

# Requerimento de Retificação de outorga de direito de uso das águas

Nº Processo: 03892/2006

Serra do Salitre/MG, 18 de agosto de 2015.

Ilmo (a). Superintendente de Regularização Ambiental-SUPRAM/SEMAD

Site: [www.igam.mg.gov.br](http://www.igam.mg.gov.br)

Site: [www.semad.mg.gov.br](http://www.semad.mg.gov.br)

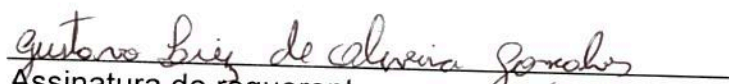
OFÍCIO DE RETIFICAÇÃO L  
OUTORGA  
Processo: 23750/2015  
Documento: 00796046/20  
  
Pág.: 002

Senhor (a) Superintendente,

**Galvani Indústria, Comércio e Serviços S.A.** CNPJ Nº **00.546.997/0013-13**, vem pelo presente requerer retificação da outorga **Portaria nº 01151/2009 de 12/05/2009**, para a execução de **barramento em curso de água, com captação, regularização de vazão em área máxima inundada maior que 5,00 ha**, no ponto de coordenadas geográficas **19°02'48"S 46°43'26"W** na(o) **Fazenda Salitre** município de **Serra do Salitre-MG**.

Declara, ainda, conhecer a legislação federal e estadual vigente sobre recursos hídricos e meio ambiente, cujo descumprimento ensejará, além da perda do direito de uso eventualmente deferido, a aplicação das penalidades previstas na mesma legislação, em especial a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, e sua regulamentação constante no Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001, bem como acarretará a aplicação das sanções previstas no Decreto nº 44.844, de 25 de junho de 2008 e suas alterações posteriores e na Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998).

Nestes termos, pede deferimento.

  
Assinatura do requerente ou representante legal

Logradouro: Rua Cândido Alvares, nº 410  
Complemento: \_\_\_\_\_ Bairro: Centro  
Cep: 38.760-000 Caixa Postal: \_\_\_\_\_  
Cidade: Serra do Salitre UF: MG

Telefone: (34) 3833-1294  
TeleFax: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
E-mail : [alcandido@galvani.ind.br](mailto:alcandido@galvani.ind.br)

# **Justificativa para a Retificação da Portaria de Outorga nº: 01151/2009**

## **BARRAGEM DO SABÃO I**

*Requerente:* GALVANI Indústria, Comércio e Serviços S.A.

*Município:* Serra do Salitre - MG

*Bacia Federal:* Bacia do Rio Paraná

*Bacia Estadual:* Bacia do Rio Paranaíba

*Sub-bacia:* Rio Espírito Santo

*Cursos d'água:* Córrego do Sabão

Coordenadas de Referência: 19° 02' 48" S

46° 43' 26" W

Agosto de 2015

## Índice

	Página Nº
<b>1 RESPONSÁVEL TÉCNICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Caracterização Sucinta do Barramento Alteado .....	5
2.2. Localização e Vias de Acesso .....	7
2.3. Localização Hidrogeográfica do Empreendimento.....	8
<b>2.3.1. Hidrografia Local .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.2. Geomorfologia da Bacia de Contribuição.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.3. Balanço Hídrico da Bacia de Acumulação da Barragem.....</b>	<b>15</b>
<b>3 CARACTERÍSTICAS DO CÓRREGO SABÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....</b>	<b>17</b>
4.1 Determinação da área de Contribuição .....	19
4.2 Determinação da Vazão Mínima Residual.....	20
4.3 Dimensionamento do Reservatório de Rejeito.....	20
<b>5 DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA UTILIZAÇÃO.....</b>	<b>22</b>
5.1 Usos Outorgados na Bacia.....	23
5.2 Disponibilidade Hídrica.....	23
<b>6 JUSTIFICATIVA DA RETIFICAÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>25</b>
<b>8 ANEXOS.....</b>	<b>26</b>

## 1 RESPONSÁVEL TÉCNICO

Leonardo Pittella – CREA/MG 72.114/D

Virtual Engenharia Ambiental

Av. do Contorno, nº 5.351 – conjunto 107 - Bairro Cruzeiro

30.110-923 – Belo Horizonte-/ MG

A responsabilidade técnica deste profissional limita-se à confecção deste documento de Retificação do Relatório Técnico de Outorga, o qual foi produzido a partir da compilação de informações técnicas extraídas de estudos e projetos específicos contratados pela Galvani com empresas especializadas, dentre as quais se destacam a CLAM ENGENHARIA HIDROCNESA LTDA. (estudos hidrogeológicos) e a DF CONSULTORIA (projeto de alteamento do barramento).

*Leonardo Pittella*

**Leonardo Pittella**

ENGENHEIRO DE MINAS – CREA/MG 72.114/D



## 2 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento da Galvani Indústria, Comércio e Serviços S.A. objeto deste Relatório Técnico de Retificação de Outorga consiste em um Barramento em curso de água, com captação, regularização de vazão, em área máxima inundada maior que 5,00 ha, proposto para implantação no Córrego do Sabão, dentro do contexto do empreendimento de mineração da empresa, no município de Serra do Salitre – MG.

O projeto inicial da Galvani previa que um único barramento (Barragem do Sabão I) destinado à disposição de rejeito. Devido à necessidade de água limpa para o processo mineral, o projeto foi revisto com uma pequena redução no volume do reservatório destinado à disposição de rejeitos, gerada pela implantação, dentro da própria área do reservatório, de dois pequenos barramentos que seccionaram duas das extremidades de sua área original permitindo a reserva de água nova sem contato com o rejeito acumulado. Assim, em agosto de 2012 foi solicitada a 1ª Retificação deste processo de outorga contemplando este sistema de barragens, sendo também formalizado um novo processo de outorga para a captação de água limpa nos dois novos barramentos.

Buscando aperfeiçoar técnica e economicamente seu empreendimento, a Galvani realizou estudos e testes no minério, objetivando beneficiar uma massa maior da jazida. Os estudos foram satisfatórios e a empresa optou por realizar alterações nas características originais do seu projeto. O beneficiamento de uma massa maior de material resultou no aumento na geração de rejeito. Duas alternativas foram apresentadas para a solução desta questão, sendo: a implantação de um novo barramento para receber o incremento de rejeito a ser gerado ou, o alteamento da Barragem Sabão I.

Por questões econômica, operacional e ambiental a Galvani optou pelo alteamento da barragem de rejeito. Como a Barragem Sabão I faz parte de um sistema integrado, as barragens de água limpa Sabão II e Jacú também necessitarão ser alteadas.

Em síntese o empreendimento da Galvani prevê a implantação de um Complexo Mínero Industrial composto por: uma mina, pilhas de estéril, uma barragem de rejeito, duas barragens de água limpa, uma unidade de tratamento de minério, uma planta industrial, duas pilhas de fosfogesso e estruturas de apoio técnico-administrativas.

Por consequência da atualização do projeto, a outorga para captação, recirculação de água e disposição de rejeitos em barramento na Barragem do Sabão I deverá ser retificada, uma vez que, para atender a nova concepção do projeto a empresa prevê o alteamento desta barragem.

Os barramentos complementares, Barragem do Sabão II e Barragem do Jacú também deverão ser alteados. Para tanto, serão apresentados relatórios técnicos para a retificação de suas outorgas.

## **2.1. Caracterização Sucinta do Barramento Alteado**

A Galvani prevê a geração de aproximadamente 226 Mt ( $180,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) de rejeitos durante 22 anos de operação (2017 a 2038).

A tabela abaixo apresenta a geração de rejeitos, considerando a produção da Planta de Beneficiamento em 1.200.000 ton/ano de concentrado fosfático.



**Tabela 01** – Plano de geração de rejeitos considerando a produção de 1.200.000 t/ano de concentrado fosfático.

ANO	PRODUÇÃO DE CONCENTRADO (Mt)		LAVRA DE MINÉRIO (Mt)		GERAÇÃO DE REJEITO (Mt) - base seca		REJEITO NA BARRAGEM ( $\times 10^6$ m <sup>3</sup> )	
	ANO	ACUMULADO	ANO	ACUMULADO	ANO	ACUMULADO	ANO	ACUMULADO
2017	0,70	0,70	5,60	5,60	4,90	4,90	3,92	3,92
2018	1,00	1,70	8,20	13,80	7,20	12,10	5,76	9,68
2019	1,00	2,70	9,00	22,80	8,00	20,10	6,40	16,08
2020	1,10	3,80	10,20	33,00	9,10	29,20	7,28	23,36
2021	1,20	5,00	11,00	44,00	9,80	39,00	7,84	31,20
2022	1,20	6,20	12,00	56,00	10,80	49,80	8,64	39,84
2023	1,20	7,40	12,00	68,00	10,80	60,60	8,64	48,48
2024	1,20	8,60	12,00	80,00	10,80	71,40	8,64	57,12
2025	1,20	9,80	12,00	92,00	10,80	82,20	8,64	65,76
2026	1,20	11,00	12,00	104,00	10,80	93,00	8,64	74,40
2027	1,20	12,20	12,25	116,25	11,05	104,05	8,84	83,24
2028	1,20	13,40	12,25	128,50	11,05	115,10	8,84	92,08
2029	1,20	14,60	12,25	140,75	11,05	126,15	8,84	100,92
2030	1,20	15,80	12,25	153,00	11,05	137,20	8,84	109,76
2031	1,20	17,00	12,25	165,25	11,05	148,25	8,84	118,60
2032	1,20	18,20	12,25	177,50	11,05	159,30	8,84	127,44
2033	1,20	19,40	12,25	189,75	11,05	170,35	8,84	136,28
2034	1,20	20,60	12,25	202,00	11,05	181,40	8,84	145,12
2035	1,20	21,80	12,25	214,25	11,05	192,45	8,84	153,96
2036	1,20	23,00	12,25	226,50	11,05	203,50	8,84	162,80
2037	1,20	24,20	12,25	238,75	11,05	214,55	8,84	171,64
2038	1,20	25,40	12,25	251,00	11,05	225,60	8,84	180,48

A Barragem do Sabão I será responsável pela acumulação dos rejeitos ( $180,0 \times 10^6$  m<sup>3</sup>), pela água de recirculação (5371 m<sup>3</sup>/h) e água nova (830 m<sup>3</sup>/h) para a planta de

beneficiamento. Abaixo é apresentado um resumo com as principais características destas estruturas para esta fase do projeto.

**Tabela 02 – Principais características da Barragem Sabão I (rejeito)**

ITEM	Unidade	Valor
Elevação do coroamento	(m)	980,0
Altura da barragem	(m)	82,0
Elevação da soleira do extravasor / N.A. normal	(m)	978,0
Volume do maciço	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	5,48
Volume útil do reservatório	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	190,65*
Volume total do reservatório	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	203,61
Área de ocupação do maciço da barragem	(ha)	23,4
Área do reservatório na el. da soleira do extravasor	(ha)	624,0
Área do reservatório na el. do coroamento	(ha)	648,0

A tabela seguir apresenta a locação dos eixos das barragens. Os pontos nesta tabela estão representados no desenho P1439-GALV-C-BA-DE-02-BT, anexo a este relatório.

**Tabela 03 – Locação dos eixos da barragem**

BARRAGEM	COORDENADAS		
	PONTO	E	N
SABÃO I	P1	318.242,80	7.893.555,76
	P2	318.679,01	7.893.101,44
	P3	319.504,89	7.892.623,22

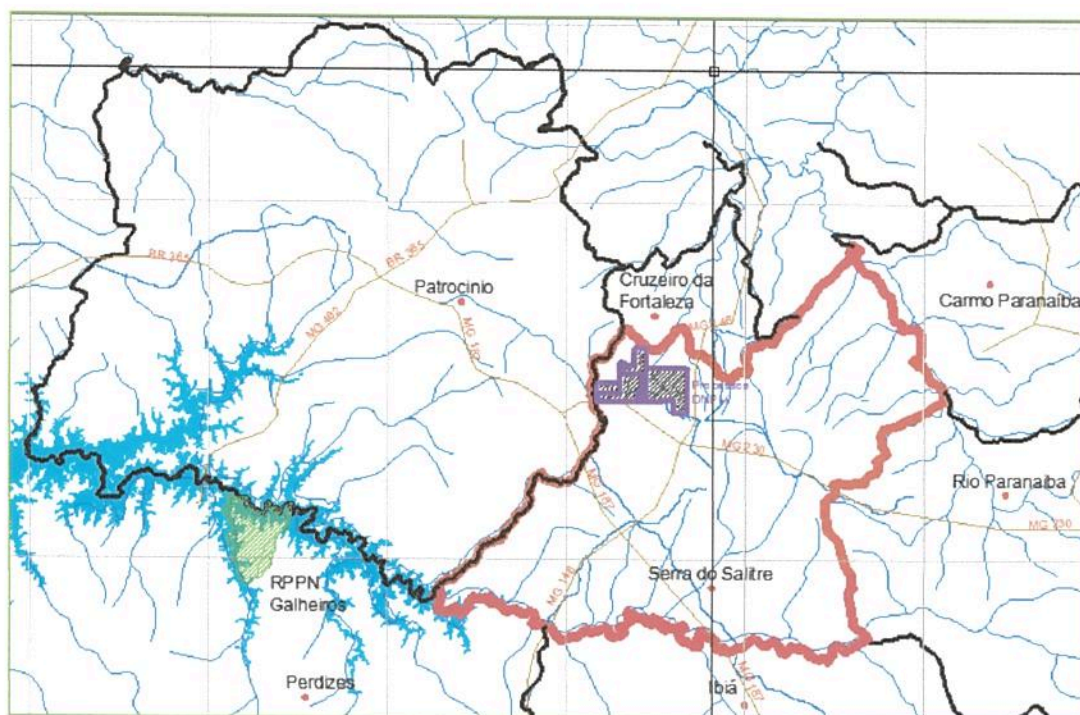
## 2.2. Localização e Vias de Acesso

A área alvo está localizada na porção oeste do Estado de Minas Gerais, na zona geográfica do Alto Paranaíba e zona rural do município de Serra do Salitre.

A área onde será implantado o empreendimento encontra-se a 7,35 km da Unidade de Conservação mais próxima, denominada Reserva Particular do Patrimônio



Particular Fazenda Cachoeira e a 12,02 km da Reserva Particular do Patrimônio Particular Joaquim Theodoro de Moraes.



**Figura 01:** Localização do empreendimento no município de Serra do Salitre - MG.

O acesso a partir da capital mineira Belo Horizonte, pode ser feito a partir da Av. Amazonas pela rodovia BR-381 no sentido São Paulo. Em Betim toma-se o acesso à rodovia BR-262 e seguindo nesta até o entroncamento com a Rodovia MG-187. Segue-se pela MG-187 no sentido a Ibiá até o entroncamento com a rodovia MG-230, junto a Salitre de Minas. Segue-se pela MG-230 no sentido de Serra do Salitre por aproximadamente 7,0 km, neste ponto toma-se uma estrada vicinal à esquerda, alcançando a porção sul da área.

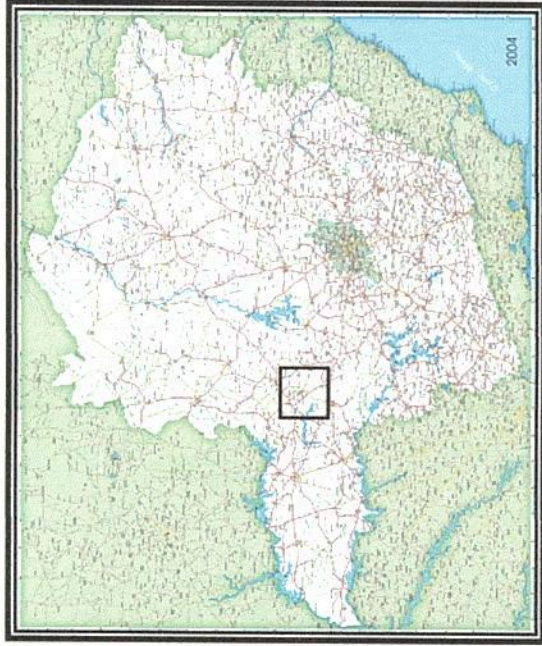
### 2.3. Localização Hidrogeográfica do Empreendimento

A região do Triângulo Mineiro encontra-se inserida nos domínios da Bacia Federal do rio Paraná. Este curso d'água possui cerca de 4.900 km de extensão, sendo o segundo em comprimento da América do Sul. É formado pela junção dos rios Grande e Paranaíba. Possui como principais tributários os rios Paraguai, Tietê,






Paranapanema e Iguazu. Representa trecho da fronteira entre Brasil e Paraguai, onde foi implantado o aproveitamento hidrelétrico binacional de Itaipu, com 12.700 MW, maior usina hidrelétrica em operação do mundo. Posteriormente, delimita a fronteira entre o Paraguai e a Argentina. Em função das suas diversas quedas, o rio Paraná somente possui navegação de porte até a cidade argentina de Rosário.

Com relação à hidrografia regional, o município de Serra do Salitre está inserido nos limites das sub-bacias do rio Araguari e do alto rio Paranaíba, ambas pertencentes à Bacia Estadual do rio Paranaíba.

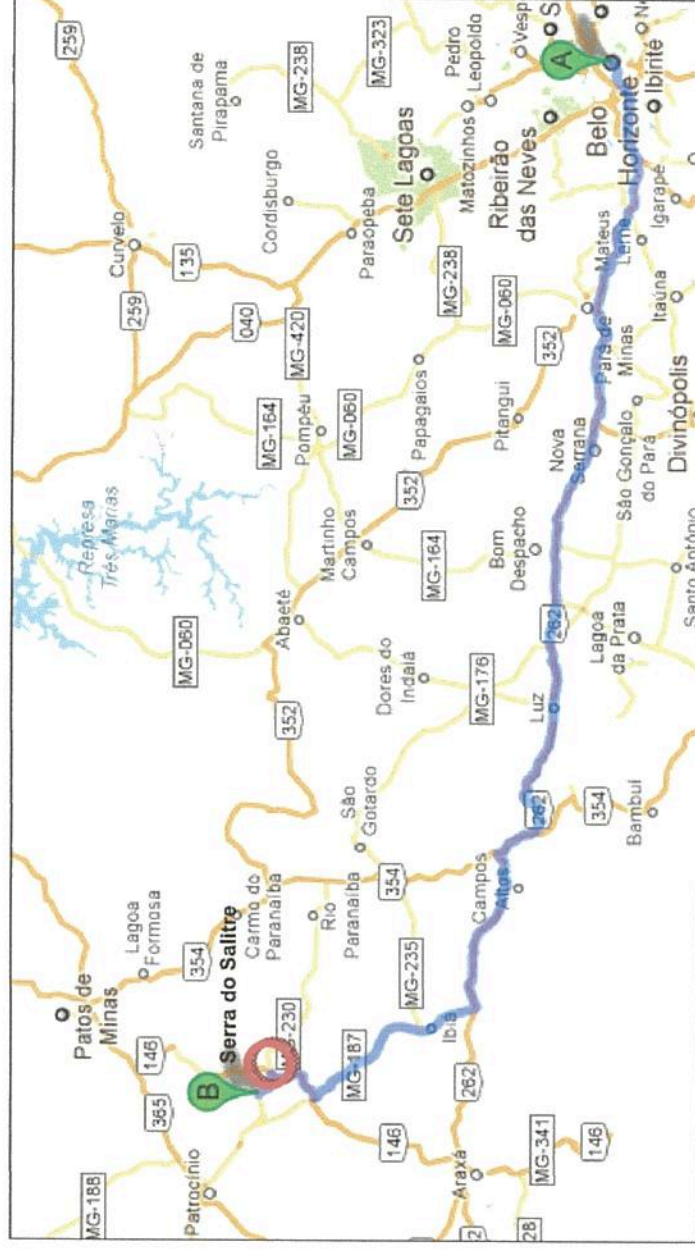






### LEGENDA

-  Represa ou Barragem
-  Cidade acima de 100 mil habitantes
-  Cidade abaixo de 100 mil habitantes
-  Distrito ou Povoado
-  Sentido do Acesso
- A** Belo Horizonte
- B** Ponto de Captação – Rio das Velhas

**Figura 02:** Mapa de localização e acesso ao local onde se prevê a implantação do empreendimento mineral da Galvani. (Fonte: DER e Google Maps modificado)



-  Trajeto entre Belo Horizonte (A) e a área do empreendimento (B) (Fonte: Google Maps)
-  Município de Serra do Salitre – MG.

