

REV.	EMISSÃO	DATA	E.P.	C.P.	MRN	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
0	B	18/05/18	SHV	JPF	VB	Emissão para comentários do cliente
1	I	18/05/18	SHV	JPF	VB	Para conhecimento
2	I	29/06/18	SHV/MAB	JPF	VB	Atendimento a comentários.

EMISSÕES

TIPOS DE EMISSÃO

(A) PRELIMINAR

(B) PARA APROVAÇÃO

(C) APROVADO

(D) PARA CONSTRUÇÃO

(E) PARA COMPRA

(F) CONFORME CONSTRUÍDO

(G) CONFORME COMPRADO

(H) CANCELADO

(I) PARA CONHECIMENTO

CONTRATADA

PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA

Nº DOC. PROJETISTA:

RN-398-MD-46608-01

Nº ARQUIVO ELETRÔNICO:

RN-398-MD-46608-01

**PROJETO TROMBETAS**

PROJETO:

FASE IV - PRODUÇÃO 16,3 MTPA - MELHORIAS

TÍTULO DO DOCUMENTO:

SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS
RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19
MEMORIAL DESCRITIVO

ÁREA:

MINA

Nº DOCUMENTO MRN:

QC5-JPA-09-24-002-MD

REV.

2

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 2/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

MINERAÇÃO RIO DO NORTE

FASE IV – PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA - MELHORIAS

**SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS
RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19
MEMORIAL DESCRITIVO**

QC5-JPA-09-24-002-MD-2

RN-398-MD-46608-01

JUNHO/2018

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 3/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

MINERAÇÃO RIO DO NORTE

SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	5
2	LOCALIZAÇÃO	5
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	7
4	BASE TOPOGRÁFICA.....	7
5	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO RESERVATÓRIO.....	7
5.1	Geometria do projeto.....	8
5.2	Quantitativos gerais de terraplenagem e volume disponível do reservatório do SP-19.....	9
5.3	Curva Cota x Volume do Reservatório	10
5.4	Segurança de Barragens para o Quesito Sistema Extravador	10
5.5	Sistema Extravador.....	12
5.6	Sistema de Recuperação de Água	14
5.7	Proteção Superficial das Cristas e Taludes	14
5.8	Sistema de Drenagem Superficial	14
5.9	Tubulações para Lançamento de Rejeitos.....	14
5.10	Instrumentações das Paredes.....	15
5.11	Classificação para Barragens de Mineração - DNPM.....	16
6	METODOLOGIA CONSTRUTIVA	20
6.1	Serviços Preliminares.....	20
6.2	Limpeza e Tratamento de Fundação	22
6.3	Escavações	22
6.4	Carga e Transporte	23
6.5	Aterros.....	24
6.5.1	Aterros Compactados	24
6.5.2	Aterros Lançados sem Controle	26
6.5.3	Aterros Compactados Manualmente	26
6.6	Preparação de acessos às paredes do reservatório	27
6.7	Sinalização e proteção de curva	27

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 4/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Layout atual do sistema de rejeitos da MRN – Layout do Platô Saracá – Destaque para o SP-19	6
Figura 2 – <i>Layout</i> do reservatório SP-19.	8
Figura 3 – Seção transversal típica do SP-19.....	9
Figura 4 – Detalhe esquemático de alteamento das paredes do SP-19 da elevação 202,0m para elevação 205,0 por linha de centro.	9
Figura 5 – Curva cota x volume do reservatório do SP-19.	10
Figura 6 – Croqui com Detalhe do Sistema Extravasador do SP-19	13
Figura 7– Croqui / Detalhe Esquemático do Posicionamento dos Instrumentos	15
Figura 8 – Indicação da Área de Empréstimo no interior do SP-19 e da área de Bota-Fora junto à parede norte do SP-16.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Documentos de referência a serem utilizados no projeto.....	7
Tabela 2 – Quantitativos gerais de terraplenagem e volumes disponíveis do SP-19.....	10
Tabela 3 – Tempo de Retorno Mínimo a ser Considerado para Dimensionamento do Sistema Extravasador em Função das Consequências e Legislação Vigente	11
Tabela 4 – Matriz de Classificação Quanto à Categoria de Risco (Resíduos e rejeitos) - Características Técnicas (CT)	16
Tabela 5 – Matriz de Classificação Quanto à Categoria de Risco (Resíduos e rejeitos) - Estado de Conservação (EC).....	17
Tabela 6- Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco (Resíduos e rejeitos) - Plano de Segurança da Barragem (PS).....	18
Tabela 7 – Classificação Quanto ao Dano Potencial Associado– DPA (Resíduos e Rejeitos).....	19
Tabela 8 – Classificação de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado	20

ADENDOS

ADENDO I – PLANILHAS DE QUANTIDADES

ADENDO II – DESENHOS

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 5/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

1 INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta o memorial descritivo do estudo do projeto Reservatório de Rejeitos Adensado SP-19, de propriedade da Mineração Rio do Norte, localizado no município de Oriximiná, estado do Pará.

A construção deste novo reservatório de rejeitos adensados é necessária para garantir a capacidade de armazenamento de rejeitos do sistema. O SP-19 configura-se como estrutura adicional, similar aos demais reservatórios, já construídos pela MRN para reservação dos rejeitos gerados no processo de beneficiamento da bauxita e garantindo os critérios de disposição/operação do sistema.

2 LOCALIZAÇÃO

A Figura 1 apresenta o layout atual do sistema de rejeitos da MRN no platô Saracá com a indicação da posição do reservatório SP-19. O layout completo de todo o sistema de rejeitos da MRN, com indicação dos reservatórios em operação, reservatórios em processo de fechamento e novos reservatórios, pode ser visto no documento QC5-JPA-09-20-733-DE.

SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS
RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19
MEMORIAL DESCRITIVONº.DOC. MRN:
QC5-JPA-09-24-002-MD
Nº DOC. PROJETISTA:
RN-398-MD-46608-01FL.:
6/29

REV.:

2

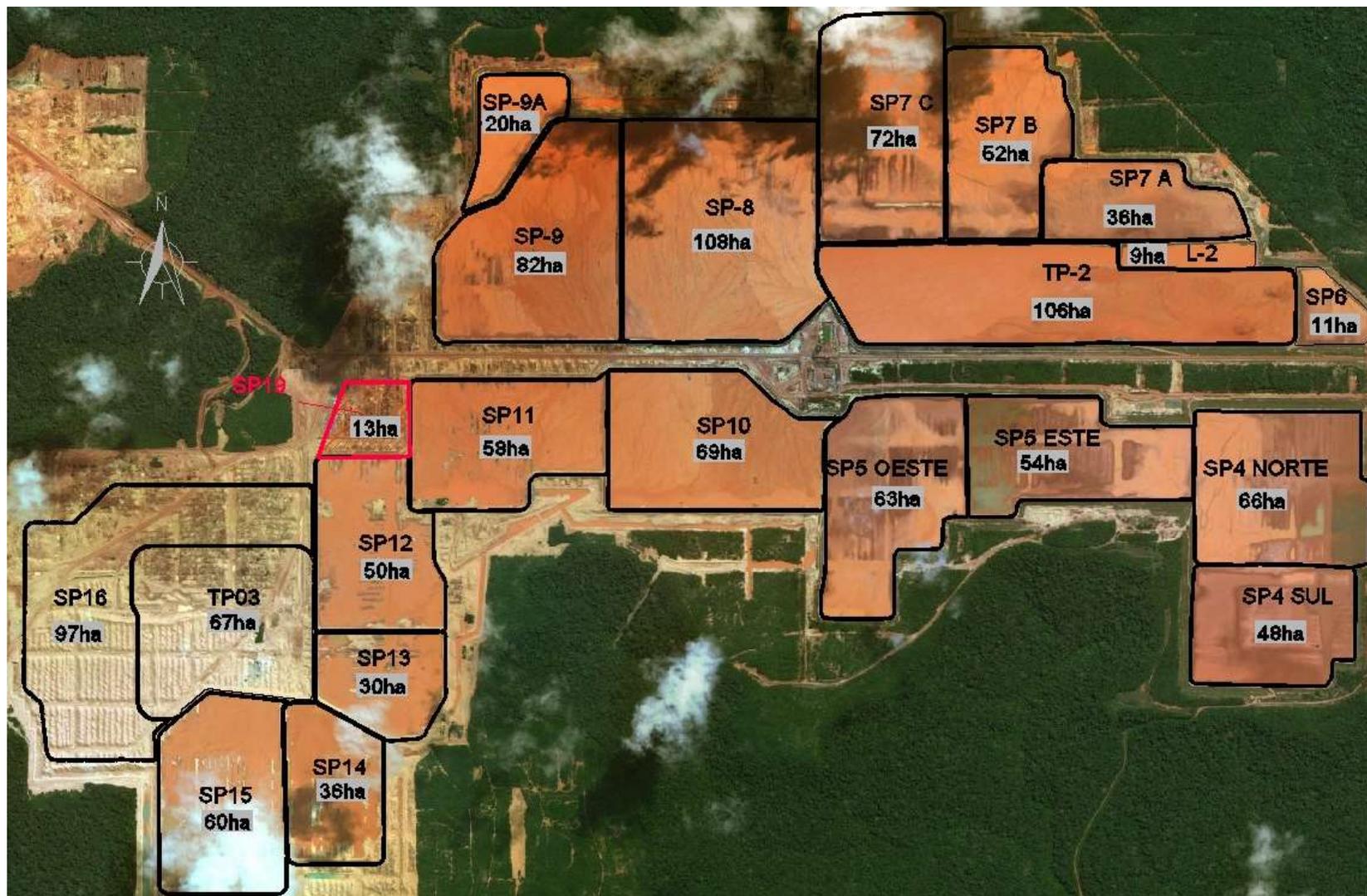


Figura 1 – Layout atual do sistema de rejeitos da MRN – Layout do Platô Saracá – Destaque para o SP-19

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 7/29
		Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

A Tabela 1 indica os documentos utilizados como referência para a elaboração desse relatório. Estes documentos serão utilizados como base de dados e informações para o desenvolvimento do Projeto do Reservatório SP-19.

Tabela 1 – Documentos de referência a serem utilizados no projeto

Tipo	Nome	Descrição
Relatório	QD5-JPA-09-24-264-ET	Sistema de Rejeitos e Recuperação de Finos – Reservatório TP3 – Etapa I - El.195m - Relatório de projeto e especificação de construção.
Relatório	QD5-JPA-09-24-264-RT	Sistema de Rejeitos e Recuperação de Finos – Reservatório TP3 – Etapa II – El. 202,0m – Relatório de Projeto e Especificação de Construção.
Desenho	Sem numeração	Base topográfica obtida por meio do aerolevanteamento, arquivo “bloco B Local.dwg”, disponibilizado pela MRN em agosto de 2017.
Desenho	QD5-MRN-26-21-029-DE	UP-26 sistema de rejeito e recuperação de finos - levantamento topográfico - planialtimétrico cadastral - área para projeto SP-19.
Relatório	Sem numeração	Nota Técnica Estabilidade das Encostas dos Platôs Saracá e Papagaio. Pimenta de Ávila Consultoria Ltda.

4 BASE TOPOGRÁFICA

O desenvolvimento do projeto do reservatório de rejeitos SP-19 foi realizado sobre a base topográfica do levantamento planialtimétrico cadastral, arquivo QD5-MRN-26-21-029-DE, disponibilizado pela MRN em abril de 2018.

Nos locais onde o levantamento topográfico supracitado se mostrou insuficiente, foi feito o complemento com a base topográfica obtida por meio do aerolevanteamento, arquivo “bloco B Local.dwg”, disponibilizado pela MRN em agosto de 2017.

5 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO RESERVATÓRIO

O reservatório SP-19 deve ser construído com a crista na elevação 202,0m com base alargada de maneira a permitir o alteamento por linha de centro para elevação 205,0m. A estrutura será projetada com cut-off e selagem no talude de montante com o objetivo de controlar percolações de água no maciço e na fundação do reservatório.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		N°.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 8/29
		N°.DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

Os aterros para conformação das paredes serão executados com argila amarela, proveniente das pilhas existentes no interior da área do reservatório.

