria e/ou Irapé	5.171
Água regularizada pela Barragem 1	500
Água regularizada pela Barragem 2	85
<b>Total</b>	<b>6.401</b>

		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>43/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

Vale mencionar que, para quantificação dos volumes de água para composição do balanço hídrico do empreendimento, foi considerada a capacidade nominal da usina, conforme informado no balanço de água fornecido pela SAM e as seguintes premissas:

 <b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>44/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

- Produção de minério: 27,5Mta;
- Teor de sólidos no mineroduto: 74 %;
- Vazão residual do empreendimento: 75,6 m<sup>3</sup>/h;
- Água subterrânea na cava: 241 m<sup>3</sup>/h;
- Cronograma de implantação das estruturas conforme apresentado na Tabela 4.4.

**Tabela 4.4 – Cronograma de Implantação/Operação das Estruturas.**

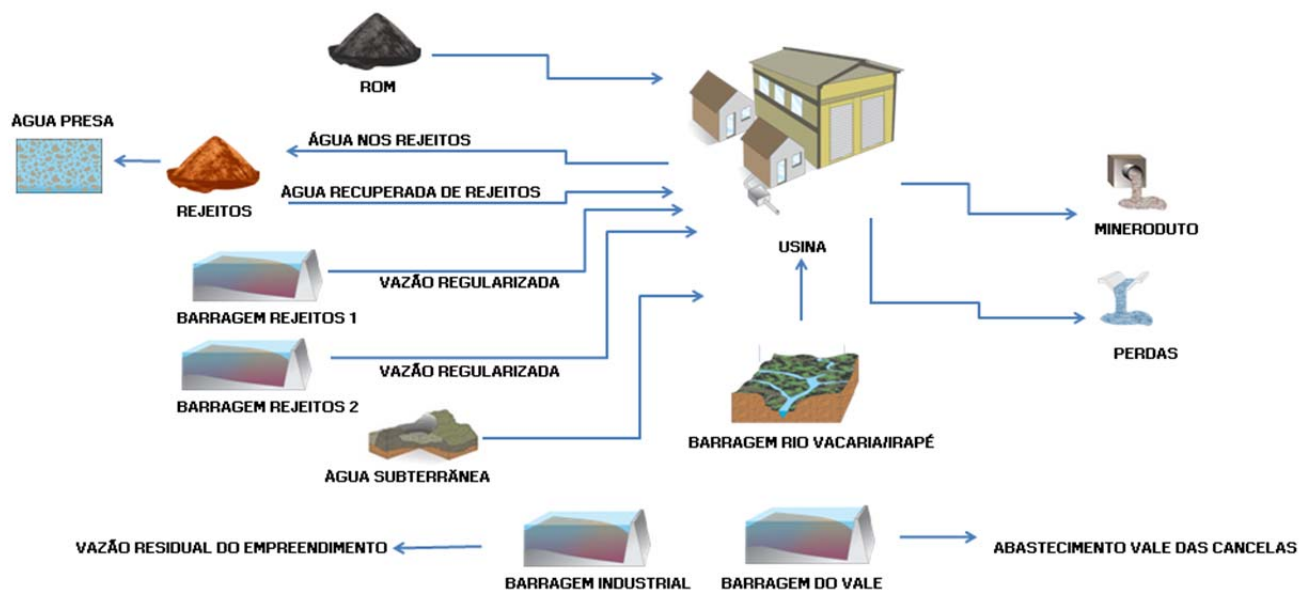
ESTRUTURAS	IMPLANTAÇÃO			OPERAÇÃO			
	ANO-2	ANO-1	Pré-Produção (PP)	ANO 1	ANO 2	ANO 3 ATÉ O ANO 13	ANO 14 ATÉ O ANO 18
BARRAGEM VACARIA	CONSTRUÇÃO	ENCHIMENTO NATURAL	ENCHIMENTO NATURAL	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO
USINA	CONSTRUÇÃO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO
MINERODUTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO
BARRAGEM DO VALE	CONSTRUÇÃO	ENCHIMENTO NATURAL	ENCHIMENTO NATURAL	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO
BARRAGEM INDUSTRIAL	CONSTRUÇÃO	CONSTRUÇÃO	ENCHIMENTO	ENCHIMENTO	ENCHIMENTO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO
BARRAGEM 1	-	-	CONSTRUÇÃO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO
BARRAGEM 2	CONSTRUÇÃO	CONSTRUÇÃO	CONST. ENCHI.	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	-
CAVA	-	-	PRÉ-STRIPPING	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO

Ressalta-se que, apesar da demanda real média da usina considerar a vazão de captação na Barragem de Irapé e/ou Barragem Vacaria de 5.171 m<sup>3</sup>/h, a vazão de outorga para a captação é de 6.200 m<sup>3</sup>/h, em função do fator usual de projeto aplicado de 20%. A justificativa da utilização deste fator está relacionada a possíveis paradas para manutenção das adutoras e eventuais variações no processo decorrente da geologia, entre outros.

Na Figura 4.1 são apresentadas, de forma esquemática, as principais variáveis consideradas na composição do Balaço Hídrico durante a operação do empreendimento: ROM, água subterrânea, captação na Barragem do rio Vacaria e/ou Barragem de Irapé, mineroduto, água regularizada pelas Barragens de Rejeitos 1 e 2 e perdas diversas.

Ainda, conforme pode ser observado no fluxograma hídrico apresentado, a Barragem de Água Industrial e a Barragem do Vale, apesar de não estarem integradas no diagrama de processo, têm fundamental importância ambiental e social para o empreendimento. A Barragem Industrial irá prover a regularização de vazões para a manutenção da vazão residual a jusante do empreendimento, correspondente a 75,6 m<sup>3</sup>/h e a Barragem do Vale disponibilizará água para abastecimento ao Vale das Cancelas, comunidade existente na região de atuação da SAM.

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>45/68</b></p>
<p>ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>



**Figura 4.1** – Manejo hídrico esquemático para o Projeto Bloco 8.

Com base nestas informações, foi possível desenvolver o balanço hídrico do empreendimento considerando os seguintes cenários:

1. Pré-operação/Implantação: considerando a demanda necessária para a fase de implantação do empreendimento, sem considerar a existência da infraestrutura que será criada pelo Projeto (ausência de reservatórios);
2. Operação 1: considerando o reservatório da Usina Hidrelétrica de Irapé como a principal fonte de água para o empreendimento, além da Barragem Industrial, Barragem do Vale, acúmulo de água na cava e água regularizada pelas barragens de rejeitos;
3. Operação 2: considerando o reservatório da Barragem Vacaria como a principal fonte de água para o empreendimento, além da Barragem Industrial, Barragem do Vale, acúmulo de água na cava e água regularizada pelas barragens de rejeitos;

 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>46/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

4. Operação 3: considerando o reservatório da Usina Hidrelétrica de Irapé e da Barragem Vacaria como a fontes de água para o empreendimento, além da Barragem Industrial, Barragem do Vale, acúmulo de água na cava e água regularizada pelas barragens de rejeitos;

5. Fechamento: considerando apenas o reservatório da Barragem do Vale em operação.

Os estudos de balanço hídrico do empreendimento considerando os cenários supracitados, estão apresentados a seguir.

#### 4.1 CENÁRIO 1: PRÉ-OPERAÇÃO

Durante a fase de implantação do Projeto Bloco 8, estimou-se uma demanda de água nova de 50 m<sup>3</sup>/h, necessária para atender o consumo humano de cerca de 6.000 trabalhadores e para fins industriais, tais como produção de concreto e aspersão de vias.

Esta demanda de água será suprida por uma captação a fio d'água provisória na seção fluvial do córrego Lamarão, distante, aproximadamente 6,3 km da planta de beneficiamento do empreendimento.