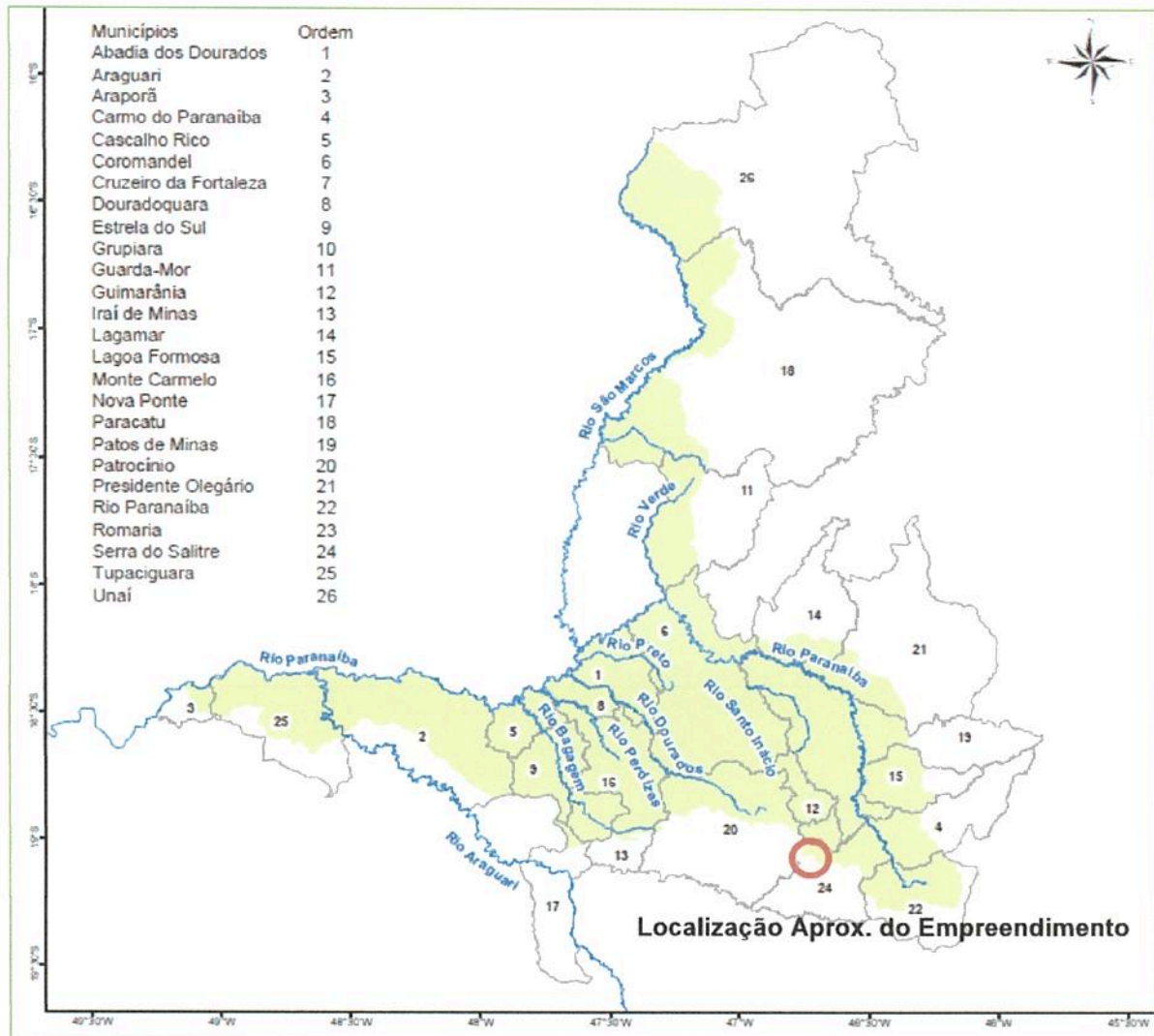


**Figura 03:** Localização do município de Serra do Salitre no mapa de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais. (Fonte: IGAM)

A bacia hidrográfica do rio Paranaíba corresponde a uma área de drenagem de 222.767 km<sup>2</sup>, abrangendo parte dos Estados de Goiás (65%), Minas Gerais (30%), Distrito Federal (3%) e do Mato Grosso do Sul (2%).

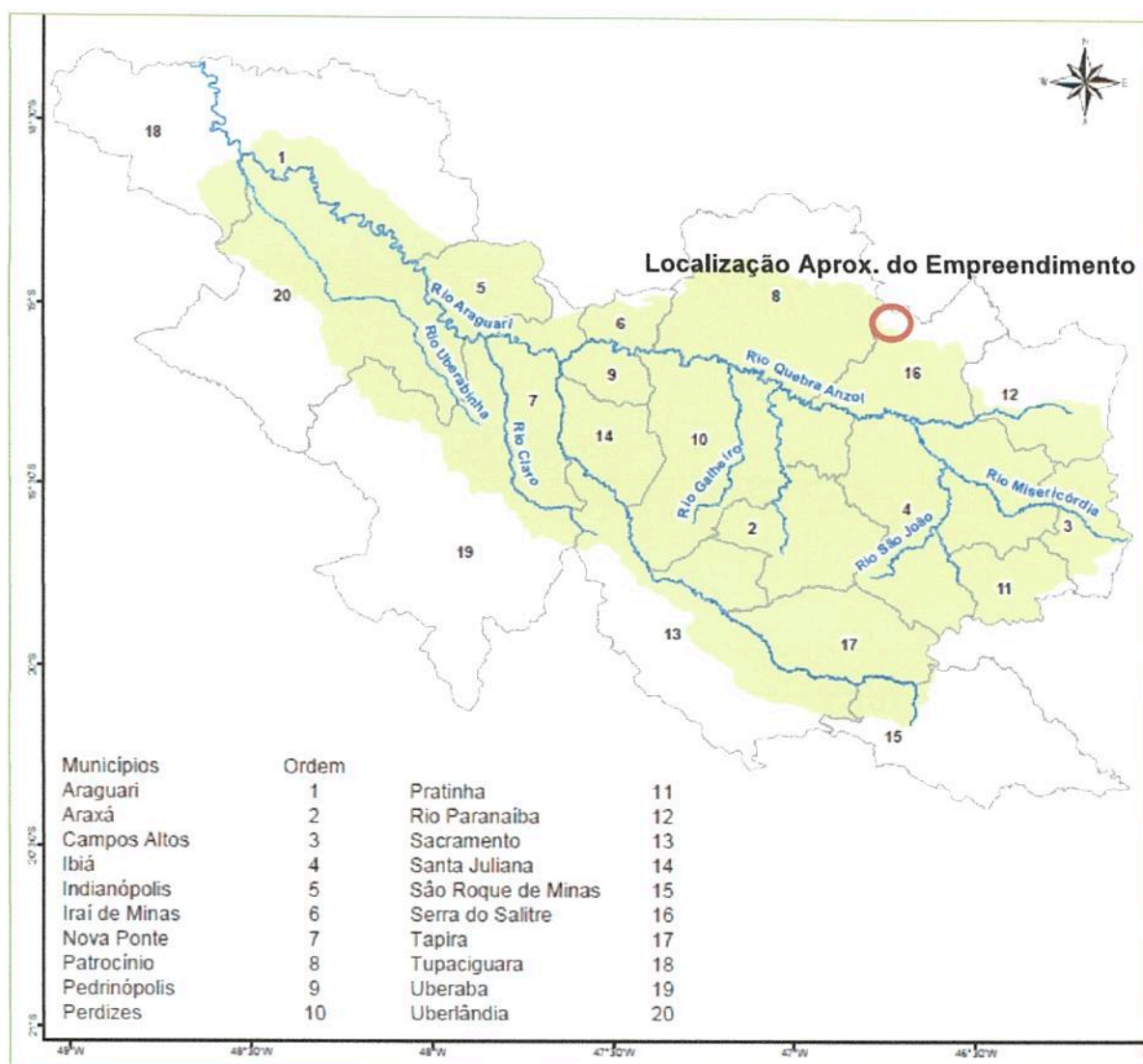
O rio Paranaíba, cuja nascente ocorre no município de Rio Paranaíba, na Serra da Mata da Corda, percorre cerca de 1.160 km até sua foz, no encontro com o rio Grande, desde a altitude de 1.100 m até 328 m, nível inferior este do lago da hidrelétrica de Ilha Solteira, barragem no rio Paraná, à jusante. Sua declividade média é de 0,495 m/km.





**Figura 04:** Localização do empreendimento no mapa de Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paranaíba. (Fonte: IGAM)

A bacia hidrográfica do Alto Rio Paranaíba situa-se nas mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, possui uma população humana estimada de 434.241 habitantes e uma área de drenagem de 22.291 km<sup>2</sup>, abrangendo um total de 26 sedes municipais, a saber: Abadia dos Dourados, Araguari, Araporã, Carmo do Paranaíba, Cascalho Rico, Coromandel, Cruzeiro da Fortaleza, Douradoquara, Estrela do Sul, Grupiara, Guarda-Mor, Guimarânia, Iraí de Minas, Lagamar, Lagoa Formosa, Monte Carmelo, Nova Ponte, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Presidente Olegário, Rio Paranaíba, Romaria, Serra do Salitre, Tupaciguara e Unai.



**Figura 05:** Empreendimento em relação à Bacia Hidrográfica do rio Araguari (Fonte: IGAM)

Localizada no oeste do Estado de Minas Gerais, a sub-bacia do rio Araguari compreende uma área de 22.091 km<sup>2</sup>, onde a sua maior porção territorial insere-se na mesoregião geográfica do Triângulo Mineiro. O rio Araguari nasce no Parque Nacional da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas e percorre 475 km até a sua foz no rio Paranaíba, sendo um dos afluentes do rio Grande, que integra a Bacia Transnacional do Rio Paraná.

A sub-bacia abrange vinte municípios, a saber: Araguari, Araxá, Campos Altos, Ibiá, Indianópolis, Iraí de Minas, Nova Ponte, Patrocínio, Pedrinópolis, Perdizes, Pratinha, Rio Paranaíba, São Roque de Minas, Sacramento, Santa Juliana, Serra do Salitre, Tapira, Tupaciguara, Uberaba e Uberlândia.



### **2.3.1. Hidrografia Local**

O empreendimento mineral da Galvani será implantado em uma área que compreende o divisor de águas das bacias do Alto Rio Paranaíba e Rio Araguari. A maior parte das estruturas, incluindo parte da cava, três das quatro pilhas de estéril previstas, a barragem de rejeitos e a planta de beneficiamento está localizada na sub-bacia do córrego Sabão, que pertence à bacia hidrográfica do rio Espírito Santo, inserida, por sua vez, na bacia hidrográfica do Alto Rio Paranaíba.

Parte da cava e uma pilha de estéril estão localizadas na bacia do ribeirão Salitre que, por sua vez, é afluente do rio Quebra Anzol, pertencente à Bacia do rio Araguari.

As principais drenagens situadas na porção leste da área do empreendimento correspondem aos córregos Barrinha, Sabão, do Tanque, Massambará e do Jacú, todas são afluentes do córrego da Grotta, que por sua vez deságua no ribeirão Fortaleza, afluente do rio Espírito Santo.

A porção oeste da área é drenada pelos córregos Serrinha, Taboca e do Caeté que deságuam no córrego Bebedouro afluente direto do ribeirão Salitre.

A Barragem do Sabão, como o próprio nome sugere, localiza-se na microbacia hidrográfica do córrego do Sabão.

### **2.3.2. Geomorfologia da Bacia de Contribuição**

A bacia de contribuição desta barragem engloba áreas cultivadas, áreas com vegetação rasteira, áreas com vegetação alta e áreas com pastagem. A bacia não apresenta indícios de degradação por erosão, possuindo insignificante potencial de geração de sedimentos.

### 2.3.3. Balanço Hídrico da Bacia de Acumulação da Barragem

Com o aumento da produção de 1.000.000 t/ano de minério beneficiado para 1.200.000 t/ano em virtude da mudança introduzida no projeto original, o empreendimento demandará água de três formas distintas, a saber:

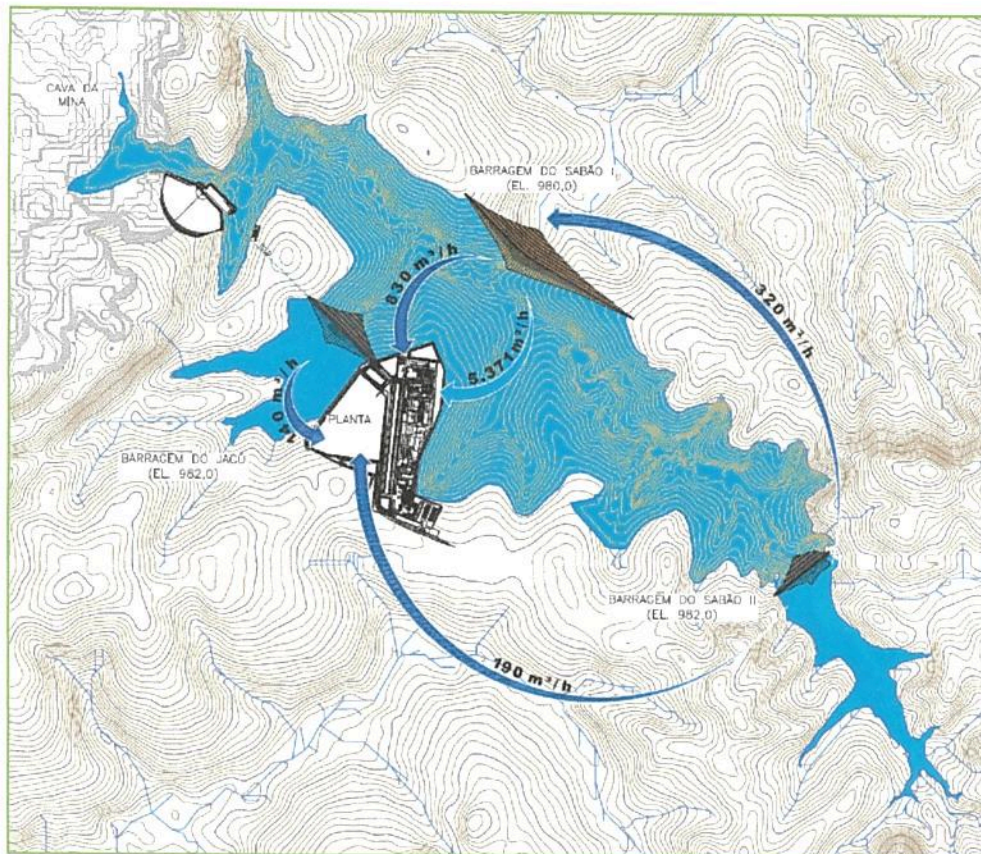
Para atender as demandas do empreendimento será necessário a captação de 140m<sup>3</sup>/h e 190 m<sup>3</sup>/h das barragens Jacú e Sabão II, respectivamente, para uso na Planta Química, 320 m<sup>3</sup>/h da Barragem Sabão II para demanda ambiental e 830 m<sup>3</sup>/h da Barragem Sabão I para a Planta de concentração de fosfato. A Tabela a seguir mostra os fluxos de água previstos para o sistema.

**Tabela 04 – Vazão de água necessária para o empreendimento**

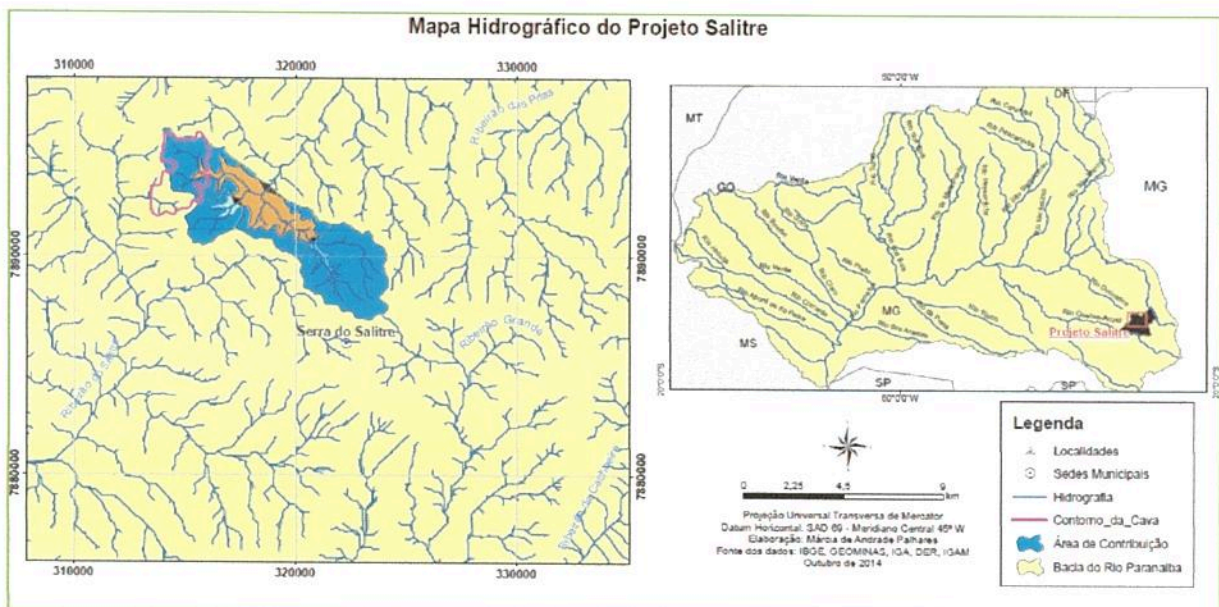
ORIGEM	DESTINO	VAZÃO MÁXIMA (m <sup>3</sup> /h)	DESCRIÇÃO
Barragem do Sabão I	Planta de beneficiamento	5371	Água de recirculação
Barragem do Sabão I	Planta de beneficiamento	830	Água nova
Barragem do Sabão II	Planta química	190	Água nova
Barragem do Sabão II	Meio ambiente	320	Água de restituição
Barragem do Jacú	Planta química	140	Água nova

Obs.: Considera-se que as captações de água serão realizadas por estações de bombeamento instaladas nos reservatórios das barragens.





**Figura 06:** Balanço hídrico geral do empreendimento.



**Figura 07:** Áreas de contribuição do sistema de barragens do Projeto Salitre



### 3 CARACTERÍSTICAS DO CÓRREGO SABÃO

O córrego do Sabão é um curso d'água de pequeno porte. Da nascente até sua foz o córrego se estende por cerca de 4.800 m. Suas águas durante o período de avaliação deste estudo se revelaram em geral límpidas, desprovidas de resíduos e de odor.

Ao longo de sua microbacia observam-se grandes extensões de terreno ocupadas por pastagens, com presença de indivíduos arbóreos isolados. Praticamente inexistente mata ciliar ao longo do córrego Sabão, podendo ser observado solo desnudo em algumas porções dos terrenos marginais.