5.1 Geometria do projeto

O *layout* do reservatório SP-19 é apresentado na Figura 2.

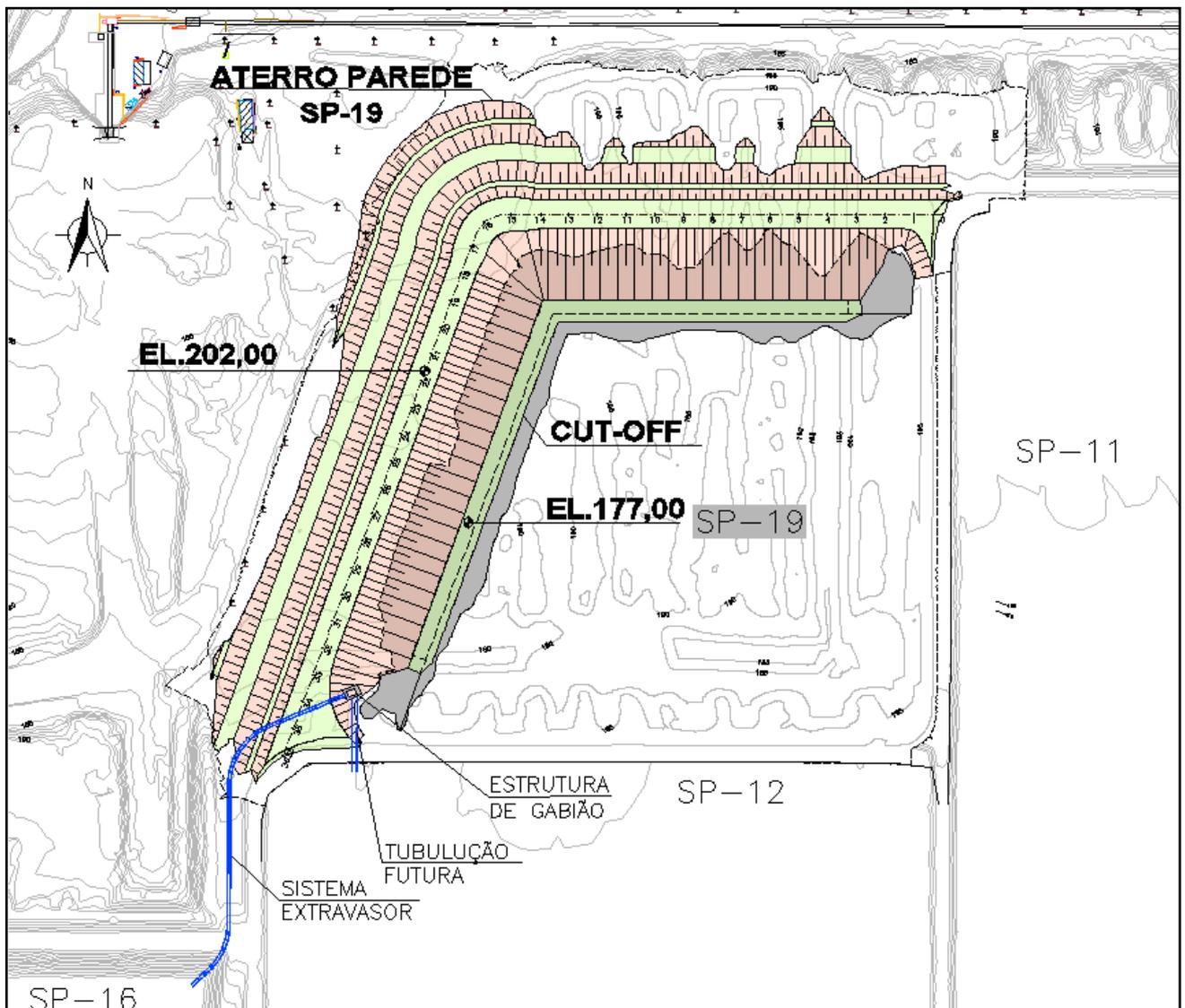


Figura 2 – *Layout* do reservatório SP-19.

As geometrias adotadas para a concepção do projeto, definidas por meio de análises de estabilidade, foram concebidas conforme indicado a seguir.

- Paredes SP-19:

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		N°.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 9/29
		N° DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

- Inclinação do talude de montante de 1V:2,0H;
- Inclinação do talude de jusante de 1V:2,0H;
- Crista na elevação 202,0 m e largura de 20,0 m, de maneira a permitir o alteamento para elevação 205,0m por linha de centro;
- Bermas no talude de jusante:
 - Na elevação 198,0 m com largura de 4,0m;
 - Na elevação 191,0 m com largura de 12,0m;
 - Na elevação 184,0 m com largura de 4,0m.
- Cut-off na elevação 172,0m até 177,0m, com 10m de largura.