Vale mencionar que essa captação é inferior à disponibilidade hídrica remanescente de 90 m<sup>3</sup>/h, restando, ainda, um potencial de exploração de 40 m<sup>3</sup>/h para pleitos a montante do ponto de captação (sem considerar os 7,2 m<sup>3</sup>/h já outorgados) e um fluxo residual a jusante de 97,2 m<sup>3</sup>/h, conforme pode ser visualizado no fluxograma simplificado apresentado na Figura 4.1.1.



**Figura 4.1.1** – Balanço hídrico esquemático para o período de pré-operação do Projeto Bloco 8.

 <b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>47/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

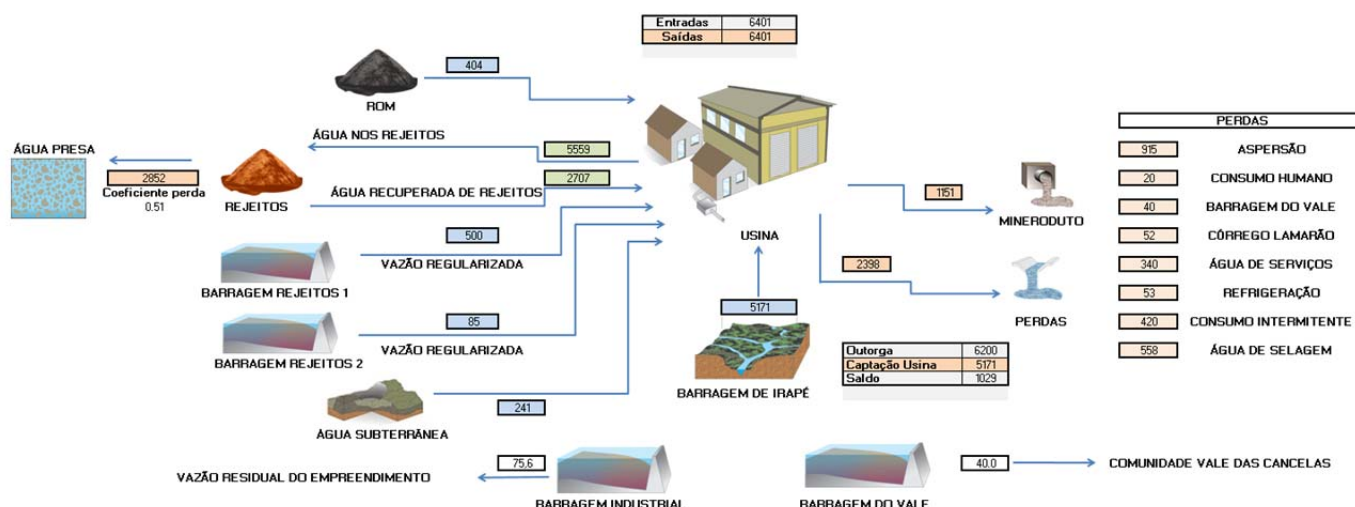
#### 4.2 CENÁRIO 2: FONTE PRINCIPAL DE ÁGUA PELA BARRAGEM DE IRAPÉ

Neste cenário é considerada a Barragem de Irapé como a fonte principal para atendimento da demanda de água nova do empreendimento. Conforme já mencionado, a SAM já possui uma outorga para captação de 51.053.280 m<sup>3</sup>/ano ou 6.200 m<sup>3</sup>/h (considerando 94% de disponibilidade da planta) na represa de Irapé. Esse valor, somado aos outros usuários outorgados na UHE Irapé, corresponde a menos que 10% do limite máximo outorgável nesse reservatório, o que significa que restam ainda mais de 58.000 m<sup>3</sup>/h passíveis de serem outorgados por futuros usuários, indicando um risco muito baixo, praticamente inexistente, de não suprimento de água em virtude de aumento da demanda por outros usuários.

Outro ponto favorável à utilização da Barragem Irapé como fonte principal de água refere-se à sua enorme capacidade de regularização de vazões, garantindo a exploração de grandes vazões mesmo durante períodos de escassez hídrica, acarretando em risco quase nulo de suprimento de água.

Entretanto, um fator negativo que deve-se considerar são os eventuais problemas acarretados com a convivência em usinas hidrelétricas e também a não obediência na manutenção das regras de operação.

A Figura 4.2.1 apresenta o balanço hídrico do empreendimento considerando a Barragem de Irapé como fonte principal de demanda de água nova.

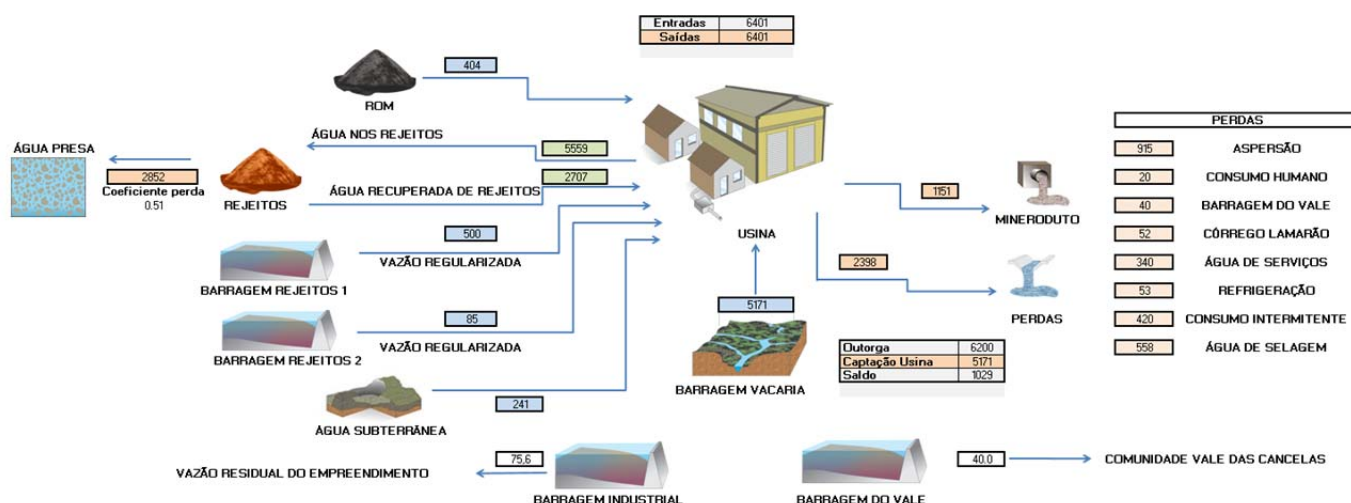


**Figura 4.2.1** – Balanço hídrico esquemático durante a operação do Projeto Bloco 8 considerando a Barragem de Irapé como fonte principal de demanda de água nova.

 Sul Americana de Metais S/A		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>48/68</b>
ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

### 4.3 CENÁRIO 3: FONTE PRINCIPAL DE ÁGUA PELA BARRAGEM VACARIA

A Barragem do Rio Vacaria tem uma grande vantagem competitiva, quando se comparada à captação apenas na Barragem de Irapé. A implantação desse barramento, além de fornecer o suprimento de água necessário ao Projeto Bloco 8, permitirá, também, a disponibilização de cerca de 4.000 m<sup>3</sup>/h de água para o Governo, visando o atendimento às populações locais. A Barragem do Rio Vacaria é um sonho antigo da comunidade local, cujo projeto estava paralisado há várias décadas e que a SAM poderá tornar uma realidade com a viabilização do Projeto Bloco 8.



**Figura 4.3.1** – Balanço hídrico esquemático durante a operação do Projeto Bloco 8 considerando a Barragem Vacaria como fonte principal de demanda de água nova.