### 4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos anteriores apresentados para pleito da outorga foram reutilizados para a nova versão do projeto, como:

- Série histórica de vazões geradas pela CLAM (CL-HC-031-RT-02-00), encontram-se no Anexo V deste relatório. Para adequação dessas séries as novas áreas de contribuição foram realizadas correlações com as áreas de contribuição atuais e antigas;
- As séries pluviométricas de médias mensais geradas a partir das estações pluviométricas Salitre (código 01946005) e Serra do Salitre (código 01946008), ambas de responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA);
- A série de evaporação média mensal foi obtida de dados mensais de evaporação real da estação Araxá código 83579 do INMET;
- As áreas de contribuição individuais foram calculadas de acordo com as novas localizações e/ou geometrias das barragens.

**P. Direta:** Precipitação total mensal sobre a superfície do espelho de água formado pelo reservatório. A série de precipitações utilizada no estudo corresponde a série de

precipitação mensal obtida a partir dos dados consistidos de altura de chuva diária da Estação Salitre, pertencente à Agência Nacional de Águas – ANA.

**Q. Afluente:** Vazão natural da bacia de contribuição afluente ao reservatório, no caso das barragens de regularização de vazões. Para a barragem de rejeitos, como serão construídas as estruturas a montante, a vazão afluente será igual à vazão vertida da barragem do Córrego Sabão (Montante) somada à vazão vertida do barramento do Córrego Jacu e à vazão afluente da bacia natural restante. No caso das vazões afluentes da bacia natural, os valores utilizados correspondem à série de vazões obtidas por técnicas de regionalização, conforme apresentado no estudo anterior elaborado pela CLAM (2012).

**Q. Rejeito:** Volume de água presente na polpa de rejeitos. Essa variável somente é utilizada no balanço hídrico da barragem de rejeitos.

**Q. Retida:** Vazão retida nos espaços vazios existentes nos rejeitos. Essa variável somente é utilizada no balanço hídrico da barragem de rejeitos.

**Q. Residual:** Vazão mínima a ser mantida para jusante do barramento. Para as barragens cuja função é apenas de regularizar a vazão, de acordo com a legislação estadual específica, esse valor será igual a 70% da vazão de referência Q7,10. Já para a barragem de rejeitos esse valor será de 320 m<sup>3</sup>/h, conforme condicionante da Portaria de outorga n° 1151/2009, que será mantido por meio da captação direta no reservatório da barragem do Córrego Sabão a montante da barragem de rejeitos.

**Evaporação Real:** Evaporação real incidente no espelho d'água do reservatório. Foram utilizados os dados mensais da estação climatológica de Araxá aplicando um fator multiplicador igual a 0,85 para a obtenção dos valores reais de evaporação. O uso deste fator se deve ao fato de que a evaporação é medida em um tanque metálico (geralmente tanque classe A), no qual as temperaturas tendem a ser maiores do que no lago formado pela barragem. Os valores médios mensais de evaporação estão apresentados na tabela a seguir.



**Tabela 05 – Totais mensais de evaporação.**

Variável	Valores (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
EP	101	108	111	111	122	131	160	191	179	149	108	93,6
ER	85,9	92,2	94,2	94,6	104	112	136	162	153	127	92,0	79,6

**Q. Cap. da Planta Industrial (Usina):** Vazão de água que será captada para atender a demanda requerida pelo processo de beneficiamento do minério e pela planta química do empreendimento. No caso da barragem de rejeitos esse valor corresponde à soma da vazão de água nova e da vazão de recirculação referente à água desprendida dos rejeitos.

**Q. Vertimento:** Vazão vertida pelos sistemas extravasores das barragens.

Na Tabela a seguir será apresentado um resumo dos parâmetros hidrológicos utilizados nas simulações.

**Tabela 06 – Parâmetros hidrológicos utilizados nas simulações**

PARÂMETROS		Sabão I	Sabão II	Jacú
Área de contribuição	(km <sup>2</sup> )	16,4	12,5	4,1
Vazão média de longo termo, Q <sub>MLT</sub>	(m <sup>3</sup> /h)	1.072,8	810,7	268,2
Vazão demandada pelo sistema	(m <sup>3</sup> /h)	830	510	140
Percentual da Q <sub>MLT</sub>	(%)	77	63	52
Volume disponível para regularização	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	6,5	6,0	10,6

#### 4.1 Determinação da área de Contribuição

A seção fluvial em estudo está inserida na sub-bacia hidrográfica do rio Espírito Santo (pertencente à bacia do rio Paranaíba). A área de contribuição foi delimitada a partir da rede hidrográfica (obtida da cartografia disponível, em escala 1:100.000) e da base topográfica.



A área da bacia de contribuição existente à montante do eixo do barramento alterou, sendo de 16,4 km<sup>2</sup>. (Vide Anexo V)

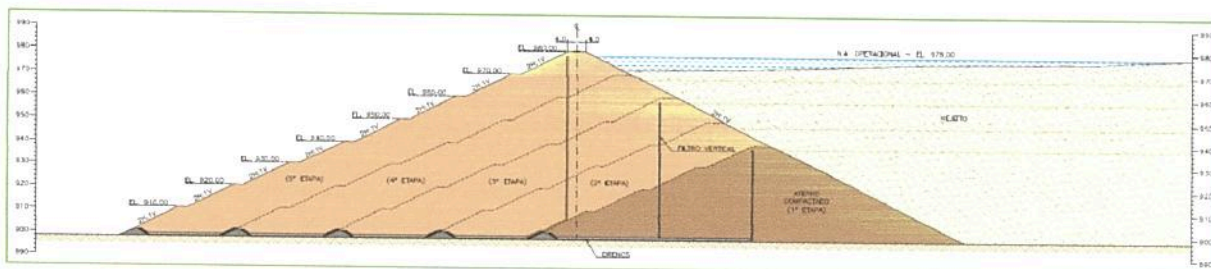
## 4.2 Determinação da Vazão Mínima Residual

O estudo da vazão mínima apresentado para pleito da outorga foi mantido, sendo conduzido com o objetivo de determinar a vazão mínima anual com duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ) na área pretendida para a implantação do barramento no córrego Sabão. No Estado de Minas Gerais, a  $Q_{7,10}$  é utilizada como referência para o cálculo do fluxo residual mínimo a ser mantido a jusante de estruturas de captação de água, que, de acordo com a Portaria IGAM n° 010 de 30 de dezembro de 1998, é de 70% da  $Q_{7,10}$ . (Vide Anexo V)

## 4.3 Dimensionamento do Reservatório de Rejeito

A barragem do Sabão I foi concebida de forma a permitir a formação de uma bacia de acumulação para a disposição de todo rejeito gerado pela planta de concentração de fosfato durante 22 anos de operação.

Nesta concepção foram definidas: a locação do eixo da barragem final, da barragem inicial (start dam) e dos maciços de alteamentos sucessivos, bem como suas geometrias e limites das bacias de acumulação. Na figura a seguir será apresentada a seção do maciço da barragem.



**Figura 08:** Seção típica da Barragem do Sabão I.

É previsto que o maciço seja executado em 5 etapas, sendo a primeira construída na elevação 940,0 e as demais por alteamentos sucessivos para jusante a cada 10 metros de altura. O coroamento terá 8 m de largura, o talude de montante uma inclinação de 2H:1V, os taludes entre bermas de jusante terão altura de 10 m e inclinação de 2H:1V e bermas terão 4 m de largura. Esses parâmetros poderão sofrer alterações em etapas posteriores do projeto, após os resultados das investigações de campo e dos ensaios de laboratório.

Considera-se neste relatório que todos os materiais de empréstimo necessários para construção dos maciços de cada etapa da barragem do Sabão I e maciços das barragens do Sabão II e Jacú serão provenientes de áreas no interior da bacia de acumulação da barragem Sabão I. Para os cálculos dos volumes de empréstimo, consideram-se os volumes do maciços compactados das barragens multiplicados por um fator de empolamento (aproximadamente 15% para solos finos).

A Tabela resume as principais características previstas para esta estrutura e a Figura 09 ilustra, esquematicamente, os volumes considerados.

**Tabela 07 – Principais características das etapas da Barragem do Sabão I.**

ITEM		ETAPA				
		1	2	3	4	5
Elevação do coroamento	(m)	940,0	950,0	960,0	970,0	980,0
Altura da barragem	(m)	42,0	52,0	62,0	72,0	82,0
Elevação da soleira do extravasor / N.A. normal	(m)	938,0	948,0	958,0	968,0	978,0
Volume do maciço	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	0,56	0,58	0,92	1,39	2,03
Volume útil do reservatório (por etapa)*	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	26,58	24,27	34,47	45,87	59,46
Volume disponível para rejeito (por etapa)**	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	20,08	24,27	34,47	45,87	59,46
Volume total do reservatório (por etapa)	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	30,43	26,17	36,50	48,30	62,20
Volume útil do reservatório (valores acumulados)	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	26,58	50,85	85,32	131,19	190,65
Volume disponível para rejeito (valores acumulados)	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	20,08	44,4	78,9	124,7	184,15
Volume total do reservatório (valores acumulados)	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	30,43	56,60	93,11	141,41	203,61
Vida útil	anos	3,5	3,0	4,0	5,2	6,3
Área de ocupação do maciço da barragem	(ha)	4,4	7,3	11,2	16,5	23,4

*Continua...*



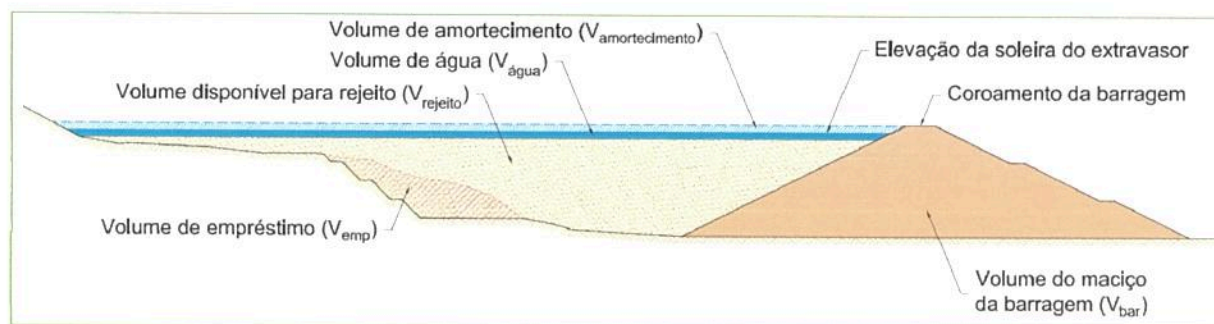
Continuação

**Tabela 07** – Principais características das etapas da Barragem do Sabão I.

ITEM		ETAPA				
		1	2	3	4	5
Área do reservatório na el. da soleira do extravasor	(ha)	183,9	277,7	378,8	497,7	624,0
Área do reservatório na el. do coroamento	(ha)	201,6	297,3	400,6	524,3	648,0

\* O volume útil do reservatório considera o volume acumulado até a elevação da soleira do extravasor.

\*\* O volume disponível para rejeito é igual ao volume útil menos o volume de água ( $6,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) necessário para regularização da vazão demandada pela Planta de Processos ( $830 \text{ m}^3/\text{h}$ ).



**Figura 09:** Esquema dos volumes considerados.

## 5 DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA UTILIZAÇÃO

A disponibilidade hídrica da seção fluvial em estudo está condicionada ao regime de vazão média e mínima do curso de água. As vazões mínimas definem o limite para derivações ou captações a fio d'água.

Considerando a modalidade de captação a fio d'água, a legislação estadual vigente, Portaria IGAM n° 010/1998, estabelece que a vazão máxima de exploração de uma determinada seção fluvial é 30% da vazão de referência  $Q_{7,10}$ , subtraído das vazões já outorgadas a montante do ponto considerado. Os 70% restantes de vazão no curso d'água são considerados fluxo residual mínimo que, de acordo com a referida legislação, deve ser mantido a jusante da seção fluvial.



Para captar 70% da QMLT nas barragens do córrego Sabão e do córrego Jacu, as soleiras dessas barragens deverão estar, no mínimo, nas elevações 974 m e 958 m, respectivamente. Entretanto, visto que, a barragem de rejeitos encontra-se a jusante dessas estruturas e que terá sua soleira na elevação 978 m, as barragens de montante têm que ser alteadas para, pelo menos, a mesma elevação da estrutura de contenção de rejeitos, uma vez que poderiam ocorrer vertimentos de rejeito para as estruturas de montante.

Portanto, para que não ocorra falha no sistema as barragens do córrego Sabão e do córrego Jacu, as soleiras vertentes dessas estruturas deverão estar na elevação 978 m. O projeto básico atual dessas estruturas, elaborado pela DF Consultoria, mostra que a soleira vertente delas estará na elevação 980 m, atendendo ao requisito.

A Revisão do Balanço Hídrico do sistema de barragens do Projeto Serra do Salitre, encontra-se no Anexo IV deste relatório.

## **5.1 Usos Outorgados na Bacia**

Com o objetivo de caracterizar os usos de água na bacia quanto à finalidade e à demanda, foi realizado um levantamento dos usuários outorgados junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM.

Além da Portaria de Outorga nº 01151/2009 da Galvani, concedida em 12/05/2009 com validade de 5 anos, existe apenas um usuário de água outorgado na bacia do córrego do Sabão (afluente).

## **5.2 Disponibilidade Hídrica**

A Avaliação da Disponibilidade Hídrica Superficial para suprimento de água apresentado para pleito da outorga encontra-se a seguir.

**Tabela 08** – Disponibilidade hídrica da seção fluvial em estudo.

Seção Fluvial	30% Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /h)	70% QMLT (m <sup>3</sup> /h)	Vazão Comprometida (outorgas) (m <sup>3</sup> /h)	Vazão Residual (70% Q <sub>7,10</sub> ) (m <sup>3</sup> /h)	Vazão Máxima de Captação (m <sup>3</sup> /h)	
					A Fio D'água	Com Reservatório de Regularização
Córrego Sabão Alt – 1	40,56	750,4	0,00	320(*)	40,56	430,4

(\*) Vazão residual condicionada pela Portaria de outorga n°1151/2009.

## 6 JUSTIFICATIVA DA RETIFICAÇÃO

O alteamento do sistema de barragens se faz necessário para atender a nova demanda de disposição de rejeito do empreendimento minerário da Galvani em Serra do Salitre e disponibilizar água para todo o Complexo Mineiro Industrial da empresa.

Este pleito para a retificação da Portaria de Outorga n° 01151/2009, diz respeito ao alteamento da Barragem de Rejeito Sabão I, com aumento na vazão de captação de água recirculada no processo, de 244,0 m<sup>3</sup>/h para 830,0 m<sup>3</sup>/h, justificada pelo balanço hídrico da barragem, onde o volume de entrada de água em meio ao rejeito deve ser compensado pelo volume de água captada para uso no processo. Cabe ressaltar que não será captada água nova nesta barragem.

## 7 BIBLIOGRAFIA

CLAM – Engenharia Hidrocnese. **Avaliação da Disponibilidade Hídrica Superficial para Suprimento de Água e Revisão do Balanço Hídrico e de Massa da Barragem de Rejeitos.** Projeto Salitre I e IV Galvani. Março/2012.

DF Consultoria. **Sistema de Acumulação de Água – Barragem Jacú - Elevação 965,0 - Projeto Básico.** Projeto Salitre Galvani, Julho/2012.

VIRTUAL Engenharia Ambiental. **Relatório Técnico Ambiental.** Projeto Serra do Salitre – Galvani. Fevereiro/2012.



## 8 ANEXOS

- Anexo I -** Relatório Técnico P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE – Projeto Básico de Concepção do Sistema de Disposição de Rejeitos e Acumulação de Água Limpa.
- Anexo II -** Relatório Técnico P1524-GALV-C-BA-RL-01-GE – Projeto de Concepção do extravasor Intermediário Barragem do Jacu  
Desenho P1524-GALV-C-BA-DE-01-AG – Sistema de Acumulação de Água Barragem do Jacu – Projeto de Concepção do Extravasor Intermediário – Arranjo Geral
- Anexo III -** Relatório Técnico P1525-GALV-C-BA-RL-01-GE – Projeto de Concepção do extravasor Intermediário Barragem Sabão II  
Desenho P1525-GALV-C-BA-DE-01-AG – Sistema de Acumulação de Água Barragem Sabão II – Projeto de Concepção do Extravasor Intermediário – Arranjo Geral
- Anexo IV -** Revisão do Balanço Hídrico da Barragem De Rejeitos e das Barragens de Água do Projeto Serra do Salitre. CLAM – Engenharia Hidrocnese, 2015.
- Anexo V -** Planilhas e Informações Complementares
- Anexo VI -** Anotação de Responsabilidade Técnica - ART

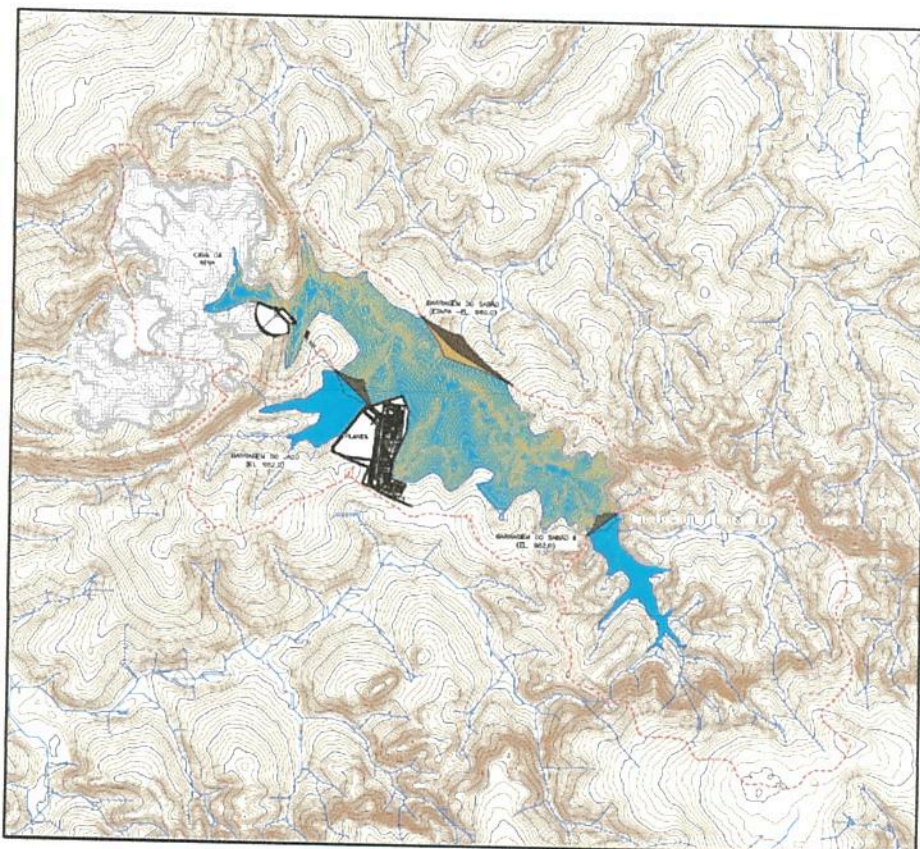
## **ANEXO I**

Relatório Técnico P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE – Projeto Básico  
de Concepção do Sistema de Disposição de Rejeitos e  
Acumulação de Água Limpa.



**SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E  
ACUMULAÇÃO DE ÁGUA LIMPA**

**PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO**





	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 2 / 2
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

Belo Horizonte, 03 de dezembro de 2014.