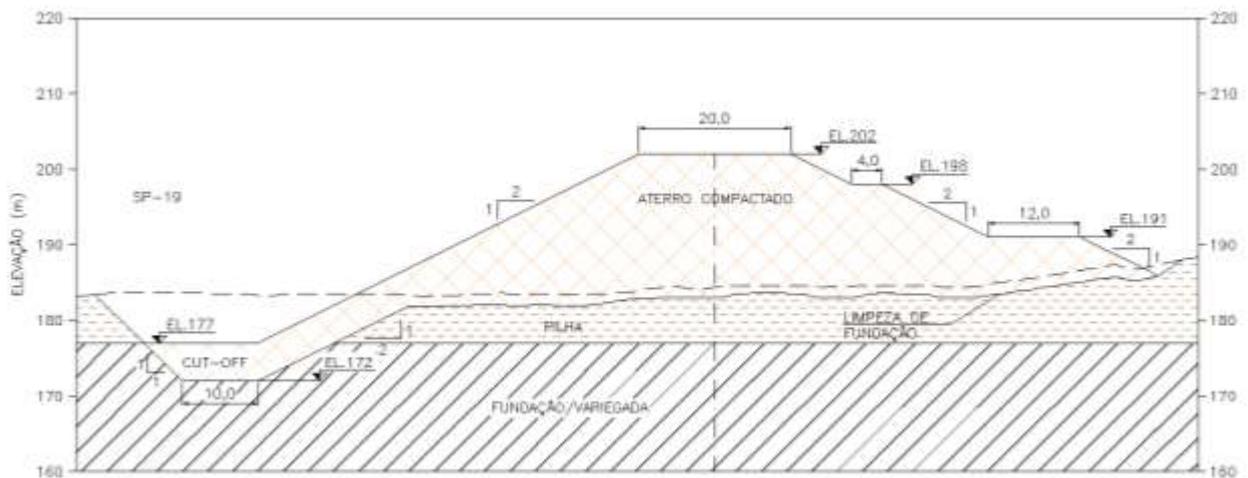


Figura 3 – Seção transversal típica do SP-19.

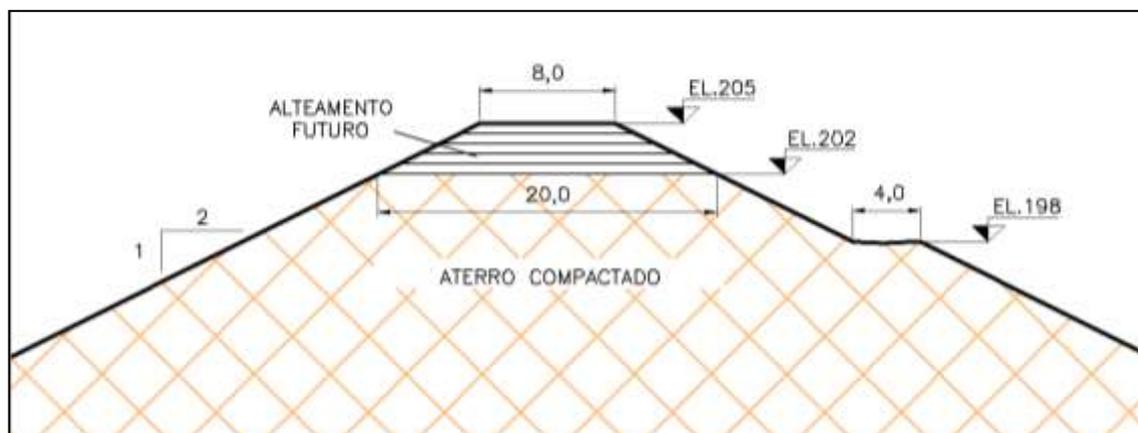


Figura 4 – Detalhe esquemático de alteamento das paredes do SP-19 da elevação 202,0m para elevação 205,0 por linha de centro.

5.2 Quantitativos gerais de terraplenagem e volume disponível do reservatório do SP-19

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 10/29
		Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

A Tabela 2 apresenta os quantitativos gerais de terraplenagem e volumes disponíveis para disposição de rejeitos do reservatório do SP-19.

Tabela 2 – Quantitativos gerais de terraplenagem e volumes disponíveis do SP-19.

Reservatório	Elevação de crista (m)	Volume Disponível – rejeito (m³) (*)	Área (ha)	Volume Movimentação Terra (m³)	
				Escavação	Aterro
SP-19	202	2.180.000	13,5	365.000	782.000

(*) Para o SP-19 foi considerado que 70% do material para construção dos diques será retirado de dentro do reservatório, o que contribui para aumentar o volume disponível de acumulação de rejeito. Vale ressaltar que este volume de material de empréstimo no interior do reservatório poderá variar em função da presença de materiais contaminados com galhadas, argila mole, laterita, e que não poderão ser utilizados para a construção de aterros.

5.3 Curva Cota x Volume do Reservatório

A curva cota x volume do reservatório do SP-19, Figura 5, não contempla a movimentação de terra do interior do reservatório a ser utilizada na construção das paredes.

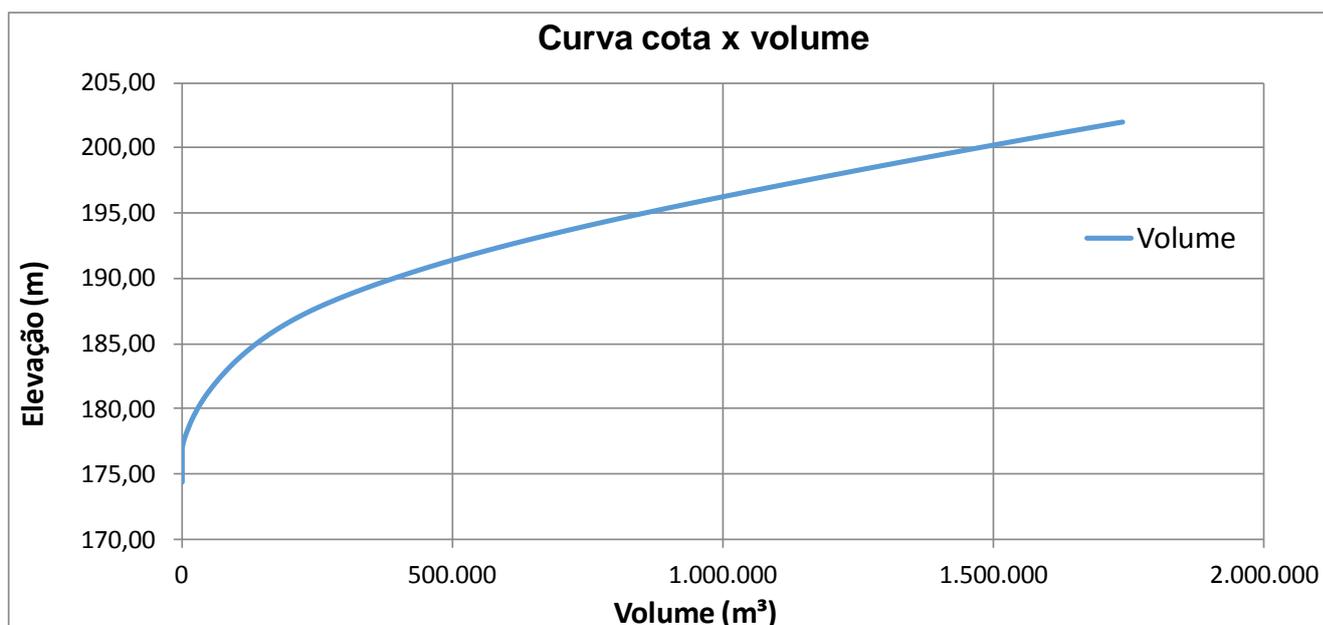


Figura 5 – Curva cota x volume do reservatório do SP-19.