De acordo com os resultados obtidos na simulação do balanço hídrico do reservatório da Barragem Vacaria, após o seu período de enchimento (Ano-1), essa estrutura é capaz de regularizar uma vazão de 11.311 m<sup>3</sup>/h com 100% de garantia. Essa vazão é capaz de atender a demanda da SAM de 5.171 m<sup>3</sup>/h e a demanda máxima do Governo de 4.000 m<sup>3</sup>/h, garantindo, ainda, um fluxo residual mínimo a jusante de 2.300m<sup>3</sup>/h durante a fase de operação do Projeto Bloco 8.

Vale mencionar que a vazão a ser garantida a jusante do barramento pela SAM irá variar de 1.600m<sup>3</sup>/h, durante o período de enchimento do reservatório, até 5.140 m<sup>3</sup>/h, a depender do cronograma e das demandas a serem requerida pelo Governo, podendo até chegar a 11.011 m<sup>3</sup>/h no ano de pré-produção (Ano PP). Esses resultados referem-se ao cenário mais crítico, ou seja, no período de maior estiagem observado pela série histórica de vazões do Rio Vacaria utilizada na simulação. Ainda, ressalta-se que mesmo considerando o cenário mais crítico, as vazões garantidas a jusante são, pelo menos, 4 vezes



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</b>	<b>Folha 49/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0007</b>	<b>Revisão 03</b>

superior ao limite mínimo regulamentado por lei igual a 50% da  $Q_{7,10}$ , correspondente a uma vazão de  $401\text{m}^3/\text{h}$ .

Outro fato relevante que deve ser mencionado refere-se as vazões mínimas observadas no rio Vacaria. De acordo com a série de vazões médias da Estação Ponte Vacaria, foram observadas vazões inferiores a  $1.500\text{m}^3/\text{h}$  em 10% do período de registros disponibilizados, chegando a valores mínimos de cerca de  $600\text{m}^3/\text{h}$ . Com a implantação da Barragem Vacaria, as vazões mínimas serão sempre superiores a  $1.600\text{m}^3/\text{h}$ , sendo que 95% do tempo, a vazão mínima a jusante será superior a  $2.140\text{m}^3/\text{h}$ .

Com relação ao cenário médio das simulações, observa-se uma diminuição da vazão média de longo termo do rio Vacaria com a implantação do barramento. Atualmente, a vazão média afluente ao barramento é de  $7,68\text{m}^3/\text{s}$  e passará para uma vazão média de cerca de  $4,65\text{m}^3/\text{s}$  a jusante. Apesar desta redução, a vazão média remanescente ainda é muito significativa, superior a  $16.500\text{m}^3/\text{h}$ , não comprometendo a disponibilidade de água para futuros usuários. Ressalta-se também que ainda que a vazão média do rio Vacaria a jusante da Barragem Vacaria fique inferior à vazão média atual, o barramento irá assegurar vazões mínimas superiores às observadas atualmente, garantindo disponibilidade hídrica para usuários a jusante em períodos de estiagem.

#### **4.4 CENÁRIO 4: FONTES DE ÁGUA UTILIZANDO A BARRAGEM DE IRAPÉ E BARRAGEM VACARIA**

Diante do exposto nos cenários anteriores, é evidente que o suprimento de água a partir de construção de barragem no Rio Vacaria constitui-se em alternativa superior para suprimento do Projeto Bloco 8 por ter maior capacidade, maior benefício social e ser independente de operação hidroelétrica.

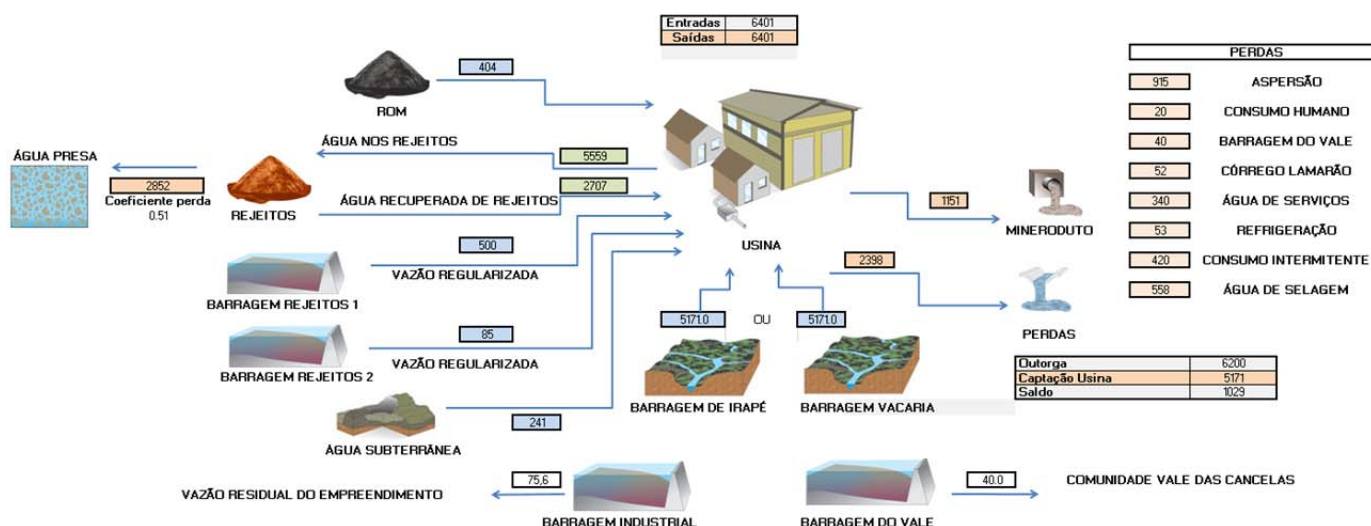
Contudo, neste momento, é completamente justificável a manutenção da outorga no reservatório da hidroelétrica de Irapé e sua construção, pelas seguintes razões:

- Apesar de provável, Vacaria não tem ainda viabilidade ambiental comprovada. Caso surjam imprevistos, o Projeto Bloco 8 se mantém viável a partir de Irapé;
- Apesar de improvável, não é descartada a possibilidade de insuficiência de água no reservatório da Barragem do Vacaria, dependendo do cronograma de construção, em função de seu efetivo licenciamento e outorga, bem solução das diversas questões operacionais, dentre as quais a fundiária

 <b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A	 <b>WALM</b>	<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-07	Folha <b>50/68</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0007	Revisão 03

- A experiência mostra que grandes usinas de tratamento de minério podem apresentar instabilidades imprevisíveis em seu período de posta-em-marcha, que podem resultar em necessidade temporária de suprimento adicional de água até sua completa estabilização

Passada a fase de posta-em-marcha do empreendimento, o Projeto Bloco 8 poderá provavelmente abrir mão da outorga de Irapé.



**Figura 4.4.1** – Balanço hídrico esquemático durante a operação do Projeto Bloco 8 considerando a Barragem Irapé e Vacaria como fontes principais de demanda de água nova.

#### 4.5 CENÁRIO 5: FECHAMENTO

Neste cenário, é considerado o fechamento do Projeto Bloco 8, admitindo a desativação das Barragens de Rejeitos 1 e 2 e a manutenção das Barragem do Vale, da Barragem Industrial e da Barragem Vacaria em operação, de maneira a manter seus respectivos reservatórios para suprir demandas das comunidades existentes na região.

Nesta situação, os barramentos de água irão operar de forma independente. Desta maneira, a Barragem do Vale não receberá mais o aporte da Barragem Vacaria, sendo capaz de regularizar uma vazão de captação igual a 40 m<sup>3</sup>/h, garantindo o atendimento de uma população de cerca de 6.200 habitantes e, mantendo, ainda, a vazão mínima residual legal igual a 50% Q<sub>7,10</sub> de 1,7 m<sup>3</sup>/h. Caso a população da

 <p><b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A</p>		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>51/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

comunidade do Vale das Cancelas atinja número de habitantes superior a capacidade desta estrutura, essa poderá ser suprida pelo reservatório da Barragem Industrial.