À

**Galvani Indústria, Comércio e Serviços S/A**

A/C: **Eduardo J. Netto**

Engenharia / Gestão de Investimentos

**Ref.:** Contrato assinado em 25/08/14

**Objeto:** **Projeto Básico de Concepção do Sistema de Disposição de Rejeitos e Acumulação de Água**

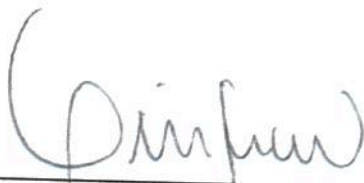
**Local:** Projeto Salitre / Serra do Salitre – MG

Prezados Senhores:

Apresentamos o relatório relativo ao “Projeto Básico de Concepção do Sistema de Disposição de Rejeitos e Acumulação de Água”, conforme contrato em referência.

À disposição para esclarecimentos julgados necessários.



Atenciosamente,



\_\_\_\_\_  
 Dinésio Franco  
 Diretor





	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 4 / 4
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

<b>EMPRESA RESPONSÁVEL POR ESTE PROJETO</b>		
<i>Razão Social:</i>	DINÉSIO FRANCO CONSULTORIA LTDA	
<i>CNPJ:</i>	01.053.662/0001-92	
<i>Inscrição estadual:</i>	isenta	
<i>Endereço:</i>	Rua Paraíba 1352, conj. 1105 – Funcionários – Belo Horizonte – MG CEP: 30.130-141	
<i>Telefones:</i>	(31) 3309-7049 / (31) 9214-9286	
<i>Contato:</i>	Ana Paula Freitas	
<i>e-mail:</i>	<a href="mailto:contato@dinesiofranco.com.br">contato@dinesiofranco.com.br</a>	
<b>EQUIPE TÉCNICA</b>		
ESTA EQUIPE PARTICIPOU DA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO E RESPONSABILIZA-SE TECNICAMENTE POR SUAS RESPECTIVAS ÁREAS		
<b>COMPONENTE</b>	<b>FORMAÇÃO REGISTRO PROFISSIONAL</b>	<b>RESPONSABILIDADE NO PROJETO</b>
Dinésio dos Santos Almeida Franco	Eng. Civil/Minas CREA/MG 11.194/D	Consultoria
Elias Josafá Cota	Eng. Civil/Geotécnico CREA/MG 71.537/D	Estudos Geotécnicos
André Lins Machado Coelho	Eng. Civil/Geotécnico CREA/MG 70.353/D	Estudos Geotécnicos
Elaine Cristina Xavier Santos	Eng <sup>a</sup> . Civil/Hidrólogo CREA/MG 80.756/D	Estudos Hidrológicos e Hidráulicos
Flávio Alves Carlos	Eng. Mecânico CREA/MG 117.899/D	Projetos / Desenhos

<b>EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO</b>	
<i>Razão Social:</i>	Galvani Indústria, Comércio e Serviços S.A.
<i>CNPJ:</i>	00.546.997/0013-13
<i>Inscrição estadual:</i>	371.100386.0116
<i>Endereço:</i>	Fazenda Salitre, S/N / MG-230 – Km 74,5 / Distrito Marruá / Serra do Salitre – MG / CEP: 38760-000
<i>Telefones:</i>	(11) 3767-0044
<i>Contato:</i>	Eduardo Netto
<i>e-mail:</i>	<a href="mailto:enetto@galvani.ind.br">enetto@galvani.ind.br</a>

	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 5 / 5
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3


## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>9</b>
2.1	LOCALIZAÇÃO .....	9
2.2	OBJETIVO .....	10
2.3	GEOLOGIA REGIONAL .....	10
<b>3</b>	<b>PREMISSAS E CRITÉRIOS DO PROJETO .....</b>	<b>13</b>
3.1	PREMISSAS .....	13
3.2	CRITÉRIOS .....	15
<b>4</b>	<b>INFORMAÇÕES BÁSICAS .....</b>	<b>16</b>
4.1	TOPOGRAFIA .....	16
4.2	GERAÇÃO DE REJEITOS .....	16
4.3	NECESSIDADE HÍDRICA .....	18
<b>5</b>	<b>CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE BARRAGENS .....</b>	<b>26</b>
5.1	LOCALIZAÇÃO DOS EIXOS .....	26
5.2	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS OCUPADAS PELAS BARRAGENS .....	27
5.3	BARRAGEM DO SABÃO I (REJEITOS) .....	30
5.4	BARRAGEM DO SABÃO II (ÁGUA) .....	35
5.5	BARRAGEM DO JACÚ (ÁGUA) .....	38
<b>6</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....</b>	<b>41</b>

### ANEXOS:



- DESENHOS DO PROJETO



 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 6 / 6
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

## LISTA DE FIGURAS



Figura 2.1 – Localização do empreendimento .....	9
Figura 2.2 – Arranjo geral do sistema .....	10
Figura 2.3 – Geologia regional (fonte: CODEMIG 2003 – Escala 1:1.000.000) .....	12
Figura 4.1– Comparativo entre a quantidade de minério extraído, concentrado de fosfato produzido e rejeito gerado .....	18
Figura 4.2– Fluxograma de demanda de água do empreendimento .....	19
Figura 4.3– Áreas de contribuição das barragens do Projeto Salitre .....	21
Figura 4.4 – Esquema de reservatórios e demandas do sistema de barragens do Projeto Salitre .....	23
Figura 4.5 – Simulação do volume de água acumulado no reservatório da barragem Jacú, Sabão II e Sabão I com atendimento a demanda de 140 m <sup>3</sup> /h, 510 m <sup>3</sup> /h e 830 m <sup>3</sup> /h, respectivamente. ....	24
Figura 5.1 – Imagem aérea da área de implantação das barragens (fonte: Google Earth) .....	28
Figura 5.2 – Uso e ocupação do solo na área de implantação das barragens e seus reservatórios ...	29
Figura 5.3 – Seção típica da Barragem do Sabão I. ....	31
Figura 5.4 – Esquema dos volumes considerados. ....	33
Figura 5.5 – Geração de rejeitos x Etapas da barragem do Sabão I. ....	34
Figura 5.6 – Curvas Elevação x Volume dos maciços das 5 etapas da Barragem do Sabão I. ....	34
Figura 5.7 – Curvas Elevação x Volume x Área da bacia de acumulação da Barragem do Sabão I. ...	35
Figura 5.8 – Seção típica da Barragem do Sabão II .....	35
Figura 5.9 – Curva Elevação x Volume do maciço da Barragem do Sabão II .....	37
Figura 5.10 – Curvas Elevação x Volume x Área da bacia de acumulação da Barragem do Sabão II	37
Figura 5.11 – Seção típica da Barragem do Jacú .....	38
Figura 5.12 – Curva Elevação x Volume do maciço da Barragem do Jacú .....	39
Figura 5.13 – Curvas Elevação x Volume x Área da bacia de acumulação da Barragem do Jacú .....	40

	 <b>Dinésio Franco</b> <small>ENGENHARIA / GEOTECNIA</small>	<b>PROJETO SALITRE</b>	
<b>SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA</b> <b>PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		N.º GALVANI:	FOLHA: <b>7 / 7</b>
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: <b>3</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Produção de Concentrado x Geração de rejeito .....	17
Tabela 4.2 – Vazão de água necessária para o empreendimento.....	19
Tabela 4.3 – Parâmetros hidrológicos utilizados nas simulações.....	21
Tabela 4.4 – Garantia de atendimento as demandas do Projeto Salitre pelos reservatórios das Barragens .....	25
Tabela 5.1 – Principais características das barragens.....	26
Tabela 5.2 – Locação dos eixos das barragens.....	27
Tabela 5.3 – Tipos de coberturas do solo nas áreas ocupadas pelas barragens.....	30
Tabela 5.4 – Volumes de empréstimos provenientes de áreas no interior da bacia de acumulação da barragem Sabão I .....	31
Tabela 5.5 – Principais características das etapas da Barragem do Sabão I.....	32



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 8 / 8
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

## 1 INTRODUÇÃO



Para desenvolvimento do Projeto Salitre, a Galvani Indústria, Comércio e Serviços S/A necessita construir um sistema de barragens que possibilite a disposição dos rejeitos gerados durante o processo de beneficiamento de rocha fosfática e a acumulação de água limpa para operação de uma planta química.

A Galvani prevê a geração de aproximadamente 226 Mt ( $180,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) de rejeitos durante 22 anos de operação (2017 a 2038).

Para permitir o suprimento de água limpa para a planta química será necessário a provisão de vazão regularizada de  $330 \text{ m}^3/\text{h}$ .

O sistema previsto será composto por 3 barragens: Barragem do Sabão I, Barragem do Sabão II e Barragem do Jacú. A primeira será responsável pela acumulação dos rejeitos ( $180,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ ), pela água de recirculação ( $5371 \text{ m}^3/\text{h}$ ) e água nova ( $830 \text{ m}^3/\text{h}$ ) para a planta de beneficiamento. As barragens de água limpa Sabão II e Jacú deverão ser responsáveis pelo suprimento de  $650 \text{ m}^3/\text{h}$ , sendo  $330 \text{ m}^3/\text{h}$  para alimentação dos processos da planta química e  $320 \text{ m}^3/\text{h}$  de restituição ao meio ambiente.

Este relatório apresenta o projeto básico de concepção desse sistema, contemplando as características das estruturas das barragens, os volumes relativos a cada estrutura, vida útil, caracterização das áreas afetadas pelas bacias de acumulação entre outros.

 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 9 / 9
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

## 2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

### 2.1 LOCALIZAÇÃO

O Projeto Salitre está localizado no município de Serra do Salitre – MG, em torno das coordenadas 317.500-E e 7.892.000-N, a aproximadamente 10 km a noroeste da sede municipal, estando à margem direita da MG-230 no sentido do município de Patrocínio. Na Figura 2.1 é mostrada a localização do empreendimento.

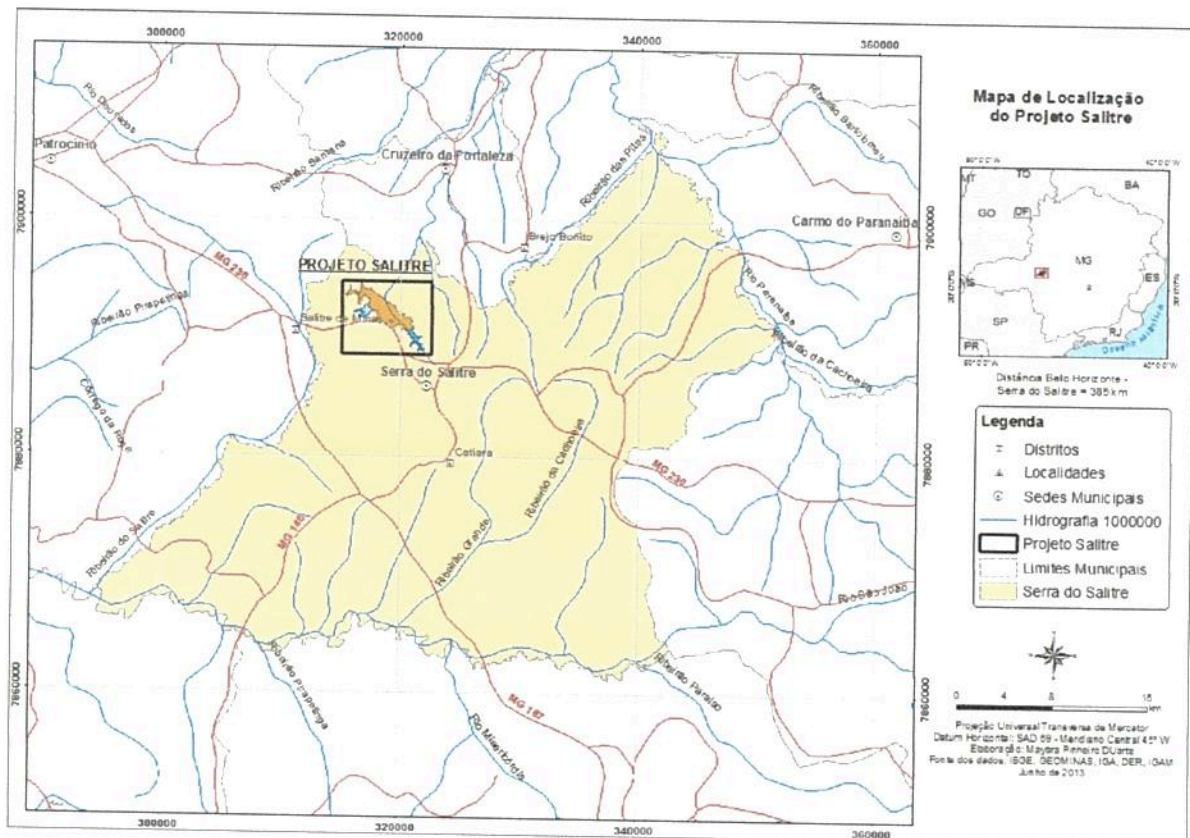


Figura 2.1 – Localização do empreendimento

A planta de beneficiamento, planta química e as barragens de rejeito e água serão implantadas em região à leste da cava da mina, em área de servidão do empreendimento, conforme Figura 2.2.



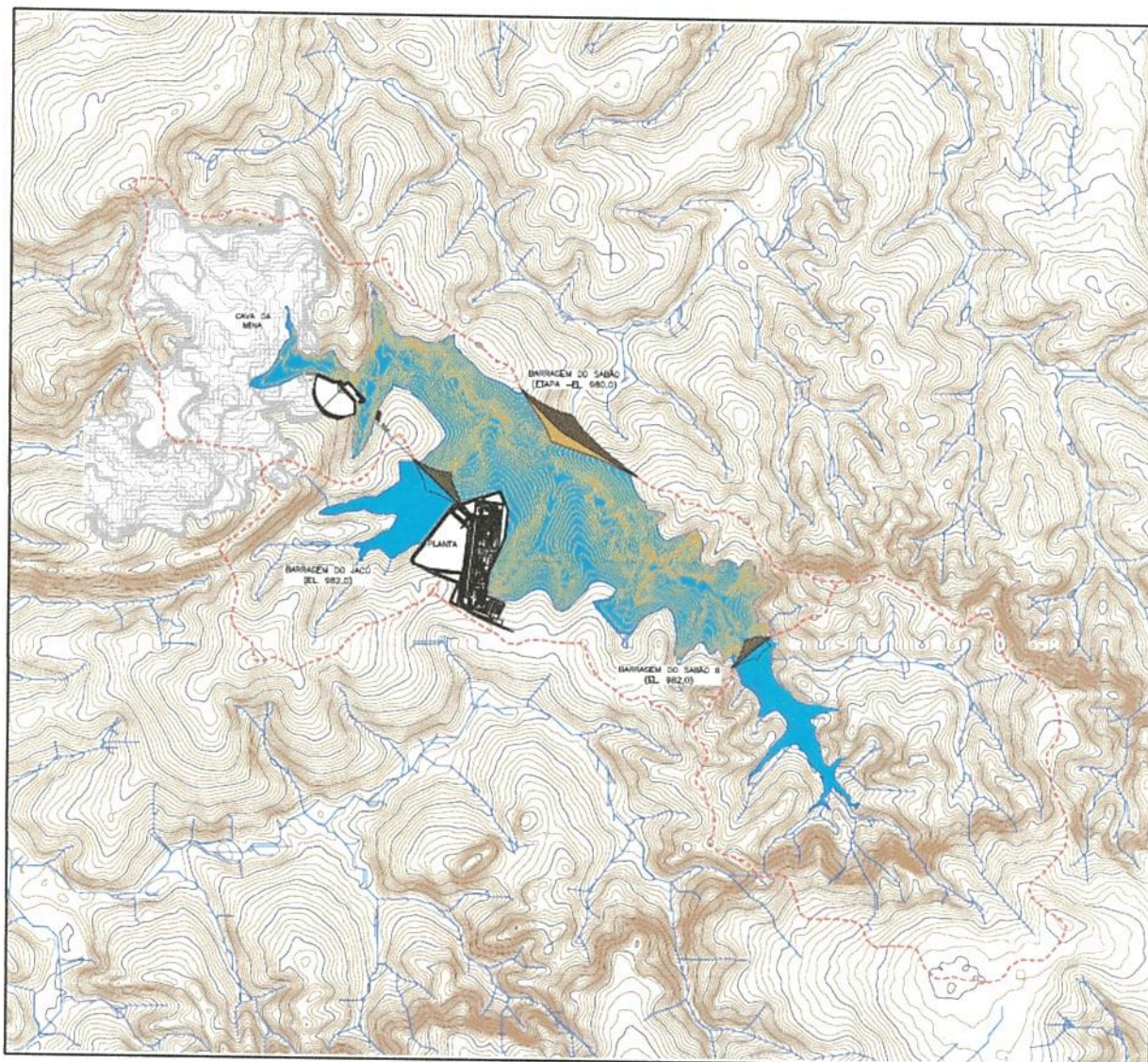


Figura 2.2 – Arranjo geral do sistema



## 2.2 OBJETIVO

O objetivo do empreendimento é a lavra de rocha fosfática, em cava a céu aberto, para obtenção do concentrado de fosfato, através de processo de beneficiamento, e produção de ácido sulfúrico e ácido fosfórico, através da planta química.

## 2.3 GEOLOGIA REGIONAL

A região de Serra do Salitre está localizada entre os paralelos 19° 00'e 19° 15' e meridianos 46° 40' e 46° 50', no oeste do estado de Minas Gerais e está situada na



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 11 / 11
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

Faixa de Dobramentos Brasília, sendo constituída por rochas de idades Mesoproterozóicas, Neoproterozóicas, Mesozóicas (Cretáceas) e Cenozóicas (Terciário-Quaternárias).

Geologicamente, a região onde serão construídas as barragens está conformada por metassiltitos carbonáticos do Grupo Paraopeba Indiviso, de metapelitos e metaconglomerados do Grupo Paranoá e ainda de metarenitos, xistos grafitosos e sericita-xistos do Grupo Canastra.

Estas rochas podem estar intrudidas por diques de rocha vulcânica alcalina, que são as que conformam a chaminé vulcânica e que se encontram mineralizadas em fosfato.

Recobrando estas litologias encontram-se depósitos inconsolidados de natureza argilosa e cascalhosa, constituindo as Coberturas Detrito-lateríticas cenozóicas.

A Figura 2.3 mostra a geologia na região de implantação do Projeto Salitre.

O detalhamento geológico dos locais de implantação das barragens do Sabão I, Sabão II e Jacú constará dos projetos executivos de cada estrutura.