5.4 Segurança de Barragens para o Quesito Sistema Extravasador

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 11/29
		Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

A Norma Brasileira ABNT NBR 13.028 (ABNT, 2017)¹, especifica os requisitos mínimos para elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos de beneficiamento, contenção de sedimentos e reservação de água, em mineração, visando atender às condições de segurança, operacionalidade, economicidade e desativação, minimizando os impactos ao meio ambiente.

De acordo com essa norma, as dimensões dos sistemas extravasores devem ser definidas a partir do estudo das vazões máximas, que consiste em definir a vazão de cheia para determinado período de retorno (TR), a ser utilizada no dimensionamento hidrológico-hidráulico destes, garantindo a segurança dos sistemas decorrente de eventos extremos de cheia. O período de retorno deve ser definido a partir das consequências de falha estrutural e obedecendo à fase da vida útil da estrutura (fase operacional ou de fechamento) e após a vida útil. Entretanto destaca-se que a norma não descreve as características para classificação da consequência ou dano potencial conforme descrito na Tabela 3.

Segundo essa norma deve ser considerada a manutenção de uma borda livre acima do nível d'água *maximum maximorum*. Esta borda livre fornece um fator de segurança contra variações de ondas, variações de elevação de crista e de construção.

A Tabela 3 apresenta, segundo essa norma, os períodos de retorno mínimos de referência para cada nível de consequências esperadas dada uma falha estrutural de uma barragem.

Tabela 3 – Tempo de Retorno Mínimo a ser Considerado para Dimensionamento do Sistema Extravador em Função das Consequências e Legislação Vigente

Consequências ou dano potencial	Período de retorno de projeto (período operacional)	Período de retorno de projeto (período de fechamento)
Baixa	200 anos a 500 anos	10.000 anos ou PMP
Média	500 anos a 1.000 anos	10.000 anos ou PMP
Alta	1.000 anos a PMP	10.000 anos ou PMP

Obs.: Precipitação Máxima Provável - PMP

O item 5.11 do presente relatório classifica o SP-19 seguindo legislação vigente e critérios estabelecidos pelo DNPM, segundo a portaria Nº 70.389/2017, que classifica a estrutura a partir da determinação da Categoria de Risco (CR) e do Dano Potencial Associado (DPA) da barragem.

O SP-19 foi classificado com Dano Potencial Associado (DPA) Alto, conforme apresentado na Tabela 7, do presente relatório.

Dessa forma, seguindo os critérios da NBR 13.028 o dimensionamento do sistema extravasor e garantia da segurança hidrológica do reservatório foi realizada para o tempo de retorno de 1.000 anos, condição que se enquadra na faixa de consequência ou dano potencial Alto, conforme apresentado na Tabela 3.

¹ ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Requisitos Mínimos para Elaboração e Apresentação de Projeto de Barragens para Disposição de Rejeitos, Contenção de Sedimentos e Reservação de Água, em Mineração, Visando Atender às Condições de Segurança, Operacionalidade, Economicidade e Desativação, Minimizando os Impactos ao Meio Ambiente. ABNT NBR 13028, 3ª edição 14/11/2017.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 12/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

Adicionalmente, conforme descrito anteriormente é considerada a manutenção de borda livre acima do nível d'água *maximum maximorum*, de forma a conter a onda eólica passível de ser formada no interior do reservatório.

5.5 Sistema Extravasor

O extravasor do SP-19 está localizado na parede Oeste, junto à divisa com o reservatório SP-12. Em um primeiro estágio, a drenagem oriunda do SP-19 será drenada para o reservatório SP-16 até que o nível de rejeitos no SP-16 alcance a cota de desemboque dos tubos do extravasor.

O extravasor proposto para a 1ª fase de operação será constituído por uma caixa de gabião revestido com geossintético, no interior é previsto um tubo vertical de aço perfurado em suas laterais (furos de 4,0 cm (largura) x 20,0 cm (altura), espaçados na horizontal em 4,0 cm e na vertical em 5,0 cm), seguido por uma tubulação de fundo de aço, ambos os tubos com diâmetro nominal de 24", que conduzirão o efluente para o reservatório do SP-16. A geometria das caixas de gabião é aquela especificada no desenho QD5-JPA-26-24-126-DE (8,0 m de largura, 10,0 m de comprimento e abertura frontal de 1,0 m para a colocação de *stop-logs*).

A cota de fundo considerada para a torre vertical do SP-19 é a El. 197,70 m, enquanto que a declividade longitudinal adotada para o tubo sob o maciço (galeria de fundo) é de 1,0% e a cota de saída da geratriz inferior do tubo é a El. 195,00 m;

Destaca-se que não foi considerada influência do NA do SP-16 no sistema extravasor do SP-19 → saída da tubulação **não submersa**;

A Figura 6 mostra um croqui com a configuração do sistema extravasor do SP-19, indicando as cotas e variáveis geométricas características, bem como um detalhe dos furos na lateral do tubo vertical.