A Barragem Industrial é capaz de regularizar uma vazão de 95,0 m<sup>3</sup>/h, garantindo uma captação de 84,4 m<sup>3</sup>/h e, ainda a manutenção do limite legal a jusante de 5,60 m<sup>3</sup>/h (50% Q<sub>7,10</sub>).

A Barragem Vacaria poderá disponibilizar para futuros usuários, além da manutenção de atendimento da demanda já acordada com o Governo de 4.000 m<sup>3</sup>/h, uma vazão de 5.171 m<sup>3</sup>/h, que corresponde a vazão demandada pela SAM durante a vida útil do Projeto Bloco 8.

Desta maneira, com o fechamento do Projeto Bloco 8, não existirá risco de desabastecimento ou falta de disponibilidade hídrica para as comunidades existentes futuros usuários.

#### 4.6 COMENTÁRIOS FINAIS

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que os estudos de balanço hídrico do projeto indicaram uma condição favorável em termos de disponibilidade de água. As principais fontes para atendimento de água nova do empreendimento, seja considerando a Barragem Vacaria, quanto a Barragem de Irapé indicaram um risco muito baixo, praticamente inexistente, de não suprimento de água para o Projeto.

Salienta-se que nos estudos de balanço hídrico do empreendimento, em decorrência da imprevisibilidade dos eventos pluviométricos e da impossibilidade de se realizar a regularização de vazões, não foram consideradas as potenciais contribuições tais como: do aporte da água precipitada sobre a área da cava, das vazões vertidas e percoladas pela Barragem 2 que serão direcionadas para um *sump* e das contribuições de água que serão armazenadas no reservatório do Dique Auxiliar 1, provenientes do desaguamento dos rejeitos a serem dispostos nos taludes de jusante durante o alteamento da Barragem 1 e das vazões percoladas pelo maciço e fundação dessa estrutura. Em etapas futuras, esses usos potenciais de água poderão ser considerados usos complementares para atendimento da demanda do processo de beneficiamento.

 <p><b>SAM</b> Sul Americana de Metais S/A</p>		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>52/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

## 5.0 MONITORAMENTO HIDROMÉTRICO

Este documento apresenta as especificações técnicas para implantação e operação dos dispositivos de monitoramento hidrométrico superficial na área de entorno do Projeto Vale do Rio Pardo.

O monitoramento hidrométrico tem como objetivo avaliar as vazões nos cursos de água do entorno e consolidar as informações referentes ao comportamento hidrológico na área, permitindo que essas informações sejam empregadas em estudos e projetos futuros, além da obtenção de variáveis hidrológicas características que possam auxiliar na avaliação do dimensionamento das diversas estruturas hidráulicas do projeto.

Os dados do monitoramento permitirão definir um “background” da área para eventuais estudos ambientais, além de resguardar a SAM em caso de questionamentos futuros sobre possíveis impactos ocasionados nos cursos de água.

Outra importante aplicação do monitoramento hidrométrico será a verificação da manutenção do fluxo residual mínimo a jusante do empreendimento, proporcionado pelo ponto S1, conforme descrito a seguir. Neste local será instalado um sensor automático de nível que permitirá a leitura em tempo real da vazão, o que auxiliará na gestão hídrica/ambiental do empreendimento na medida que, ao se observar a que a vazão mínima corre risco de não ser atendida, possam ser executadas manobras operacionais que permitam o direcionamento de água proveniente de outras fontes para a manutenção da vazão mínima legal. Estas fontes são: adutora da Barragem do rio Vacaria, sistema de recuperação de água liberada pelos rejeitos ou sistema de desaguamento da cava.

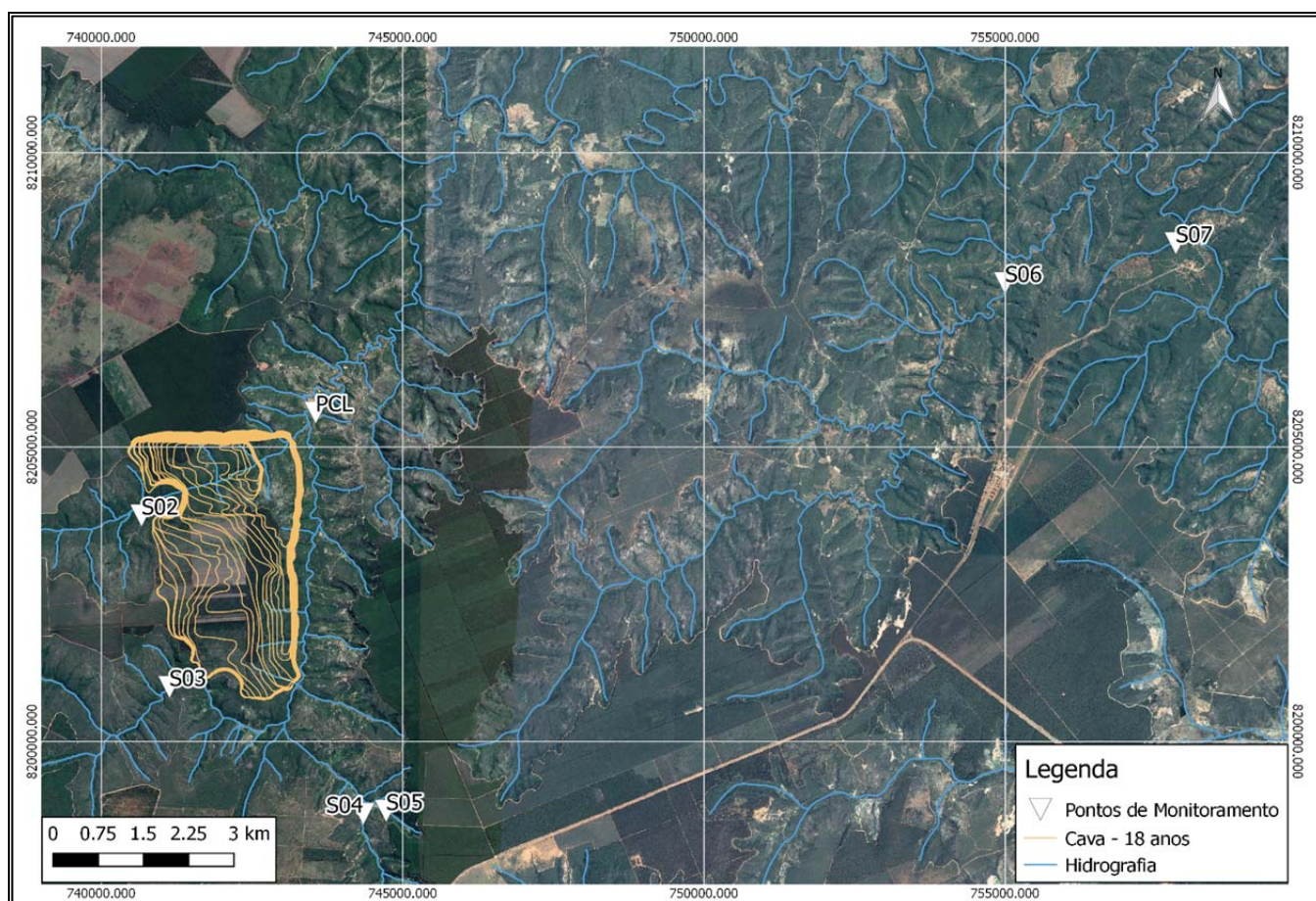
Nos itens a seguir são apresentadas as especificações para seções fluviais para implantação dos equipamentos, além da especificação dos equipamentos, instalação e operação destes.