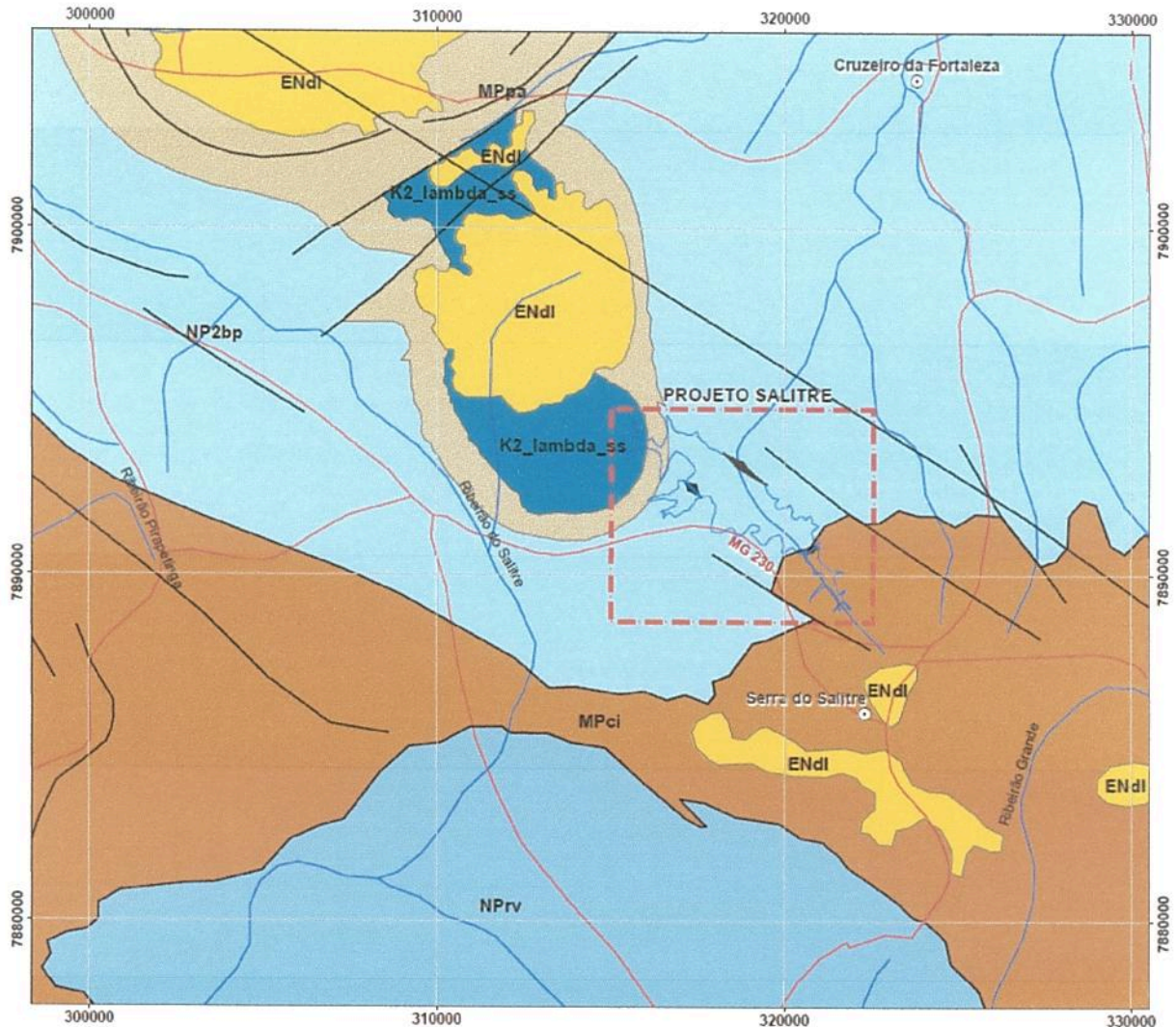




Figura 2.3 – Geologia regional (fonte: CODEMIG 2003 – Escala 1:1.000.000)

Legenda:

ENdl	Coberturas detrítico-lateríticas
K2 $\lambda$ .ss	Complexos plutônicos alcalinos
MPci	Grupo Canastra, Indiviso: metarenito, xisto grafitoso, sericita xisto, quartzo-muscovita xisto, filito, metargilito, metamarga, metacalcário, ardósia
MPpa	Grupo Paranoá: Quartzito, metapelito, metaconglomerado, calcário, dolomito
NP2bp	Grupo Bambuí: Subgrupo Paraopeba indiviso
NPrv	Grupo Ibiá, Formação Rio Verde: filito, quartzito, calcixisto, clorita xisto, sericita xisto



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 13 / 13
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

### 3 PREMISSAS E CRITÉRIOS DO PROJETO

#### 3.1 PREMISSAS



De maneira geral as premissas do projeto são:

*Barragem do Sabão I (REJEITO):*

- Deverá atender às necessidades de disposição de todo o rejeito (**180,0 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>**) a ser gerado durante a operação da planta de beneficiamento de concentrado de fosfato, de forma a reter e permitir a sedimentação do rejeito lançado em forma de polpa.
- O reservatório deverá receber, e acumular os sedimentos exógenos diversos, provenientes de desagregação por ação de erosão hidráulica atuante nas áreas de drenagem de sua bacia de contribuição;
- O reservatório deverá permitir tempo de residência suficiente para que seja possível a sedimentação dos sólidos e a clarificação da água para recirculação.
- O reservatório deverá permitir a recirculação de parte da água presente na polpa de rejeito para a planta de processos;
- O reservatório deverá permitir a regularização de uma vazão de **830 m<sup>3</sup>/h** de água nova para a planta de processos;
- Conforme solicitação da GALVANI, esta barragem deverá ser construída em 5 etapas, com coroamento mínimo de 8 metros, sendo que a partir da primeira etapa, os alteamentos deverão ser executados pelo método de jusante;

*Barragem do Sabão II (ÁGUA LIMPA):*

- A escolha do eixo desta barragem foi baseada nos estudos hídricos elaborados pela empresa "CLAM Engenharia Hidrocnese", relatório nº CL-HC-031-RT-02-00 de março de 2012 em anexo;



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 14 / 14
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

- O reservatório desta barragem deverá permitir a regularização de uma vazão que atenda parte da demanda da planta química por água limpa (**190 m<sup>3</sup>/h**) e a restituição de vazão mínima ambiental (**320 m<sup>3</sup>/h**), definida pelo IGAM, Portaria de outorga n<sup>o</sup> 1151/2009.
- De acordo com solicitação da GALVANI, o coroamento da barragem do Sabão II deverá ter 8 metros de largura para permitir o tráfego de veículos dos sitiantes da região em função do desvio da atual estrada que transpõe o córrego do Sabão.
- O coroamento da barragem do Sabão II terá elevação 2 metros acima do coroamento da última etapa da barragem do Sabão I, de forma, que os rejeitos não invadam a bacia de acumulação de água limpa.

*Barragem do Jacú (ÁGUA LIMPA):*

- A escolha do eixo desta barragem foi baseada nos estudos hídricos elaborados pela empresa “CLAM Engenharia Hidrocnese”, relatório n<sup>o</sup> CL-HC-031-RT-02-00 de março de 2012 e na posição do eixo da correia transportadora que passará sobre o coroamento da barragem, conforme desenho 113-00-000-MT-002-R01 fornecido pela GALVANI;
- O reservatório deverá permitir que se regularize a vazão de **140 m<sup>3</sup>/h** para atender parte da demanda da planta química por água limpa;
- O coroamento da barragem do Jacú estabelecerá interligação entre a região da cava da mina e a planta de processos e deverá ter 13 metros de largura para permitir a montagem da estrutura da correia transportadora (TCLD), o tráfego de veículos e a passagem de tubulações de água e/ou rejeitos eventualmente, conforme desenho 113-00-000-DW-007-R10 fornecido pela GALVANI.



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 15 / 15
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

- O coroamento da barragem do Jacú terá elevação 2 metros acima da elevação do coroamento da última etapa da barragem do Sabão I, de forma, que os rejeitos não invadam a bacia de acumulação de água limpa.



### 3.2 CRITÉRIOS

Os projetos das barragens atenderão às recomendações da norma da ABNT: NBR 13.028/2006 (“Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água”). Atenderão ainda as DN’s COPAM 62/2002 e 87/2005 que dispõem sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

Devem atender ainda a:

- Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais;
- Resolução Nº 143, de 10 de julho de 2012 do CNRH. Estabelece critérios gerais de classificação de barragens;
- Resolução Nº 144, de 10 de julho de 2012 do CNRH. Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens;
- Portaria Nº 146, de 03 de setembro de 2012 do DNPM. Dispõe sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração.



 Galvani	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 16 / 16
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

## 4 INFORMAÇÕES BÁSICAS

### 4.1 TOPOGRAFIA

O levantamento topográfico fornecido pela GALVANI foi executado pela empresa “TOPLAN Topografia e Planejamento” e encontra-se representado no Sistema UTM, sendo o datum o SAD-69, zona 23S.

De forma a complementar as informações topográficas, principalmente referentes às áreas de contribuições de drenagem das barragens, foi obtida através do “Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil – TOPODATA”, a imagem STRM, quadricula **19S48<sup>1</sup>**, na qual está inserida a área de implantação do empreendimento.

### 4.2 GERAÇÃO DE REJEITOS

A GALVANI prevê a geração de aproximadamente 226 Mt de rejeito na base seca, durante 22 anos de operação (2017 a 2038).

O valor adotado para a densidade do rejeito na bacia de acumulação é de **1,25 t/m<sup>3</sup>**. Este valor é a média das densidades máximas e mínimas secas encontradas nos ensaios de índices de vazios, relatório TLF-6323/09, elaborado pela GEOLABOR Engenharia em fevereiro de 2009. Portanto, o volume de rejeito total a ser disposto na bacia de acumulação da barragem do Sabão I será de, aproximadamente, **180,0 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>**.

Na Tabela 4.1 é mostrada a quantidade de rejeito gerado anualmente durante a operação da planta de processos e o volume respectivo ao ser disposto na bacia de acumulação da barragem do Sabão I.

A Figura 4.1 exibe graficamente os valores apresentados na Tabela 4.1 ilustrando de forma comparativa as quantidades de minério extraído, concentrado de fosfato produzido e rejeito gerado.

<sup>1</sup> <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata>




 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 17 / 17
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

Tabela 4.1 – Produção de Concentrado x Geração de rejeito

ANO	PRODUÇÃO DE CONCENTRADO (Mt)		LAVRA DE MINÉRIO (Mt)		GERAÇÃO DE REJEITO (Mt) - base seca		REJEITO NA BARRAGEM (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	
	ANO	ACUMULADO	ANO	ACUMULADO	ANO	ACUMULADO	ANO	ACUMULADO
2017	0,70	0,70	5,60	5,60	4,90	4,90	3,92	3,92
2018	1,00	1,70	8,20	13,80	7,20	12,10	5,76	9,68
2019	1,00	2,70	9,00	22,80	8,00	20,10	6,40	16,08
2020	1,10	3,80	10,20	33,00	9,10	29,20	7,28	23,36
2021	1,20	5,00	11,00	44,00	9,80	39,00	7,84	31,20
2022	1,20	6,20	12,00	56,00	10,80	49,80	8,64	39,84
2023	1,20	7,40	12,00	68,00	10,80	60,60	8,64	48,48
2024	1,20	8,60	12,00	80,00	10,80	71,40	8,64	57,12
2025	1,20	9,80	12,00	92,00	10,80	82,20	8,64	65,76
2026	1,20	11,00	12,00	104,00	10,80	93,00	8,64	74,40
2027	1,20	12,20	12,25	116,25	11,05	104,05	8,84	83,24
2028	1,20	13,40	12,25	128,50	11,05	115,10	8,84	92,08
2029	1,20	14,60	12,25	140,75	11,05	126,15	8,84	100,92
2030	1,20	15,80	12,25	153,00	11,05	137,20	8,84	109,76
2031	1,20	17,00	12,25	165,25	11,05	148,25	8,84	118,60
2032	1,20	18,20	12,25	177,50	11,05	159,30	8,84	127,44
2033	1,20	19,40	12,25	189,75	11,05	170,35	8,84	136,28
2034	1,20	20,60	12,25	202,00	11,05	181,40	8,84	145,12
2035	1,20	21,80	12,25	214,25	11,05	192,45	8,84	153,96
2036	1,20	23,00	12,25	226,50	11,05	203,50	8,84	162,80
2037	1,20	24,20	12,25	238,75	11,05	214,55	8,84	171,64
2038	1,20	25,40	12,25	251,00	11,05	225,60	8,84	180,48



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 18 / 18
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

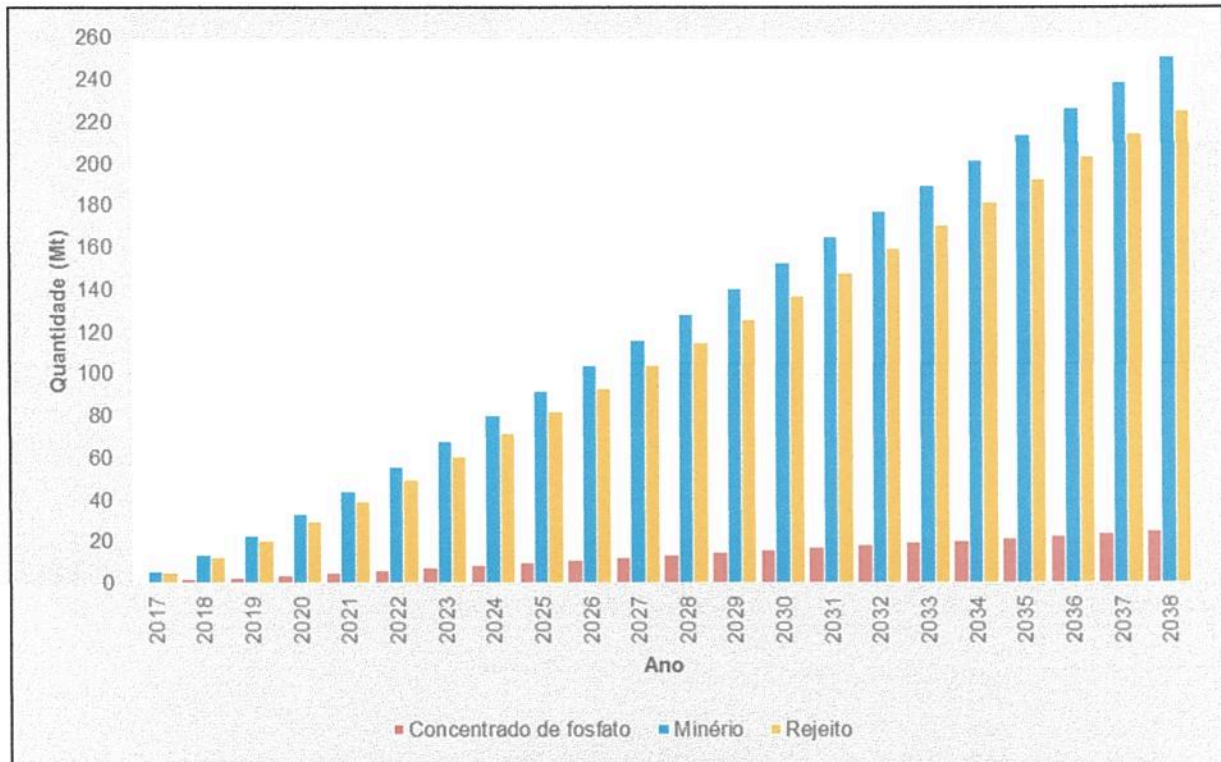


Figura 4.1– Comparativo entre a quantidade de minério extraído, concentrado de fosfato produzido e rejeito gerado

### 4.3 NECESSIDADE HÍDRICA

O uso de água no empreendimento ocorrerá no processo de concentração e beneficiamento da rocha fosfática, na produção de ácido sulfúrico e ácido fosfórico e nas utilidades e serviços gerais do empreendimento. Por questões de demanda do processo, a água para Planta Química não poderá ser proveniente de recirculação da barragem de rejeitos. Portanto, a planta química demandará um suprimento diferenciado de água nova, proveniente das barragens Sabão II e Jacú.

De acordo com documento CL-HC-031-RT-02-00, para atender as demandas do empreendimento é necessário a captação de 140m<sup>3</sup>/h e 190 m<sup>3</sup>/h das barragens Jacú e Sabão II, respectivamente, para uso na Planta Química, 320 m<sup>3</sup>/h da Barragem Sabão II para demanda ambiental e 830 m<sup>3</sup>/h da Barragem Sabão I para a Planta de concentração de fosfato. A Figura 4.2 e a Tabela 4.2 mostram os fluxos de água previstos para o sistema.



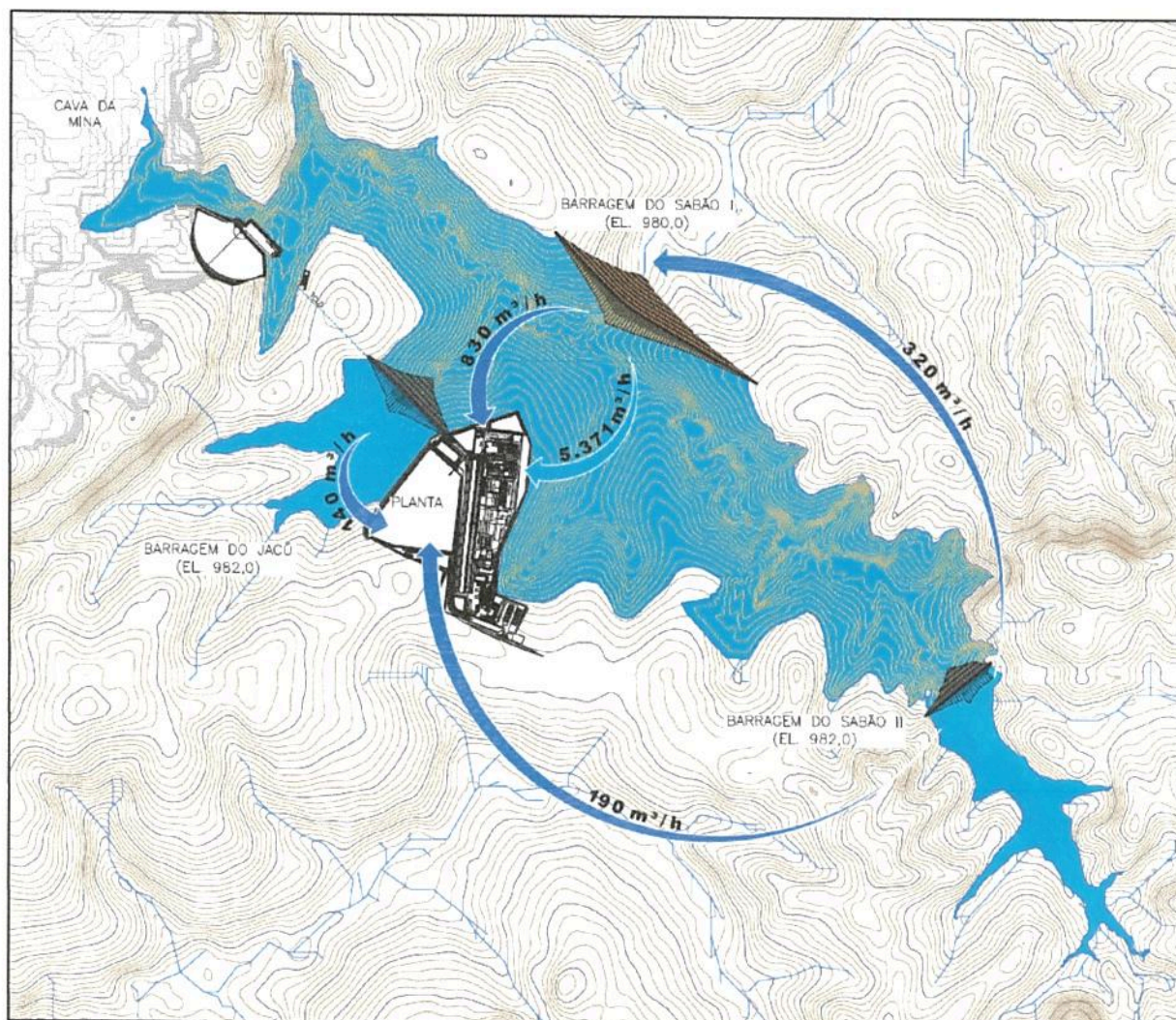




Figura 4.2– Fluxograma de demanda de água do empreendimento

Tabela 4.2 – Vazão de água necessária para o empreendimento

ORIGEM	DESTINO	VAZÃO MÁXIMA (m³/h)	DESCRIÇÃO
Barragem do Sabão I	Planta de beneficiamento	5371	Água de recirculação
Barragem do Sabão I	Planta de beneficiamento	830	Água nova
Barragem do Sabão II	Planta química	190	Água nova
Barragem do Sabão II	Meio ambiente	320	Água de restituição
Barragem do Jacú	Planta química	140	Água nova

**Obs.: Considera-se que as captações de água serão realizadas por estações de bombeamento instaladas nos reservatórios das barragens.**



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 20 / 20
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

O documento CL-HC-031-RT-02-00 definiu as curvas de regularização dessas barragens bem como o volume de acumulação necessário para a regularização da vazão demandada pelo empreendimento. No entanto, houve mudanças nas barragens que levaram a necessidade de adaptação do estudo já realizado pela CLAM. Dentre as mudanças estão a relocação do eixo e a elevação da crista das barragens. Essas mudanças geram um aumento de volume dos reservatórios de água e rejeitos e também a modificação da área de contribuição de cada barragem.