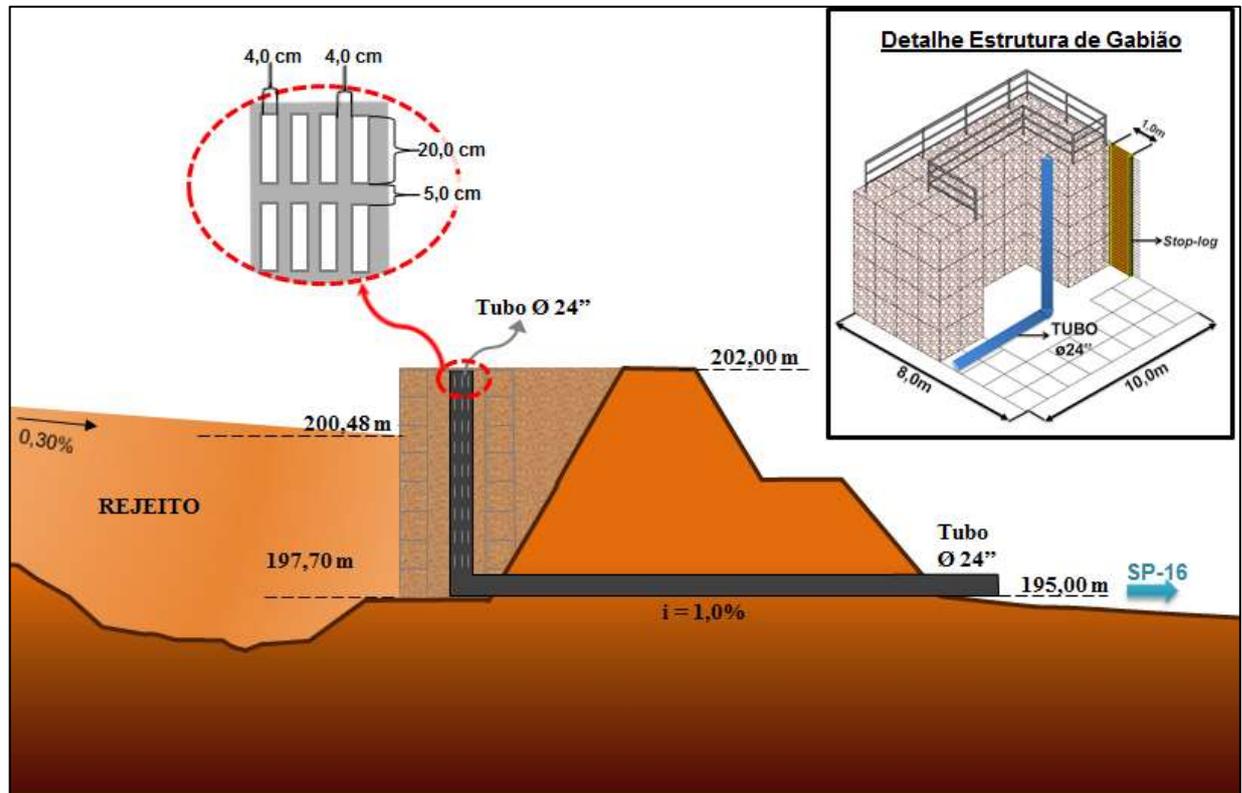


Figura 6 – Croqui com Detalhe do Sistema Extravasador do SP-19

A condição de funcionamento hidráulico do extravasador do SP-19 é aquela que considera a passagem de vazão apenas pela lateral do tubo, não sendo previsto extravasamento pelo bocal da tubulação (bocal fechado). Além disso, foi considerado que ao redor do tubo vertical não há presença de geotêxtil e nem de granulado de bauxita em elevações superiores ao nível dos rejeitos do reservatório, de modo a evitar que o controle hidráulico se estabeleça no geotêxtil ou granulado de bauxita, restringindo, assim, ainda mais, a capacidade de descarga dessa estrutura.

Conforme descrito no item 5.4 o dimensionamento hidrológico do sistema extravasador do SP-19 foi desenvolvido para garantir a segurança hidrológica do mesmo considerando um tempo de retorno de 1.000 anos, sendo mantida adicionalmente uma borla livre mínima remanescente associada à altura de onda eólica.

O dimensionamento foi realizado para a configuração final de operação da 1ª etapa de operação, sendo o volume mínimo disponível aquele correspondente ao volume livre acima da ocupação final dos rejeitos do reservatório (~90.223 m³), considerando praia de rejeitos com 0,30 % de declividade única e borda livre operacional de 1,52 m (distância entre a cota inicial de vertimento adotada na El. 200,48 m e a crista na El. 202,00 m).

Para essa configuração obteve-se nível d'água *maximum maximorum* na El. 201,30, mantendo uma borda livre remanescente de 0,70m. **Uma vez que a borda livre mínima remanescente requerida é de 0,50 m (onda eólica), conclui-se que o reservatório do SP-19 tem capacidade satisfatória para a passagem da cheia de projeto associada a um evento de chuva com 1.000 anos de tempo de retorno.**

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 14/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

5.6 Sistema de Recuperação de Água

A recuperação de água liberada pelo rejeito do SP-19 será feita pelo extravasor que conduzirá o fluxo para o reservatório SP-16 e do SP-16 até o lago Pater. Em um segundo estágio, quando a cota do rejeito no SP-16 atingir uma elevação que não permita mais a drenagem da água liberada, o fluxo ocorrerá para o reservatório SP-12 e do SP-12 até o lago Pater.

5.7 Proteção Superficial das Cristas e Taludes

A crista do SP-19 será revestida com camada de 0,25 m de laterita compactada. A camada de laterita deverá ser executada após a regularização da camada final de material argiloso.

Ao final da construção do reservatório deverá ser feita a remoção dos materiais soltos no talude de jusante. O mesmo deverá ser protegido por um revestimento constituído, de preferência, pela aplicação de gramíneas pelo processo de grama em placa, ou hidrossemeadura.

5.8 Sistema de Drenagem Superficial

Não está previsto sistema de drenagem superficial nos taludes do reservatório SP-19. A drenagem é garantida no projeto pela inclinação da superfície da crista e das bermas para montante.

Quaisquer pontos que não permitam o escoamento da água, gerando seu acúmulo, deverão ser corrigidos por meio de caimentos topográficos com respectivos ajustes na terraplenagem.