### 5.1 SEÇÕES FLUVIAIS DE MONITORAMENTO

Foram selecionadas seis seções fluviais (Figura 5.1.1) para implantação do monitoramento hidrométrico. A seleção buscou identificar seções em cursos de água passíveis de sofrerem algum tipo de interferência pelas atividades de lavra, disposição de estéril/rejeito e barragem de água.

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-07</p>	<p>Folha <b>53/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM-RTE-0007</p>	<p>Revisão 03</p>

A especificação do equipamento necessário para a realização do monitoramento hidrométrico foi realizada a partir de informações de campo e análises hidrológicas regionais as quais permitiram verificar a magnitude de vazões correntes em cada seção. Na Tabela 5.1.1 estão apresentadas as características das seções fluviais e a especificação dos dispositivos de monitoramento.



**Figura 5.1.1 – Seções fluviais para monitoramento hidrométrico.**

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-28</b>	<b>Folha 54/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM01-RTE-00028</b>	<b>Revisão 03</b>

**Tabela 5.1.1 – Descrição dos pontos de monitoramento (datum SAD 69).**

Seção	X (m)	Y (m)	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Localização	Curso de Água	Dispositivo de Monitoramento
PCL (Ponto de Controle Lamarão)	743425	8205617	86,5	Jusante da cava	Córrego Lamarão	Estação Fluviométrica com sensor de nível automático interligado com o empreendimento de modo a permitir a leitura em tempo real da vazão em trânsito
S2	740663	8203922	9,53	Jusante da Barragem Mundo Novo	Córrego Mundo Novo	Estação Fluviométrica antes da implantação da Barragem e Vertedouro Cipolletti após a implantação da Barragem
S3	740735	8203874	28,1	Jusante da Barragem	Córrego Lamarão	Estação Fluviométrica antes da implantação da Barragem e Vertedouro Cipolletti após a implantação da Barragem
S4	744360	8198784	4,09	Jusante da Barragem Industrial	Córrego do Vale	Estação Fluviométrica antes da implantação da Barragem e Vertedouro Cipolletti após a implantação da Barragem
S5	744696	8198856	1,20	Jusante da Barragem do Vale	Afluente do Córrego Do Vale	Estação Fluviométrica antes da implantação da Barragem e Vertedouro Cipolletti após a implantação da Barragem
S6	755045	8207811	66,4	Jusante da Barragem Leste	Córrego Água Branca	Estação Fluviométrica antes da implantação da Barragem e Vertedouro Cipolletti após a implantação da Barragem
S7	757854	8208556	2.236	Jusante da Barragem do Rio Vacaria	Rio Vacaria	Estação Fluviométrica

		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA	MINA_BLC8007-1010-G-RE- 28	Folha <b>55/68</b>
ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	WBH28-17-SAM01-RTE-00028	Revisão 03

## 5.2 ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

### 5.2.1 VERTEDOURO DE MEDIÇÕES DE VAZÃO


O vertedouro é uma estrutura destinada à medição de vazões, composto de um maciço de concreto armado, uma calha em chapa de aço, por onde ocorre a passagem do fluxo de água, e uma régua limnimétrica para medição da sobrelevação do nível de água acima da soleira da calha vertente, ilustrado na Figura 5.2.1.1.

O cálculo das vazões é feito indiretamente, a partir de fórmulas matemáticas que variam em função da geometria do vertedouro, tendo como dados de entrada as leituras de sobrelevação de nível de água.

Recomenda-se que essas estruturas sejam instaladas, de preferência, em locais onde a calha do leito natural é mais estreita e encaixada.



Figura 5.2.1.1 – Vertedouro de medição de vazão.

		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA	MINA_BLC8007-1010-G-RE- 28	Folha <b>56/68</b>
ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	WBH28-17-SAM01-RTE-00028	Revisão 03

### 5.2.2 ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS


O monitoramento das vazões dos cursos de água de grande porte será realizado por meio de estações fluviométricas (Figura 5.2.2.1), constituídas por um conjunto de réguas limnimétricas a serem instaladas em uma das margens da seção fluvial e em regiões com controle hidráulico estável, que permita manter idênticas as condições de escoamento ao longo do tempo.

O cálculo das vazões é realizado indiretamente a partir da curva-chave da seção fluvial da estação fluviométrica, obtida pela relação entre as medições indiretas de vazão, com o uso de molinetes hidrométricos e a elevação dos níveis de água correspondentes.



Figura 5.2.2.1 – Exemplo de estação fluviométrica.



		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA	MINA_BLC8007-1010-G-RE- 28	Folha <b>57/68</b>
ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	WBH28-17-SAM01-RTE-00028	Revisão 03

### 5.2.3 SENSOR DE NÍVEL


O monitoramento contínuo de níveis d'água será realizado por intermédio da instalação de uma estação fluviométrica equipada com sensores de pressão de água. A Figura 5.2.3.1 ilustra esse tipo de equipamento. A estação poderá ser equipada com um painel solar para alimentação elétrica. A alimentação da estação fluviométrica poderá ser feita por meio de baterias.



**Figura 5.2.3.1** – Exemplo de sensor de nível.

Os sensores de nível recomendados para este tipo de aplicação são os do tipo capacitivo cujo princípio de funcionamento é descrito a seguir:

- Um campo elétrico gerado pelo equipamento é influenciado pelo meio a ser detectado (fluido dielétrico: água, por exemplo). Esta mudança de campo fornece um sinal de medição que será avaliado eletronicamente.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-28</b>	<b>Folha 58/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM01-RTE-00028</b>	<b>Revisão 03</b>

### 5.3 INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE MONITORAMENTO

#### 5.3.1 VERTEDOURO DE MEDIÇÕES DE VAZÃO

A escolha da geometria de chapa do vertedouro foi determinada em função da faixa de vazão do curso de água e suas características físicas, tais como largura da seção e condições do solo, bem como experiência da equipe técnica responsável. Poderão ser selecionadas as geometrias tipo triangular (90°) e trapezoidal (Cipolleti), as quais deverão ter espessura mínima de 1/4" e deverá ser engastada cerca de 10 cm no maciço de concreto.

O maciço da estrutura deverá ser constituído de concreto armado, devidamente engastado nas ombreiras, de forma a se evitar o tombamento durante a passagem de cheias que possam vir a galgá-lo. As ombreiras deverão ser devidamente protegidas com enrocamento, de maneira a se evitar erosões durante a ocorrência desses eventos.

Cuidado especial deve ser tomado na fundação do maciço de forma a se evitar a percolação de água, que poderá ocasionar o solapamento da base e, conseqüentemente, o tombamento ou ruína da estrutura.

Nas Figuras a seguir são apresentados desenhos esquemáticos da seção transversal e longitudinal dos vertedouros triangular (90°) e trapezoidal (Cipolleti), com destaque para elementos necessários para tal implantação.

Na instalação dos vertedouros, há a necessidade de formação de um pequeno lago a montante dos mesmos para que a massa d'água que chega ao local perca energia antes do vertimento.

A leitura da sobrelevação do nível de água, acima da soleira vertente, deverá ser realizada a partir de uma régua linimétrica instalada no reservatório a ser formado pela estrutura. Durante a implantação da régua, o "zero" da régua deverá estar nivelado com a soleira da chapa de aço, utilizando-se para esta finalidade, apoio topográfico.