Para o novo estudo de regularização de vazão dos reservatórios foram utilizadas as seguintes informações:

- Curvas cota x área x volume das barragens;
- Série histórica de vazões geradas pela CLAM disponíveis no documento CL-HC-031-RT-02-00. Para adequação dessas séries as novas áreas de contribuição foram realizadas correlações com as áreas de contribuição atuais e antigas;
- As séries pluviométricas de médias mensais geradas a partir das estações pluviométricas Salitre (código 01946005) e Serra do Salitre (código 01946008), ambas de responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA);
- A série de evaporação média mensal foi obtida de dados mensais de evaporação real da estação Araxá código 83579 do INMET;
- As áreas de contribuição foram calculadas de acordo com as novas localizações e/ou geometrias das barragens (Figura 4.3).

 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 21 / 21
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

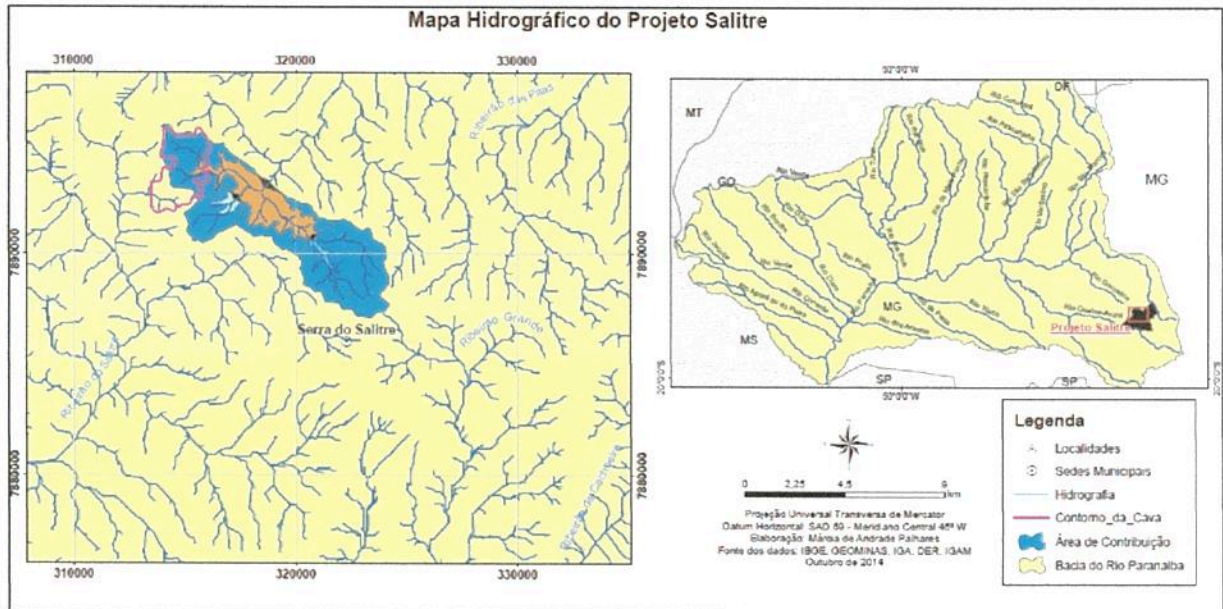


Figura 4.3– Áreas de contribuição das barragens do Projeto Salitre



Na Tabela 4.3 é apresentado um resumo dos parâmetros hidrológicos utilizados nas simulações.

Tabela 4.3 – Parâmetros hidrológicos utilizados nas simulações

PARÂMETROS		BARRAGENS		
		SABÃO I	SABÃO II	JACÚ
Área de contribuição	(km <sup>2</sup> )	16,4	12,5	4,1
Vazão média de longo termo, Q <sub>MLT</sub>	(m <sup>3</sup> /h)	1072,8	810,7	268,2
Vazão demandada pelo sistema	(m <sup>3</sup> /h)	830	510	140
Percentual da Q <sub>MLT</sub>	(%)	77	63	52
Volume disponível para regularização	(x10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> )	6,5	6,0	10,6



Para determinação das vazões regularizadas dos reservatórios foi utilizado o modelo AcquaNet-LabSid, desenvolvido no Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, a partir do modelo ModSim da Colorado State University. Nesse modelo a operação dos reservatórios é feita utilizando-se o conceito de volume meta ou nível meta, ao qual se atribui uma prioridade. Desta forma sempre que o volume armazenado for menor que o volume meta, o reservatório guardará água desde que as outras prioridades da rede sejam menores.



	 <b>Dinésio Franco</b> <small>ENGENHARIA / GEOTECNIA</small>	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 22 / 22
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

Para a alocação das demandas em cada barragem foi primeiramente utilizado as demandas necessárias nas plantas do Projeto Salitre, considerando uma garantia de atendimento de 100%.

O modelo utilizado está apresentado na Figura 4.4.

	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 23 / 23
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

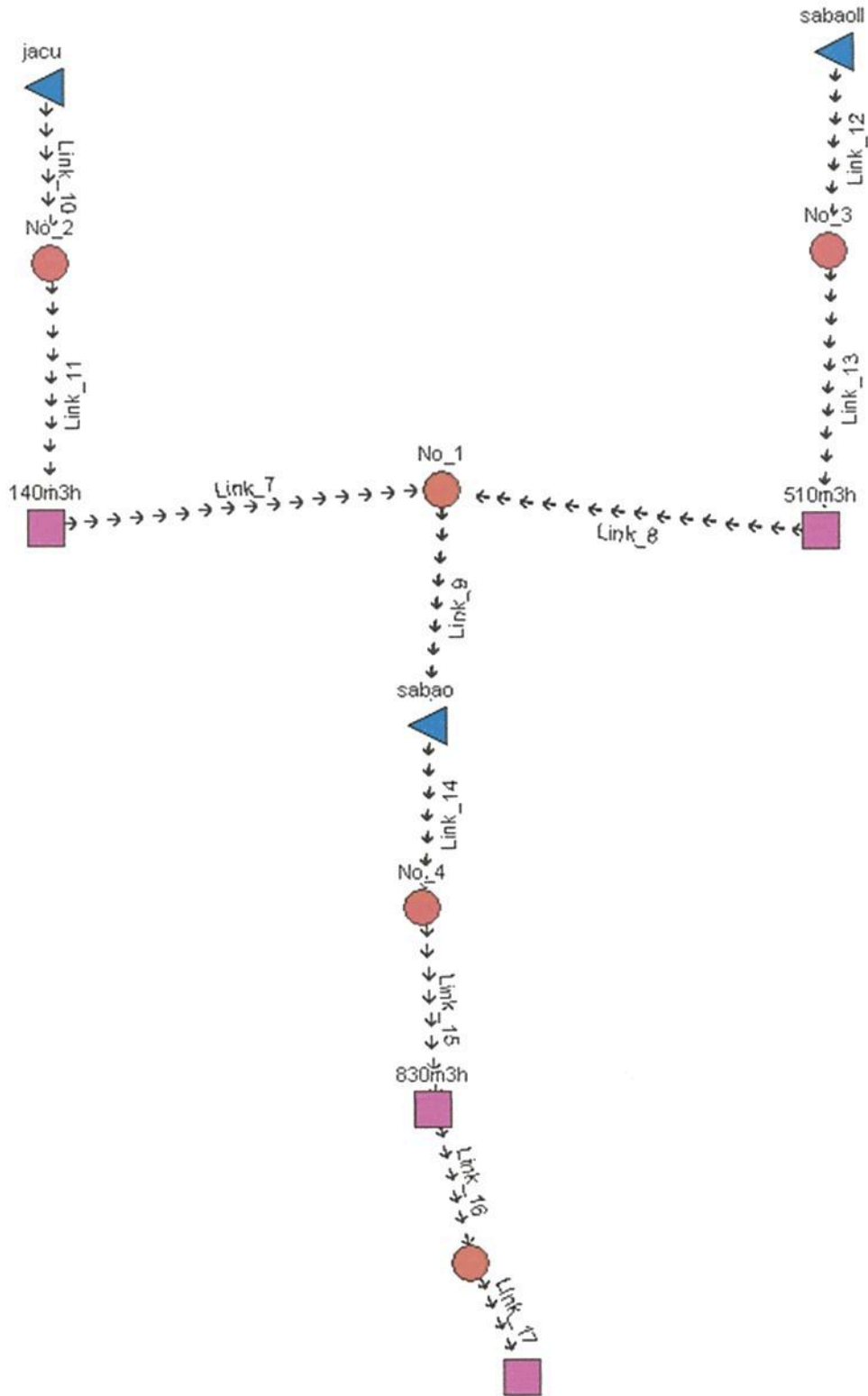




Figura 4.4 – Esquema de reservatórios e demandas do sistema de barragens do Projeto Salitre



 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 24 / 24
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

Como pode ser observado na Figura 4.4, que representa a rede de fluxo construída, as barragens Jacu e Sabão II vertem para o reservatório de Sabão I e as demandas de Sabão I somente serão atendidas após o total atendimento das vazões captadas nas barragens de montante, pois as prioridades dessas são maiores que a de jusante na simulação.

A Figura 4.5 mostra a variação do volume dos reservatórios das três barragens, ao longo do tempo de simulação. **A simulação se inicia após completo enchimento dos reservatórios, uma vez que a definição do tempo de enchimento de cada reservatório será realizada posteriormente.**

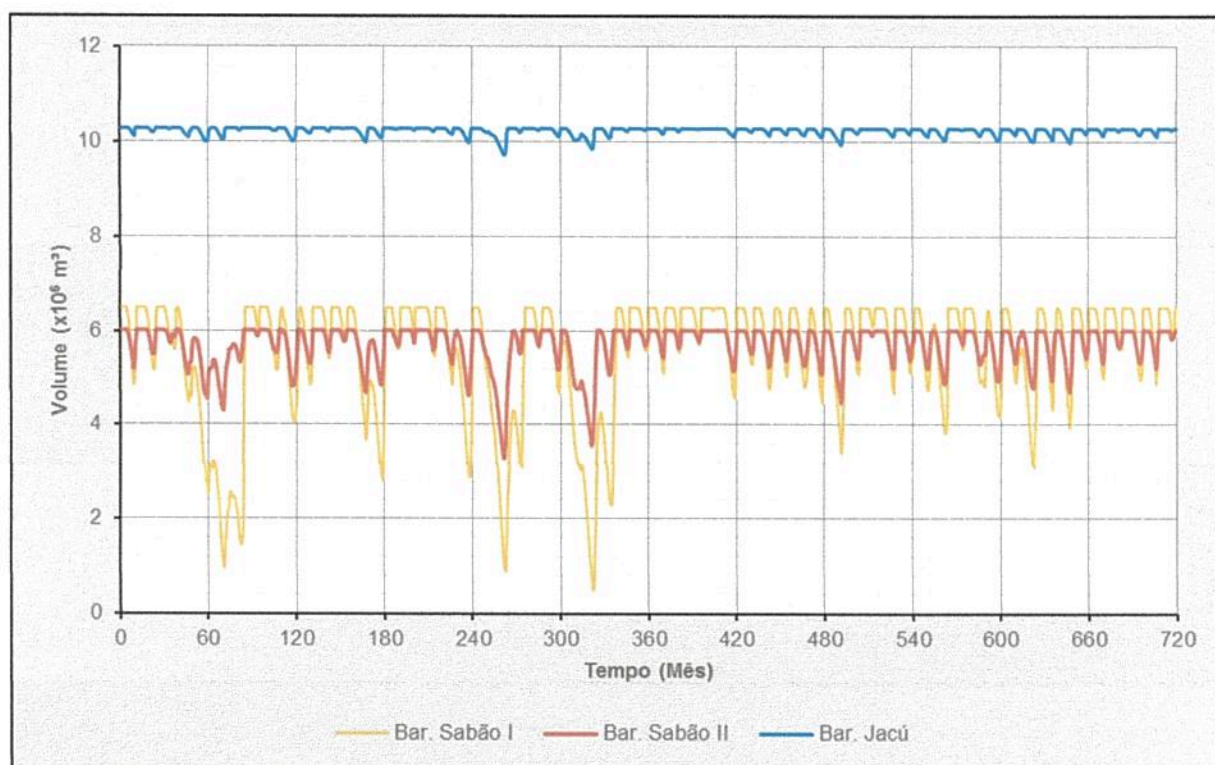


Figura 4.5 – Simulação do volume de água acumulado no reservatório da barragem Jacú, Sabão II e Sabão I com atendimento a demanda de 140 m<sup>3</sup>/h, 510 m<sup>3</sup>/h e 830 m<sup>3</sup>/h, respectivamente.





 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 25 / 25
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

Tabela 4.4 – Garantia de atendimento as demandas do Projeto Salitre pelos reservatórios das Barragens

Garantia	Reservatório Jacú	Reservatório Sabão II	Reservatório Sabão I
Total de falhas	0	0	0
Período analisado (mês)	732	732	732
Garantia de atendimento (%)	100	100	100

Conforme observado na Figura 4.5 e Tabela 4.4, os reservatórios das Barragens Sabão I, Sabão II e Jacú atendem as demandas do projeto sem a ocorrência de falhas.



 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 26 / 26
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

## 5 CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE BARRAGENS

O Sistema considerado neste relatório é composto pelas barragens do Sabão I, Sabão II e Jacú, sendo a primeira para acumulação de rejeitos e as demais para acumulação de água limpa. Abaixo, na Tabela 5.1, é apresentado um resumo com as principais características destas estruturas para esta fase do projeto.

Tabela 5.1 – Principais características das barragens

ITEM		BARRAGENS		
		SABÃO I	SABÃO II	JACÚ
Elevação do coroamento	(m)	980,0	982,0	982,0
Altura da barragem	(m)	82,0	46,0	61,0
Elevação da soleira do extravasor / N.A. normal	(m)	978,0	980,0	980,0
Volume do maciço	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	5,48	0,90	1,88
Volume útil do reservatório	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	190,65*	6,02	10,28
Volume total do reservatório	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	203,61	7,22	11,55
Área de ocupação do maciço da barragem	(ha)	23,4	6,3	10,6
Área do reservatório na el. da soleira do extravasor	(ha)	624,0	54,6	59,4
Área do reservatório na el. do coroamento	(ha)	648,0	65,6	63,8

\* O volume útil do reservatório é o volume disponível até a elevação da soleira do extravasor. No caso da bacia de acumulação da barragem do Sabão I considera-se que este volume será acrescido da soma dos volumes dos maciços das 3 barragens multiplicado por um fator de empolamento (aproximadamente 15%), já que os materiais de empréstimo para construção destes maciços poderão ser provenientes de áreas no interior desta bacia. Detalhando este valor tem-se:  
 $181,15 + [(5,48 + 0,90 + 1,88) \times 1,15] = 190,65 \text{ (x}10^6 \text{ m}^3\text{)}$ . A parcela referente à barragem do Jacú poderá ser desconsiderada caso os materiais de empréstimo para sua construção sejam provenientes da cava da mina, desta forma, o volume útil do reservatório da barragem do Sabão I será reduzido para  $188,49 \text{ x}10^6 \text{ m}^3$ .

### 5.1 LOCALIZAÇÃO DOS EIXOS

Os estudos locacionais para implantação das barragens levaram em consideração os seguintes aspectos:

- O potencial de acumulação de cada uma delas;
- A capacidade de regularização de vazão;
- A localização da correia transportadora;
- O menor volume de maciço;

 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 27 / 27
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

As barragens de água encontram-se à montante da barragem de rejeitos, estando ainda, dentro da área de influência de sua bacia de acumulação.

A Tabela 5.2 apresenta a locação dos eixos das barragens. Os pontos nesta tabela estão representados no desenho P1439-GALV-C-BA-DE-02-BT, anexo a este relatório.



Tabela 5.2 – Locação dos eixos das barragens

BARRAGEM	COORDENADAS		
	PONTO	E	N
SABÃO I	P1	318.242,80	7.893.555,76
	P2	318.679,01	7.893.101,44
	P3	319.504,89	7.892.623,22
SABÃO II	P1	320.553,88	7.890.564,20
	P2	320.962,17	7.890.897,03
JACÚ	P1	317.085,24	7.892.776,12
	P2	317.625,68	7.892.241,51

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS OCUPADAS PELAS BARRAGENS

Conforme observado na Figura 5.1, a área que sofrerá influência das barragens e seus reservatórios possui baixa densidade de vegetação. A maior parte desta área já vem sendo utilizada para lavoura ou pastagem. Ocorre maior concentração de mata nos fundos de talwegues (matas ciliares) e na região da barragem Sabão II, onde o relevo não favorece a exploração por algum tipo de cultura ou utilização como pastagem.



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 28 / 28
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

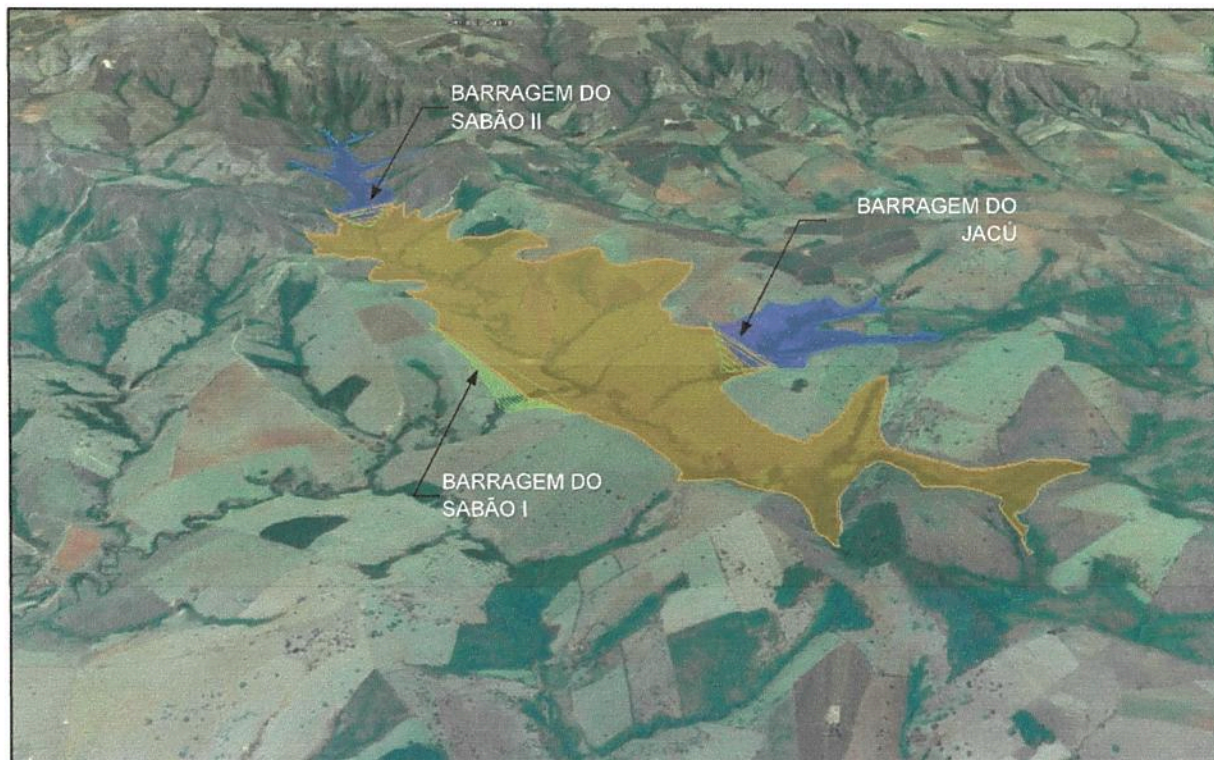


Figura 5.1 – Imagem aérea da área de implantação das barragens (fonte: Google Earth)

Na Figura 5.2 são detalhados os tipos de coberturas encontradas no interior da área que será ocupada pelas barragens e seus reservatórios. Os limites destas áreas foram extraídos do desenho **113-00-000-MT-002-R01**, fornecido pela GALVANI.