5.9 Tubulações para Lançamento de Rejeitos

A disposição de rejeitos da MRN é calcada no método de lançamento com secagem. Este método depende de condicionantes, parâmetros e regras operativas para que seja bem sucedido, o que interfere diretamente nas condições de segurança e vida útil dos reservatórios, eficiência e aproveitamento/manejo de água do sistema.

O desenvolvimento do projeto será suportado por um estudo de disposição de rejeitos para o SP-19, contemplando a locação das tubulações e pontos de lançamento. O lançamento será realizado por espigotes com comprimento de 10,0 m, instalados a cada 100,0 m ao longo da tubulação principal.

A correta distribuição dos espigotes de lançamento ao longo da crista da parede do reservatório possibilita a formação de praia, afastando a linha freática das paredes, criando uma superfície de rejeito que proporciona uma drenagem mais eficiente da água sobrenadante e de chuva em direção aos extravasores. Estas boas práticas, além de contribuírem para o melhor aproveitamento do reservatório, evitam a saturação dos taludes de jusante das paredes.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		N°.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 15/29
		N°.DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

5.10 Instrumentações das Paredes

As paredes do reservatório de rejeitos SP-19 serão instrumentadas, contemplando uma etapa de investigações pós-construção, para confirmação das cotas de instalação dos instrumentos.

O sistema de instrumentação do reservatório será composto por piezômetros do tipo Casagrande (PZ) e elétricos, posicionados na crista e nas bermas de jusante das paredes. Os piezômetros serão instalados em pares, sendo um com cota de fundo na camada de argila variegada (fundação) e o outro com cota de fundo sobre o topo da camada de argila variegada. De uma forma geral, os instrumentos terão comprimentos variando entre 8,0m e 25,0m. A Figura 7 apresenta uma seção esquemática com o posicionamento da instrumentação na crista e nas bermas das paredes do reservatório.

As leituras dos piezômetros deverão ser obtidas com medidor de trena tipo “pio” elétrico. As leituras para todos os instrumentos deverão ocorrer com a frequência determinada na especificação do projeto. A frequência das leituras poderá ser alterada para mais ou para menos, a depender dos resultados e das interpretações das leituras.

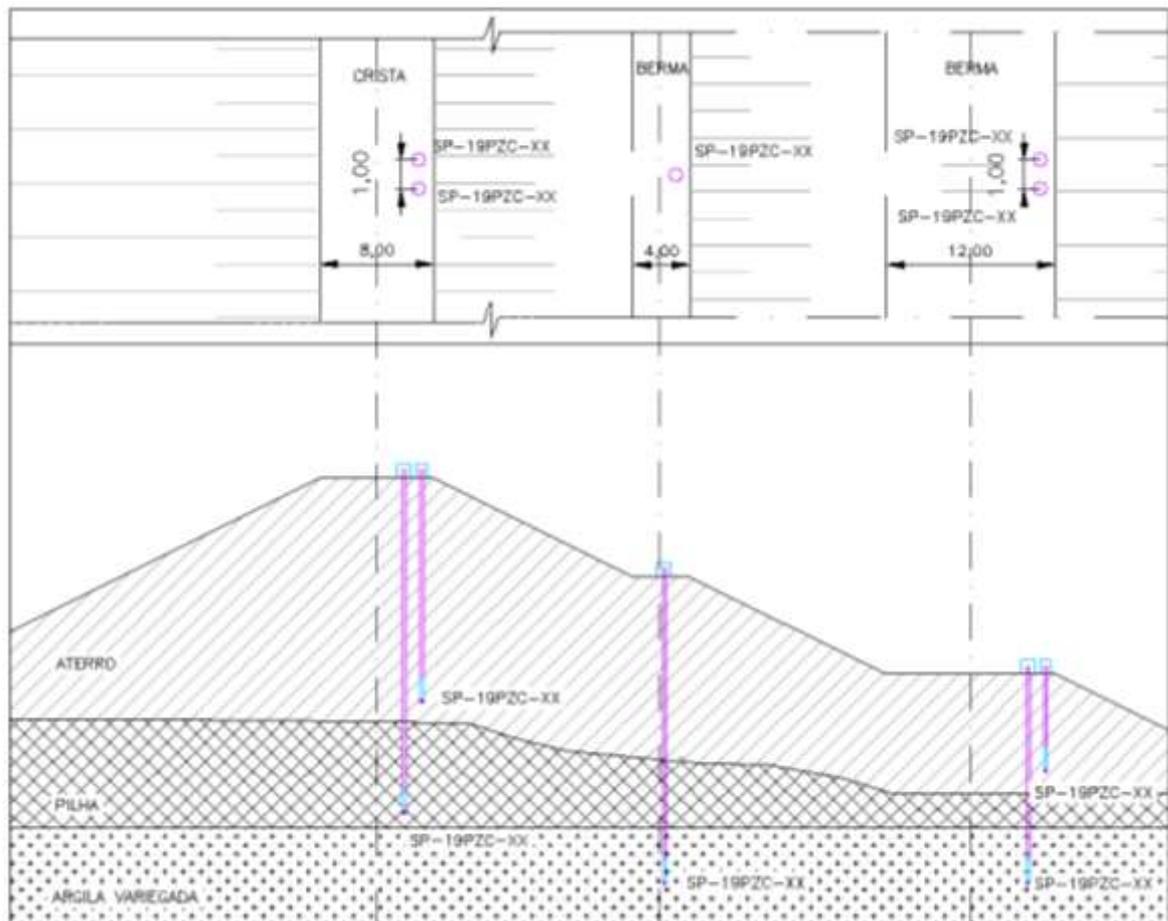


Figura 7– Croqui / Detalhe Esquemático do Posicionamento dos Instrumentos

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 16/29
		Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

5.11 Classificação para Barragens de Mineração - DNPM

A classificação da barragem de rejeitos é feita seguindo os critérios estabelecidos pela DNPM, segundo a portaria Nº 70.389/2017. Segundo esta portaria, a classificação é realizada a partir da determinação Categoria de Risco (CR) e do Dano Potencial Associado (DPA) da barragem.