A régua limnimétrica deverá ser instalada a uma distância mínima de 4 (quatro) vezes a altura do vão da soleira vertente,  $H_{máx}$ , e estar localizada em local próximo às margens, de forma a facilitar



		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-28	Folha 60/68
	WBH28-17-SAM01-RTE-00028	Revisão 03

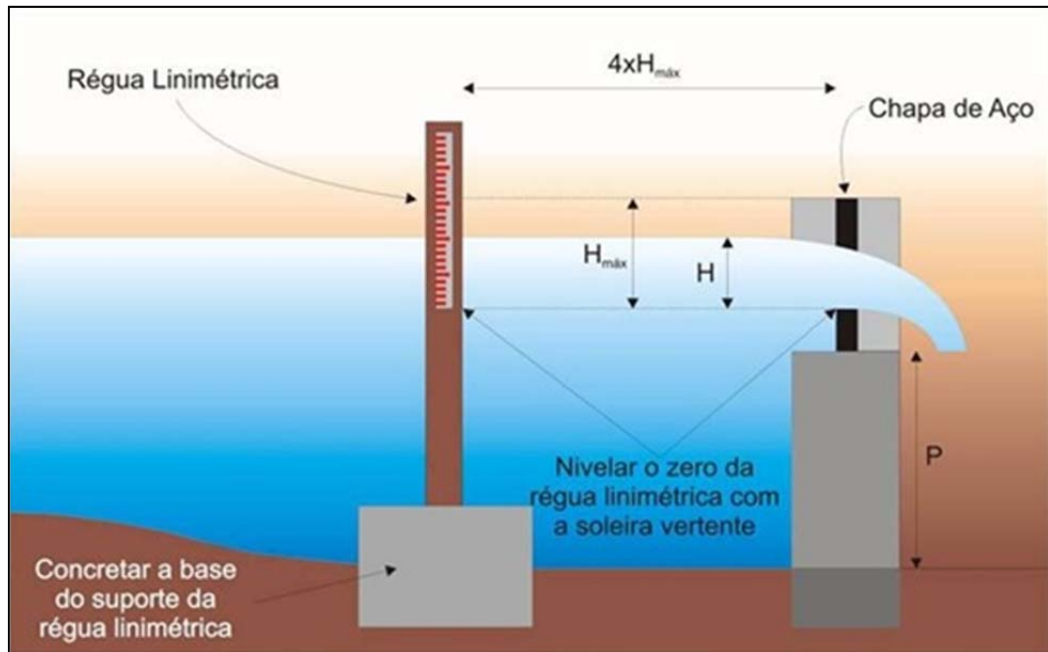


Figura 5.3.1.2 – Desenho esquemático do vertedouro triangular (90°) – Corte A-A'.

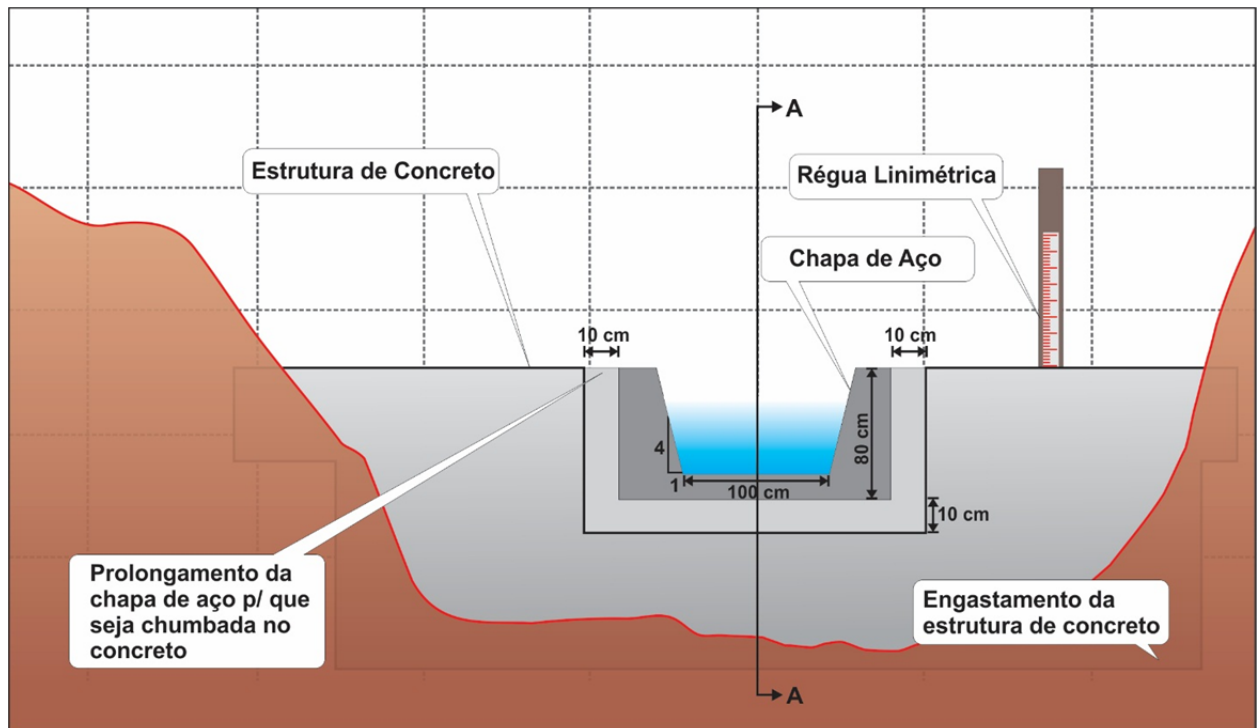
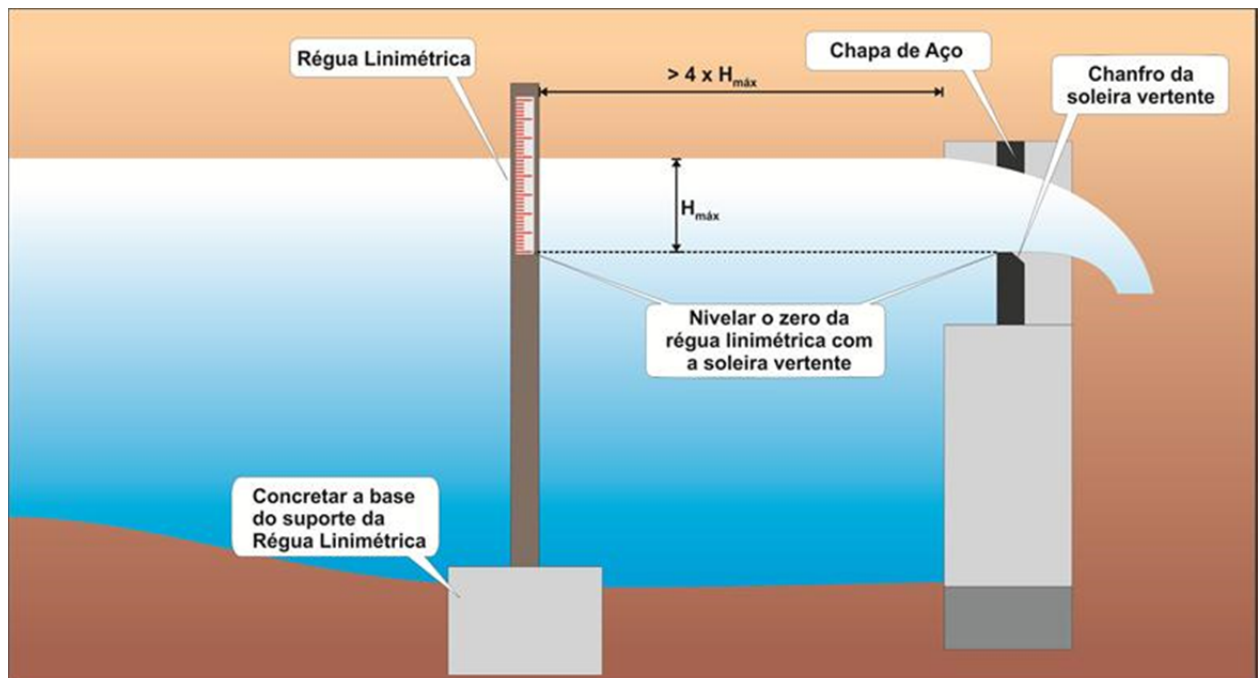


Figura 5.3.1.3 – Desenho esquemático do vertedouro trapezoidal trapezoidal (Cipolletti)– Seção Transversal.