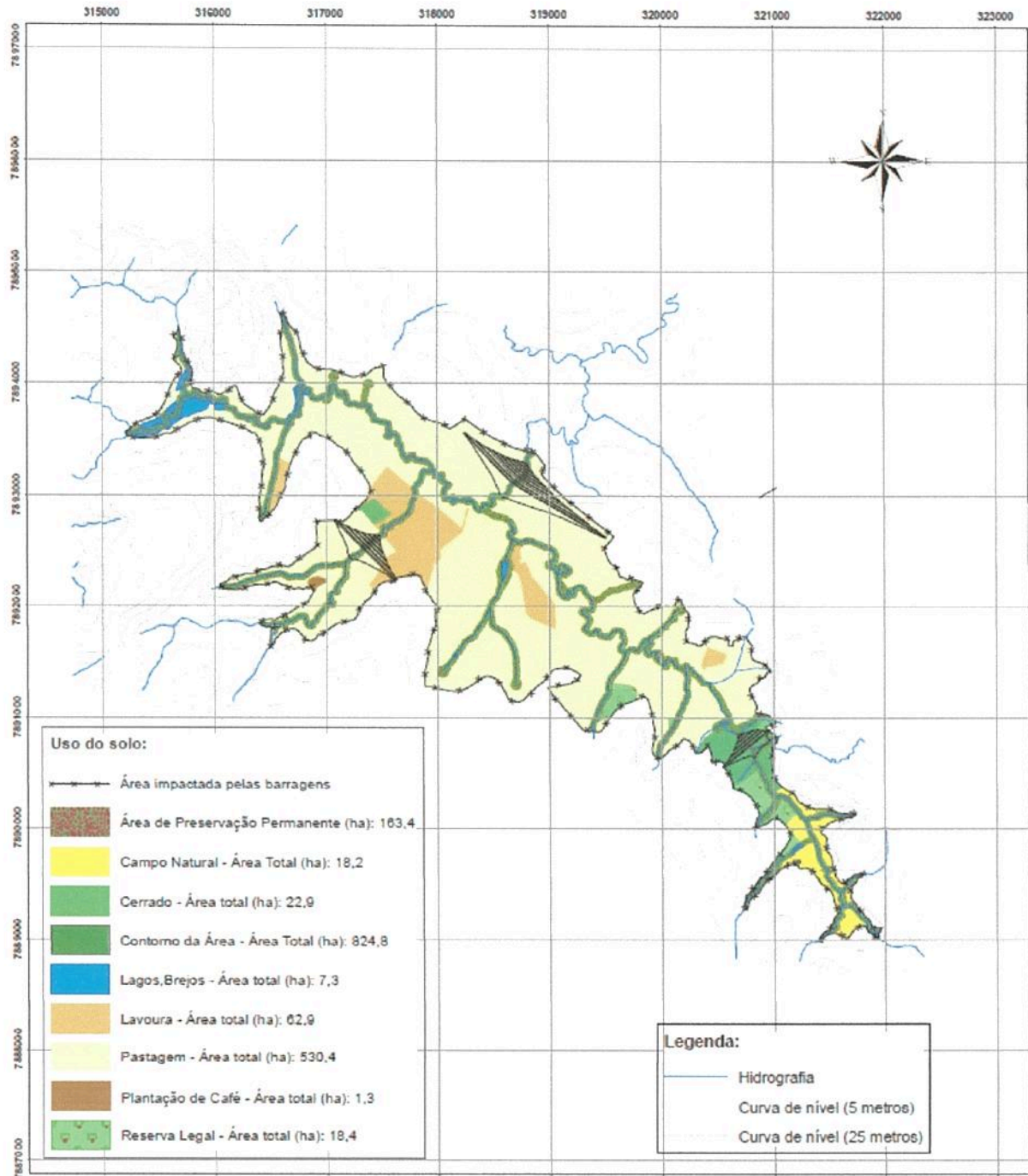


Figura 5.2 – Uso e ocupação do solo na área de implantação das barragens e seus reservatórios

A Tabela 5.3 resume os tipos de coberturas do solo e as parcelas de comprometimento de cada um.





	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 30 / 30
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

Tabela 5.3 – Tipos de coberturas do solo nas áreas ocupadas pelas barragens

USO DO SOLO	ÁREA (ha)	%
APP	163,4	19,9%
Lavoura	58,4	7,0%
Sem cultura	4,5	0,5%
Brejos e represas	7,3	0,9%
Campo natural	18,2	2,2%
Mato cerrado	22,9	2,8%
Pastagem	530,4	64,3%
Plantação de café	1,3	0,2%
Reserva legal	18,4	2,2%
<b>TOTAL</b>	<b>824,8</b>	<b>100,0%</b>



A área total a ser ocupada pelas estruturas das barragens e seus reservatórios será de **824,8 ha** e considera: (1) as áreas dos maciços das barragens; (2) as áreas dos reservatórios nas mesmas elevações dos coroamentos de cada barragem; (3) na barragem do Sabão I, à jusante, estão sendo consideradas uma faixa de 100 metros para construção do canal extravasor, junto à ombreira esquerda, e uma faixa de 50 metros para construção de acesso às bermas, junto à ombreira esquerda.

Pode-se observar que aproximadamente 73% da área a ser ocupada já não possui vegetação nativa.

### 5.3 BARRAGEM DO SABÃO I (REJEITOS)

A barragem do Sabão I foi concebida de forma a permitir a formação de uma bacia de acumulação para a disposição de todo rejeito gerado pela planta de concentração de fosfato durante 22 anos de operação.

Nesta concepção foram definidas: a locação do eixo da barragem final, da barragem inicial (start dam) e dos maciços de alteamentos sucessivos, bem como suas geometrias e limites das bacias de acumulação. Na Figura 5.3 é apresentada a seção do maciço da barragem.

	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 31 / 31
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

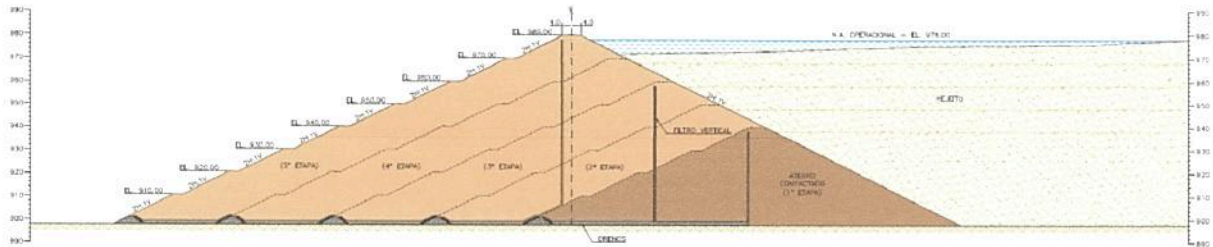


Figura 5.3 – Seção típica da Barragem do Sabão I.



É previsto que o maciço seja executado em 5 etapas, sendo a primeira construída na elevação 940,0 e as demais por alteamentos sucessivos para jusante a cada 10 metros de altura. O coroamento terá 8 m de largura, o talude de montante uma inclinação de 2H:1V, os taludes entre bermas de jusante terão altura de 10 m e inclinação de 2H:1V e bermas terão 4 m de largura. Esses parâmetros poderão sofrer alterações em etapas posteriores do projeto, após os resultados das investigações de campo e dos ensaios de laboratório.

Considera-se neste relatório que todos os materiais de empréstimo necessários para construção dos maciços de cada etapa da barragem do Sabão I e maciços das barragens do Sabão II e Jacú serão provenientes de áreas no interior da bacia de acumulação da barragem Sabão I. Para os cálculos dos volumes de empréstimo, consideram-se os volumes do maciços compactados das barragens multiplicados por um fator de empolamento (aproximadamente 15% para solos finos). A Tabela 5.4 mostra os volumes que serão removidos no interior da bacia de acumulação da barragem do Sabão I em cada etapa de construção.

Tabela 5.4 – Volumes de empréstimos provenientes de áreas no interior da bacia de acumulação da barragem Sabão I

ETAPA	VOLUME DE EMPRÉSTIMO (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
1	$\left[0,56 + \frac{(0,90 + 1,88)}{5}\right] \times 1,15 = 1,28$
2	$\left[0,58 + \frac{(0,90 + 1,88)}{5}\right] \times 1,15 = 1,31$
3	$\left[0,92 + \frac{(0,90 + 1,88)}{5}\right] \times 1,15 = 1,70$
4	$\left[1,39 + \frac{(0,90 + 1,88)}{5}\right] \times 1,15 = 2,24$



 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 32 / 32
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

ETAPA	VOLUME DE EMPRÉSTIMO (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
5	$\left[ 2,03 + \frac{(0,90 + 1,88)}{5} \right] \times 1,15 = 2,97$
<b>TOTAL</b>	<b>9,50</b>

A equação na Tabela 5.4 representa:

$$\left[ V_{\text{Sabão I}} + \frac{(V_{\text{Sabão II}} + V_{\text{Jacú}})}{5} \right] \times 1,15$$

Onde:

$V_{\text{Sabão I}}$  = Volume do maciço da barragem do Sabão I na etapa;

$V_{\text{Sabão II}}$  = Volume do maciço da barragem do Sabão II;



$V_{\text{Jacú}}$  = Volume do maciço da barragem do Jacú;

A divisão por 5 significa distribuir uma parcela do volume de empréstimo associado às barragens do Sabão II e Jacú por todas as etapas de construção da barragem do Sabão I, já que elas serão executadas em etapa única. A multiplicação por 1,15 é atribuída ao empolamento.

A Tabela 5.5 resume as principais características previstas para esta estrutura e a Figura 5.4 ilustra, esquematicamente, os volumes considerados.

Tabela 5.5 – Principais características das etapas da Barragem do Sabão I.

ITEM		ETAPA				
		1	2	3	4	5
Elevação do coroamento	(m)	940,0	950,0	960,0	970,0	980,0
Altura da barragem	(m)	42,0	52,0	62,0	72,0	82,0
Elevação da soleira do extravasor / N.A. normal	(m)	938,0	948,0	958,0	968,0	978,0
Volume do maciço	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	0,56	0,58	0,92	1,39	2,03
Volume útil do reservatório (por etapa)*	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	26,58	24,27	34,47	45,87	59,46
Volume disponível para rejeito (por etapa)**	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	20,08	24,27	34,47	45,87	59,46
Volume total do reservatório (por etapa)	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	30,43	26,17	36,50	48,30	62,20
Volume útil do reservatório (valores acumulados)	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	26,58	50,85	85,32	131,19	190,65
Volume disponível para rejeito (valores acumulados)	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	20,08	44,4	78,9	124,7	184,15
Volume total do reservatório (valores acumulados)	(x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	30,43	56,60	93,11	141,41	203,61

	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 33 / 33
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

ITEM		ETAPA				
		1	2	3	4	5
Vida útil	anos	3,5	3,0	4,0	5,2	6,3
Área de ocupação do maciço da barragem	(ha)	4,4	7,3	11,2	16,5	23,4
Área do reservatório na el. da soleira do extravasor	(ha)	183,9	277,7	378,8	497,7	624,0
Área do reservatório na el. do coroamento	(ha)	201,6	297,3	400,6	524,3	648,0

\* O volume útil do reservatório considera o volume acumulado até a elevação da soleira do extravasor. O acréscimo dos volumes da Tabela 5.4 estão considerados.

\*\* O volume disponível para rejeito é igual ao volume útil menos o volume de água ( $6,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) necessário para regularização da vazão demandada pela Planta de Processos ( $830 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

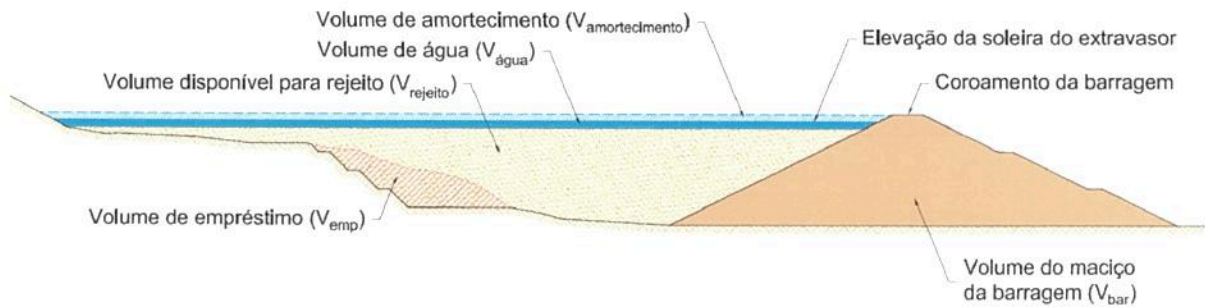




Figura 5.4 – Esquema dos volumes considerados.

A Figura 5.5 apresenta uma relação entre a geração de rejeitos e as etapas da barragem do Sabão I.



 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 34 / 34
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

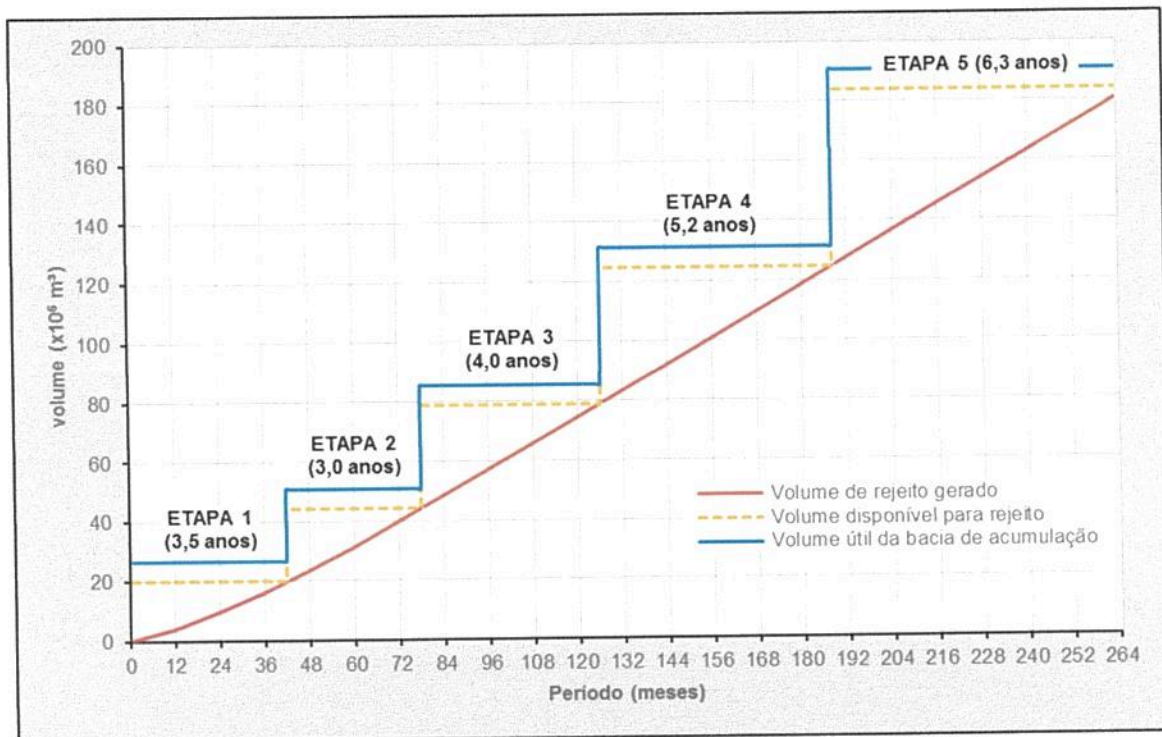


Figura 5.5 – Geração de rejeitos x Etapas da barragem do Sabão I.

Nas Figura 5.6 e Figura 5.7 são apresentadas as curvas de ELEVACÃO x VOLUME do maciço da barragem e da bacia de acumulação.

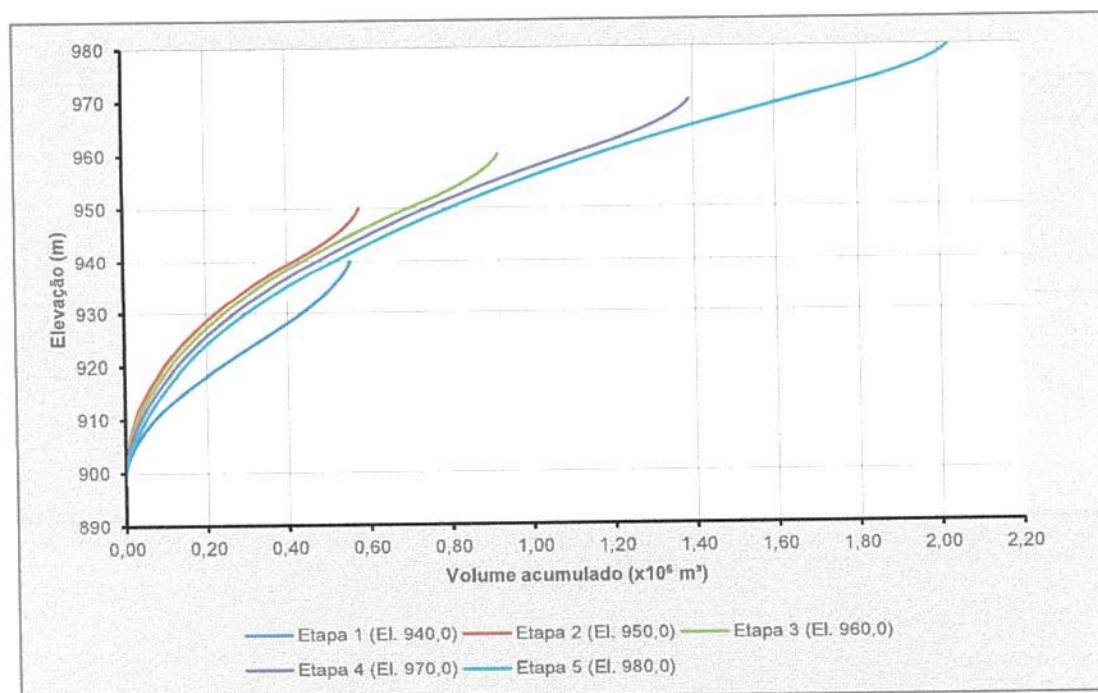




Figura 5.6 – Curvas Elevação x Volume dos maciços das 5 etapas da Barragem do Sabão I.