		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA	MINA_BLC8007-1010-G-RE-28	Folha <b>61/68</b>
ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	WBH28-17-SAM01-RTE-00028	Revisão 03



**Figura 5.3.1.4** –Desenho esquemático do vertedouro trapezoidal (Cipolletti)– Corte A-A’.

### 5.3.2 ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

As estações fluviométricas serão instaladas em uma das margens da seção fluvial, preferencialmente na de mais fácil acesso.

As réguas linimétricas cobrirão a máxima variação de nível prevista para o curso de água, que compreende a altura entre o nível de água mínimo, observado durante o período de estiagem, e o nível de água máximo, referente à cheia máxima observada na região ou à uma marca de cheia. Serão utilizadas, aproximadamente, 5 (cinco) lances de régua em cada estação fluviométrica, além de 1 (uma) adicional para eventuais reposições decorrentes de atos de vandalismo ou à réguas arrancadas por objetos ou troncos de árvores carregados durante os períodos de cheias.

As réguas serão instaladas no auge do período de estiagem (meses de agosto ou setembro), quando deverá ocorrer a maior depleção do nível de água.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE- 28</b>	<b>Folha 62/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM01-RTE-00028</b>	<b>Revisão 03</b>

As réguas linimétricas serão de alumínio anodizado, com chapa nas dimensões de 2 mm x 60 mm x 1.000 mm (espessura x largura x comprimento) divididas em centímetros e numeradas a cada 2 cm, para uso geral em hidrometria, com gravação em cor vermelha (processo fotomecânico com camada anódica de 20 microns) e proteção contra corrosão química.

As réguas serão fixadas em suportes (estaca) de madeira de lei. As dimensões da estaca são 100 mm x 80 mm x 2.000 mm (espessura x largura x comprimento), sendo 1.200 mm do comprimento disponibilizado para a numeração da régua e 800 mm para a fixação da mesma. Recomenda-se também a concretagem da base.

Os lances de régua serão numerados sequencialmente, a partir do número 1, estando o primeiro localizado em cota que permita a medição do nível de água mínimo da seção fluvial de interesse.

O nivelamento das réguas durante a implantação será assistido por topografia, que também determinará as coordenadas UTM de cada lance e a cota altimétrica do “zero” da régua.

Próximo às seções de réguas serão implantados 2 níveis de referência (RN) padronizados e sinalizados com placas de identificação devidamente numeradas e com altitude determinada a partir de um marco de nivelamento, com DATUM conhecido e cota referida ao zero da régua.

Os níveis de referência (RN) serão fixados em base de concreto ou, se possível, chumbados em estruturas, naturais ou artificiais, de caráter permanente (rochas, pontes, edificações etc.). A posição relativa dos RN em relação às réguas será indicada por croqui semelhante ao da Figura 5.3.2.1.

Com relação aos equipamentos a serem instalados fora da área de propriedade da SAM, recomenda-se que estes sejam protegidos por cercas e/ou edificações, evitando assim que venham a ser danificados por atos de vandalismo e/ou animais.

		<p>PROJETO BLOCO 8</p>
<p>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</p>	<p>MINA_BLC8007-1010-G-RE-28</p>	<p>Folha <b>63/68</b></p>
	<p>WBH28-17-SAM01-RTE-00028</p>	<p>Revisão 03</p>

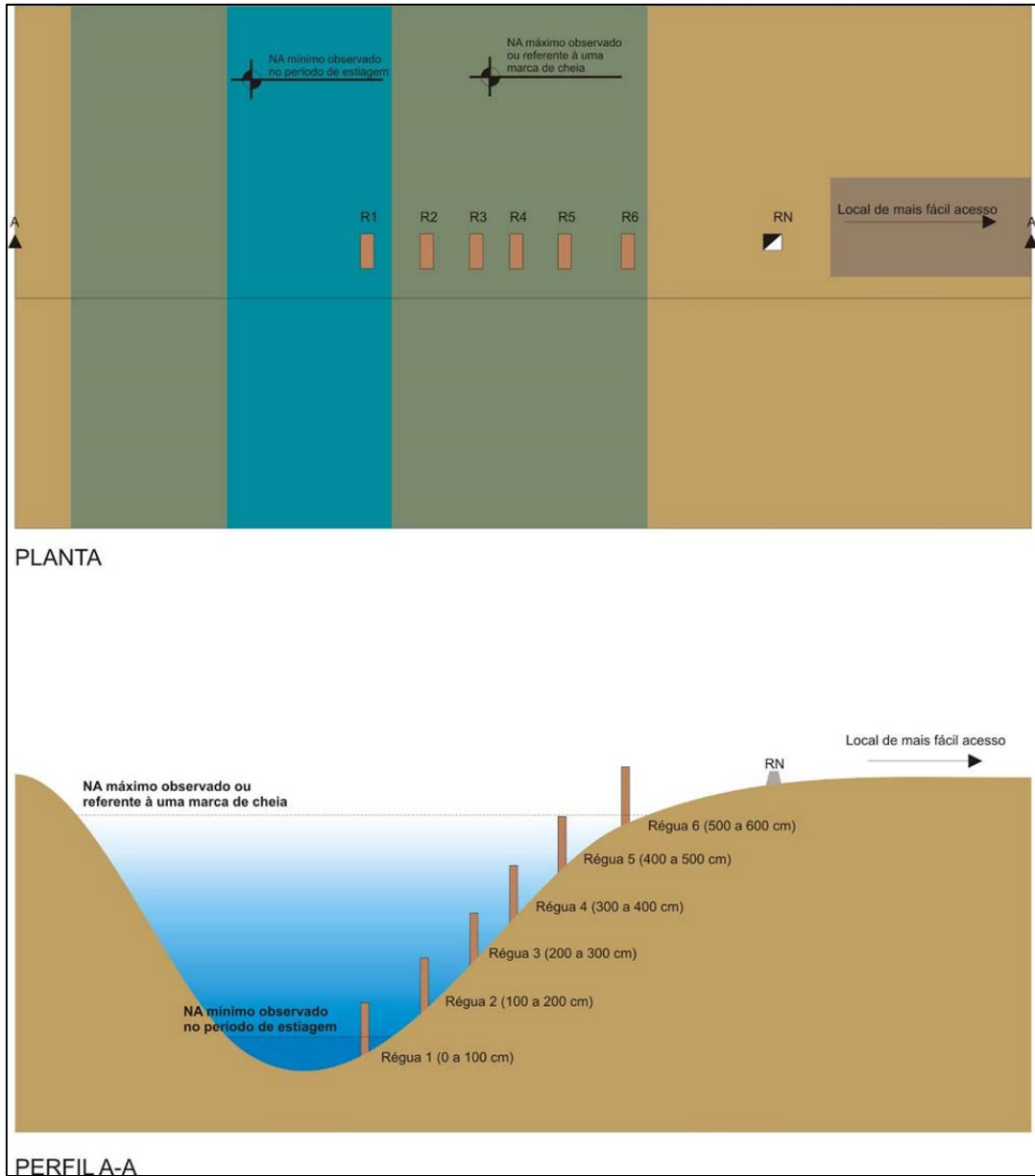


Figura 5.3.2.1 –Desenho esquemático de instalação estaçõesfluviométricas.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL</b> <b>MINA</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-28</b>	<b>Folha 64/68</b>
<b>ENGENHARIA</b> <b>DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO</b> <b>BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>WBH28-17-SAM01-RTE-00028</b>	<b>Revisão 03</b>

### 5.3.3 SENSOR DE NÍVEL

Para a realização da leitura de nível, o sensor deverá ser instalado sobre a calha do curso d'água, para o qual deverá ser construída uma estrutura de suporte às margens do curso d'água conforme apresentado na Figura 5.3.3.1.