 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 35 / 35
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

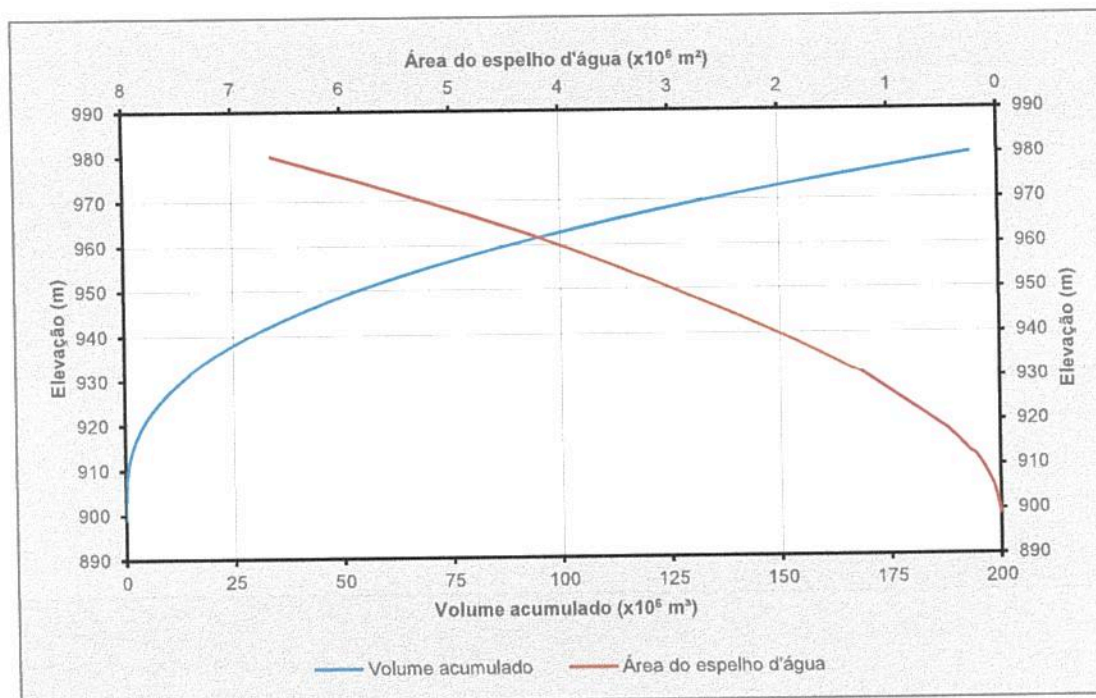


Figura 5.7 – Curvas Elevação x Volume x Área da bacia de acumulação da Barragem do Sabão I.

**Obs.: As curvas da bacia de acumulação não consideram o acréscimo devido a remoção dos materiais de empréstimo no interior da bacia.**

#### 5.4 BARRAGEM DO SABÃO II (ÁGUA)

A barragem do Sabão II foi concebida para ser construída em uma única etapa de forma a permitir a formação de uma bacia de acumulação de água e uma regularização de vazão de 510 m<sup>3</sup>/h, sendo 190 m<sup>3</sup>/h para suprir parte da demanda da Planta Química e 320 m<sup>3</sup>/h para restituir ao meio ambiente.

Nesta concepção foram definidas a localização do eixo da barragem e a geometria do maciço. Na Figura 5.8 é apresentada a seção do maciço desta barragem.

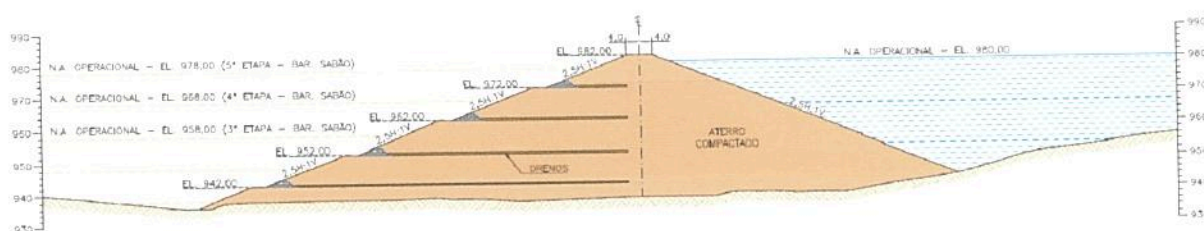




Figura 5.8 – Seção típica da Barragem do Sabão II



	 <b>Dinésio Franco</b> <small>ENGENHARIA / GEOTECNIA</small>	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 36 / 36
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

É previsto que o maciço seja executado em etapa única até a elevação 982,0. O coroamento da barragem terá 8 m de largura, o talude de montante uma inclinação de 2,5H:1V, os taludes entre bermas de jusante com altura de 10 m e inclinação de 2,5H:1V e bermas com 4 m de largura. Esses parâmetros poderão sofrer alterações em etapas posteriores do projeto, após os resultados das investigações de campo e dos ensaios de laboratório.

A Figura 5.8 mostra um esboço prévio dos drenos internos, a serem utilizados nessa barragem. Esses drenos serão melhor avaliados durante o detalhamento do projeto e poderão sofrer revisões.

O coroamento da barragem do Sabão II terá elevação 2 metros acima da elevação do coroamento da última etapa da barragem do Sabão I, de forma, que os rejeitos não invadam a bacia de acumulação de água limpa.

A largura útil do coroamento da barragem do Sabão II permitirá o tráfego de veículos dos sitiantes da região em função do desvio da atual estrada que transpõe o córrego do Sabão, conforme solicitação da GALVANI.

Nas Figura 5.9 e Figura 5.10 são apresentadas as curvas de ELEVÇÃO x VOLUME do maciço da barragem e da bacia de acumulação.

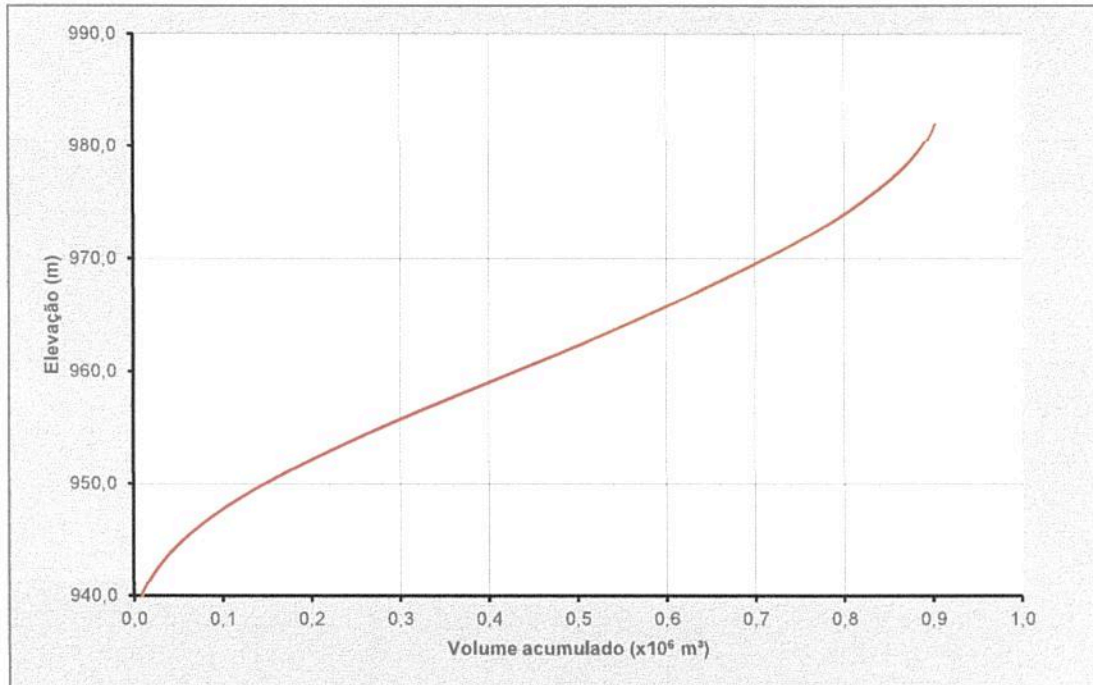


Figura 5.9 – Curva Elevação x Volume do maciço da Barragem do Sabão II

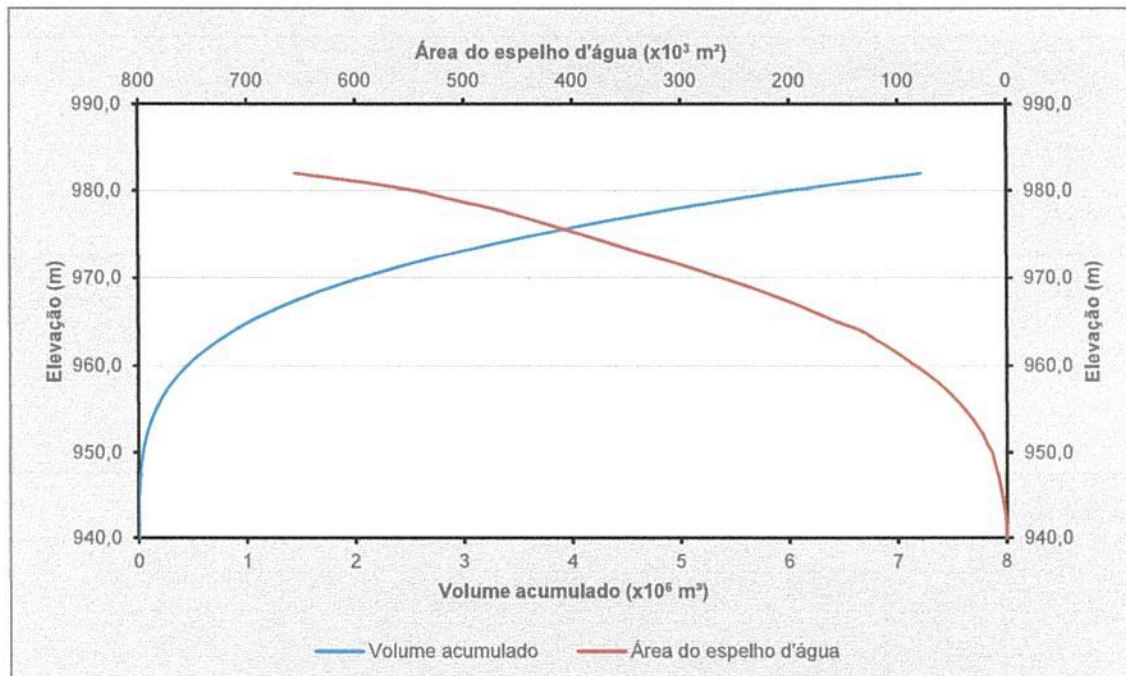




Figura 5.10 – Curvas Elevação x Volume x Área da bacia de acumulação da Barragem do Sabão II



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 38 / 38
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

## 5.5 BARRAGEM DO JACÚ (ÁGUA)

A barragem do Jacú foi concebida de forma a permitir a formação de uma bacia de acumulação de água e a regularização de uma vazão de 140 m<sup>3</sup>/h para suprir parte da demanda da Planta Química.

Nesta concepção foram definidas a locação do eixo da barragem e a geometria do maciço. Na Figura 5.11 é apresentada a seção do maciço desta barragem.

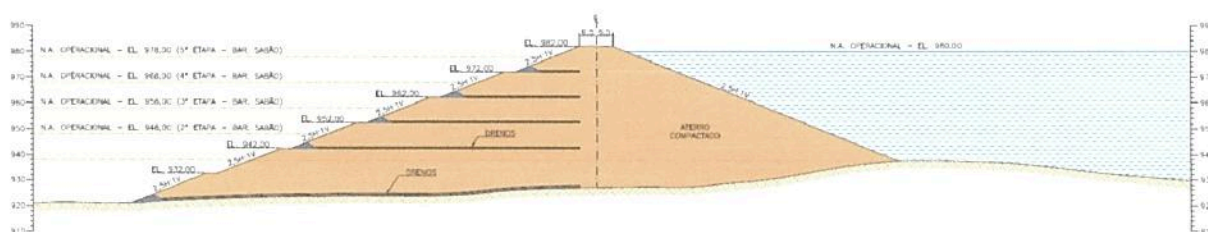


Figura 5.11 – Seção típica da Barragem do Jacú

O maciço será executado em etapa única até a elevação 982,0. O coroamento da barragem é previsto com 13 m de largura, o talude de montante com inclinação de 2,5H:1V, os taludes entre bermas de jusante com altura de 10 m e inclinação de 2,5H:1V e bermas com 4 m de largura. Esses parâmetros poderão sofrer alterações em etapas posteriores do projeto, após os resultados das investigações de campo e dos ensaios de laboratório.

A Figura 5.11 mostra um esboço prévio dos drenos internos, a serem utilizados nessa barragem. Esses drenos serão melhor avaliados durante o detalhamento do projeto e poderão sofrer revisões.

O coroamento da barragem do Jacú estabelecerá interligação entre a região da cava da mina e a planta de processos e deverá permitir a montagem da estrutura da correia transportadora (TCLD), o tráfego de veículos e a passagem de tubulações de água e/ou rejeitos eventualmente.

 <b>Galvani</b>	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 39 / 39
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

O coroamento da barragem do Jacú terá elevação 2 metros acima da elevação do coroamento da última etapa da barragem do Sabão I, de forma, que os rejeitos não invadam a bacia de acumulação de água limpa.

Nas Figura 5.12 e Figura 5.13 são apresentadas as curvas de ELEVACÃO x VOLUME do maciço da barragem e da bacia de acumulação.

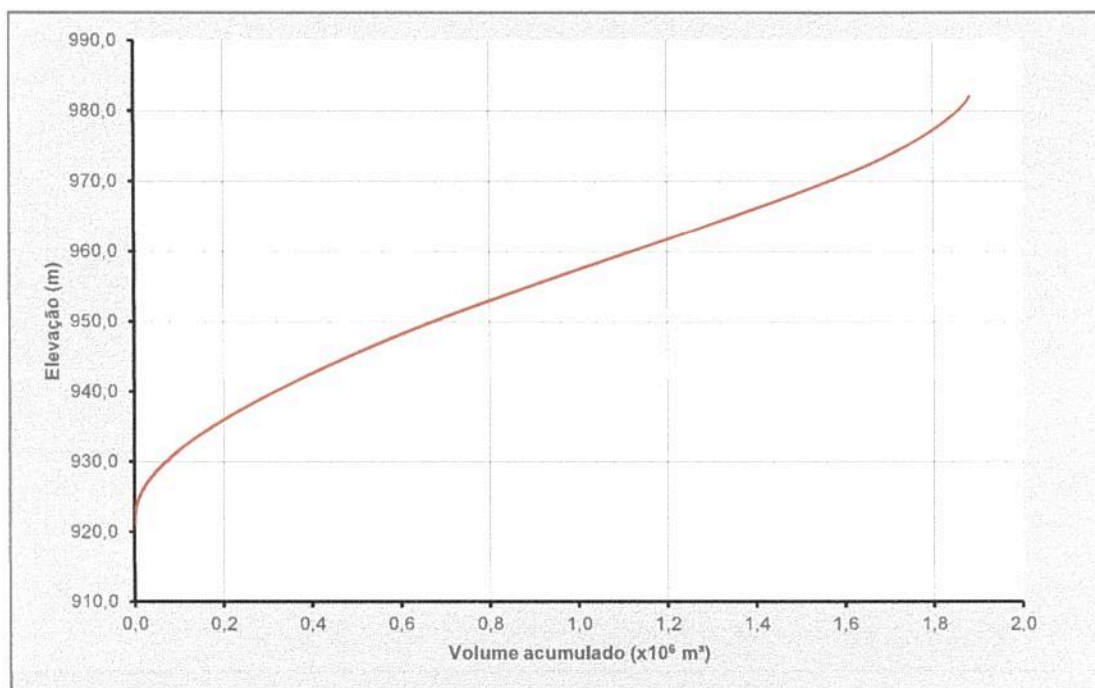



Figura 5.12 – Curva Elevação x Volume do maciço da Barragem do Jacú



	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 40 / 40
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

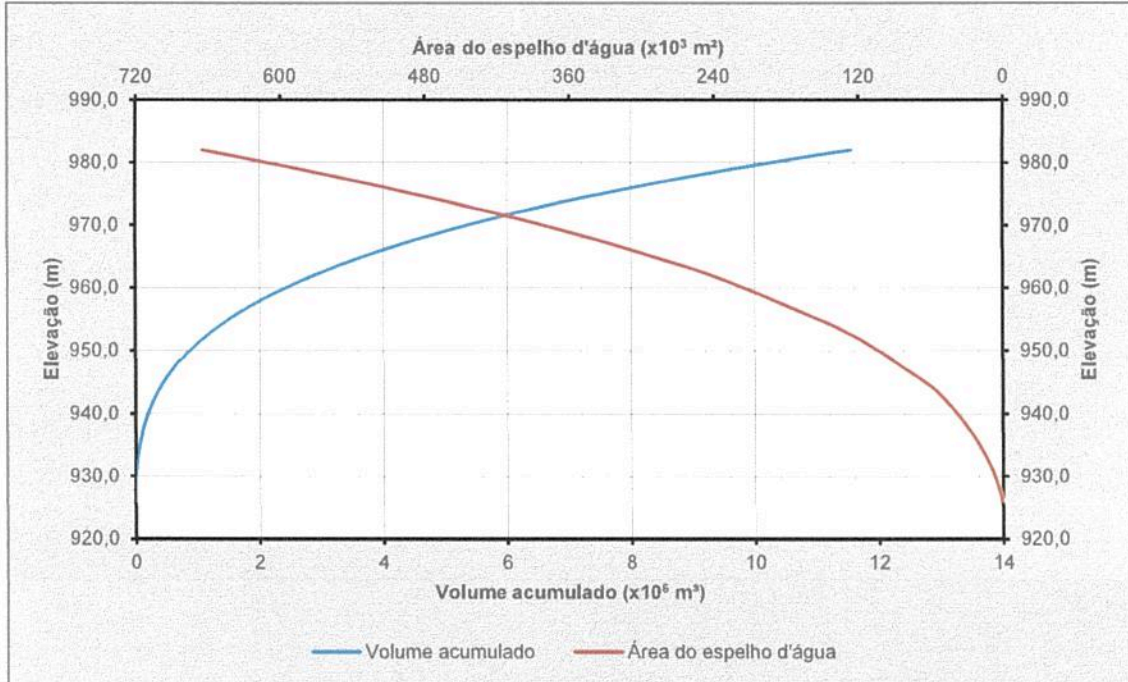




Figura 5.13 – Curvas Elevação x Volume x Área da bacia de acumulação da Barragem do Jacú

	 <b>Dinésio Franco</b> ENGENHARIA / GEOTECNIA	<b>PROJETO SALITRE</b>	
SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO DE CONCEPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO		N.º GALVANI:	FOLHA: 41 / 41
		N.º DINÉSIO FRANCO: P1439-GALV-C-BA-RL-01-GE	REV.: 3

## 6 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- a) *“Avaliação da disponibilidade hídrica superficial para suprimento de água e revisão do balanço hídrico e de massa da barragem de rejeitos”* nº **CL-HC-031-RT-02-00**, elaborado pela CLAM Engenharia Hidrocnese em março de 2012.
- b) Relatório de Resultados de Ensaios Geotécnicos de Laboratório. TLF-6323/PP-1624R2-09. Geolabor Engenharia. Fevereiro/2009.
- c) Relatório dos Projetos de Concepção e Executivo da Barragem do Sabão – El. 935,0 – elaborado pela Dinésio Franco em agosto de 2009.
- d) *“Relatório de atendimento às informações complementares solicitadas pelo COPAM TMAP”* – elaborado pela BRANDT Meio Ambiente em março de 2009.
- e) Desenho 113-00-000-MT-002-R01, fornecido pela GALVANI.
- f) Desenho 113-00-000-DW-007-R10, fornecido pela GALVANI.