Figura 5.3.3.1 –Exemplo de instalação de sensor de nível.

## 5.4 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

### 5.4.1 VERTEDOUROS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO

A leitura de nível de água deve ser realizada semanalmente, anotando-se as cotas em planilha, devidamente identificada com o mês e ano.

Para o vertedouro triangular (90°) a vazão em trânsito deverá ser obtida por meio da Equação 5.1:



		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE- 28	Folha <b>65/68</b>
	WBH28-17-SAM01-RTE-00028	Revisão 03

$$Q = 1,42 \cdot H^{2,5}$$

Equação 5.1

Na qual,

Q – vazão de descarga (m<sup>3</sup>/s);

H – Altura do nível de água (m).

Para o vertedouro trapezoidal (Cipolletti) a vazão em trânsito deverá ser obtida por meio da Equação 5.2:

$$Q = 1,86 \cdot L \cdot H^{1,5}$$

Equação 5.2

Na qual,

Q – vazão de descarga (m<sup>3</sup>/s);

L – Largura da soleira (m);

H – Altura do nível de água (m).

Quando não houver vertimento pela calha vertente, deixar em branco o espaço da planilha correspondente ao dia e anotar em um campo de observações “SEM VERTIMENTO”. Quando o vertedouro for galgado, não realizar a leitura da régua, deixando em branco o espaço da planilha correspondente ao dia e anotar em um campo de observações “VERTEDOIRO GALGADO”.

Caso haja necessidade de substituir ou reparar a régua, essa atividade deverá ser executada com auxílio de topografia de forma a se manter o nivelamento original.

Realizar periodicamente (pelo menos após cada período chuvoso) o nivelamento e contra nivelamento da régua e providenciar as devidas correções, caso sejam encontradas diferenças iguais ou superiores a 5mm. Após a correção, deverá ser feita a verificação do nivelamento e providenciado o relatório dos serviços executados.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-28</b>	<b>Folha 66/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM01-RTE-00028</b>	<b>Revisão 03</b>

Zelar pela manutenção do vertedouro de forma a manter a respectiva calha vertente sempre desobstruída. Caso ocorra o assoreamento do reservatório, deve-se fazer a remoção do sedimento.

Caso algum vertedouro seja danificado ou se torne inoperante, este deverá ser imediatamente recuperado ou substituído.

Deve-se preparar a ficha descritiva, contendo o nome ou número do vertedouro, nome do curso de água, coordenadas, área de drenagem, descrição da localização, croqui de acesso e indicação por meio de um croqui do local de instalação do vertedouro e RN.

#### **5.4.2 ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS**


As leituras de níveis de água nas estações fluviométricas serão realizadas semanalmente, com leituras as 7 e 17 horas, anotando-se as cotas em planilha, devidamente identificada com o mês e o ano, a exceção do ponto de monitoramento S1 o qual será equipado com sensor de nível.

Caso haja necessidade de substituir ou reparar algum lance de régua, essa atividade deverá ser executada com auxílio de topografia de forma a manter o nivelamento original.

Recomenda-se a realização periódica (pelo menos após cada período chuvoso) do nivelamento e do contra nivelamento das régua e, em se encontrando alguma diferença igual ou superior a 5 mm, providenciar as devidas correções. Após a correção, deverá ser feita a verificação do nivelamento e providenciado o relatório dos serviços executados.

Para todas as seções de régua serão elaboradas fichas descritivas, contendo o nome do curso de água, coordenadas, área de drenagem, descrição da localização, acesso, croqui de acesso, número de lances de régua, e indicação por meio de um croqui dos locais de instalação das régua e da RN.

As medições de vazão serão realizadas mensalmente, próximas às régua linimétricas, podendo ser realizada a vau ou com auxílio de barco c/ motor de polpa. As medições serão realizadas indiretamente, com o uso de molinetes fluviométricos, sendo as informações anotadas em

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-28</b>	<b>Folha 67/68</b>
	<b>WBH28-17-SAM01-RTE-00028</b>	<b>Revisão 03</b>

planilhas apropriadas, devidamente identificadas com a data e a leitura da régua antes e após a medição.

#### **5.4.3 SENSOR DE NÍVEL**

Este equipamento deverá ser instalado em conjunto com um sistema de rádio transmissão que permita a comunicação com a central de monitoramento dos recursos hídricos do empreendimento. Esta central será responsável por converter a informação de nível para vazão, a partir da curva-chave da seção onde a estação fluviométrica está instalada. Além disto, a central deverá realizar a interpretação dos dados monitorados de modo que, caso seja identificado o risco de não atendimento à vazão mínima na seção S1, sejam realizadas manobras operativas do empreendimento para o direcionamento de outras fontes de água para a seção a jusante do empreendimento.

As outras fontes disponíveis para o auxílio da manutenção do fluxo residual, caso necessário, são: adutora de captação de água na Barragem do rio Vacaria, sistema de recuperação de água liberada pelos rejeitos e sistemas de desaguamento da água do fundo de cava.

Para manutenção, deverá ser realizada vistoria semanal no equipamento, principalmente após eventos pluviométricos significativos (>20 mm/h), quando será realizada a limpeza da região onde o equipamento estiver posicionado.

Para verificação da calibração do equipamento, as régua recomendadas para a estação fluviométricas deverão ser instaladas de modo que possam ser comparados os valores de leitura de nível semanalmente.

## **6.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS**

Este documento apresentou o estudo de Plano de Manejo Integrado dos Recursos Hídricos do Projeto Bloco 8, pertencente à empresa Sul Americana de Metais S.A. (SAM), no qual foram desenvolvidos estudos de balanço hídrico do empreendimento, incluindo fontes de água nova além da especificação de monitoramento hidrométrico para o empreendimento.

		PROJETO BLOCO 8
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE- 28	Folha <b>68/68</b>
	WBH28-17-SAM01-RTE-00028	Revisão 03

Em relação à água nova, são descritas as características das principais fontes de água passíveis para atendimento do empreendimento (Barragem do rio Vacaria e Barragem de Irapé), e da Barragem Industrial, a qual será responsável pela manutenção do fluxo residual do empreendimento.

Adicionalmente também foram apresentados os estudos para a Barragem do Vale, que será responsável pelo fornecimento de água ao Vale das Cancelas, comunidade existente na região de atuação da SAM.

O Balanço Hídrico do empreendimento indicou uma condição favorável em termos de disponibilidade de água: as principais fontes de água são capazes de atender a demanda de água do Projeto Bloco 8, com um risco quase nulo de não suprimento. Isto sem considerar usos potenciais como o aporte da água precipitada sobre a área da cava, das vazões vertidas e percoladas pela Barragem 2 que serão direcionadas para um *sump* e das contribuições de água que serão armazenadas no reservatório do Dique Auxiliar 1.

Para controle da vazão a jusante do empreendimento está sendo prevista a instalação de um sistema de monitoramento contínuo na seção fluviométrica posicionada imediatamente a jusante da cava, na seção denominada Ponto de Controle Lamarão - PCL. Este sistema deverá ser interligado com uma central de controle que deverá ter capacidade para operacionalizar o desvio de água proveniente de outras fontes (adutora Vacaria, sistemas de recuperação de água liberada pelo rejeito ou sistema de desaguamento de fundo de cava) para esta seção de controle em casos em que houver risco de não atendimento à vazão mínima (75,6 m<sup>3</sup>/h: correspondente a 50% da Q<sub>7,10</sub>, conforme metodologia HIDROSSISTEMAS/COPASA, 1993).

Além disto, estão sendo previstas outros 5 pontos de monitoramento hidrométrico que permitirão o acompanhamento do impacto do empreendimento no regime hidrológico da região.