A Categoria de Risco (CR) da barragem é determinada a partir das Características Técnicas (CT) calculadas através Tabela 4, do Estado de Conservação (EC) da barragem calculado através da Tabela 4 e Plano de Segurança da Barragem (PS) calculado através da Tabela 6.

Tabela 4 – Matriz de Classificação Quanto à Categoria de Risco (Resíduos e rejeitos) - Características Técnicas (CT)

Altura (a)	Comprimento (b)	Vazão de Projeto (c)	Método Construtivo (d)	Auscultação (e)
Altura ≤ 15m (0)	Comprimento ≤ 50m (0)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (0)	Etapa única (0)	Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)
15m < Altura < 30m (1)	50m < Comprimento < 200m (1)	Milenar (2)	Alteamento a jusante (2)	Existe instrumentação em desacordo com o projeto, porém em processo de instalação de instrumentos para adequação ao projeto (2)
30m ≤ Altura ≤ 60m (4)	200 ≤ Comprimento ≤ 600m (2)	TR = 500 anos (5)	Alteamento por linha de centro (5)	Existe instrumentação em desacordo com o projeto sem processo de instalação de instrumentos para adequação ao projeto (6)
Altura > 60m (7)	Comprimento > 600m (3)	TR Inferior a 500 anos ou Desconhecida/ Estudo não confiável (10)	Alteamento a montante ou desconhecido ou que já tenha sido alteada a montante ao longo do ciclo de vida da estrutura (10)	Barragem não instrumentada em desacordo com o projeto (8)

Somando os itens referentes às Características Técnicas tem-se: $CT = 1+3+2+2+0=7$

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 17/29
		Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

Tabela 5 – Matriz de Classificação Quanto à Categoria de Risco (Resíduos e rejeitos) - Estado de Conservação (EC)

Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (f)	Percolação (g)	Deformações e Recalques (h)	Deterioração dos Taludes / Paramentos (i)
Estruturas civis bem mantidas e em operação normal /barragem sem necessidade de estruturas extravasoras (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (0)	Não existe deterioração de taludes e paramentos (0)
Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação (3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados (3)	Existência de trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação (2)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva (2)
Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Existência de trincas e abatimentos sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Erosões superficiais, ferrugem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas necessárias . (6)
Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas (10)	Surgência nas áreas de jusante com carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura. (10)

Somando os itens referentes ao Estado de Conservação, tem-se: **EC =0+0+0+0=0**

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 18/29
		Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

Tabela 6- Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco (Resíduos e rejeitos) - Plano de Segurança da Barragem (PS)

Documentação de Projeto (j)	Estrutura Organizacional e Qualificação dos Profissionais na Equipe de Segurança da Barragem (k)	Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento (l)	Plano de Ação Emergencial - PAE (quando exigido pelo órgão fiscalizador) (m)	Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança (n)
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (0)	Possui manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e operação (0)	Possui PAE (0)	Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e de Análise de Segurança (0)
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui profissional técnico qualificado (próprio ou contratado) responsável pela segurança da barragem (1)	Possui apenas manual de procedimentos de monitoramento (2)	Não possui PAE (não é exigido pelo órgão fiscalizador) (2)	Emite regularmente apenas relatórios de Análise de Segurança (2)
Projeto "como está" (3)	Possui unidade administrativa sem profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (3)	Possui apenas manual de procedimentos de inspeção (4)	PAE em elaboração (4)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção e monitoramento (4)
Projeto básico (5)	Não possui unidade administrativa e responsável técnico qualificado pela segurança da barragem (6)	Não possui manuais ou procedimentos formais para monitoramento e inspeções (8)	Não possui PAE (quando for exigido pelo órgão fiscalizador) (8)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção visual (6)
Projeto conceitual (8)	-	-	-	Não emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento e de Análise de Segurança (8)
Não há documentação de projeto (10)	-	-	-	-

Somando os itens referentes ao Plano de Segurança da Barragem, tem-se: **PS = 8+0+0+0=8**

Somando as pontuações é possível determinar a Categoria de Risco (CR), tal que $CR = CT + EC + PS = 7 + 0 + 8 = 15$. Tendo em vista que a portaria do DNPM estabelece Categoria de Risco Baixo para barragens com pontuação menor ou igual a 37, pode-se concluir que o reservatório do SP-19 é considerado de baixo risco.

O Dano Potencial Associado (DPA) é determinado de acordo com a Tabela 7.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 19/29
		Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

Tabela 7 – Classificação Quanto ao Dano Potencial Associado– DPA (Resíduos e Rejeitos)

Volume Total do Reservatório (a)	Existência de população a jusante (b)	Impacto ambiental (c)	Impacto sócio-econômico (d)
Muito Pequeno <= 500 mil m ³ (1)	INEXISTENTE (não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	INSIGNIFICANTE (área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura armazena apenas resíduos Classe II B – Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (0)	INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem) (0)
Pequeno 500 mil a 5 milhões m ³ (2)	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (3)	POUCO SIGNIFICATIVO (área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B – Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (2)	BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (1)
Médio 5 milhões a 25 milhões m ³ (3)	FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (5)	SIGNIFICATIVO (área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B – Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (6)	MÉDIO (existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (3)
Grande 25 milhões a 50 milhões m ³ (4)	EXISTENTE (existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (10)	MUITO SIGNIFICATIVO (barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A - Não Inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT) (8)	ALTO (existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (5)
Muito Grande >= 50 milhões m ³ (5)	-	MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO (barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I- Perigosos segundo a NBR 10004 da ABNT) (10)	-

Somando os itens referentes ao Dano Potencial Associado, tem-se: **DPA =2+5+6+1=14**

De acordo com a portaria do DNPM barragens com DPA (Dano Potencial Associado) com pontuação maior igual a 13 são classificadas com Dano Potencial Associado Alto.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 20/29
		Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

A Classificação de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado da barragem, segundo os critérios estabelecidos pelo DNPM, é definida de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 – Classificação de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado

CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	A	B	C
MÉDIO	B	C	D
BAIXO	B	C	E

Através da Tabela 8, é possível concluir através dos critérios estabelecidos pelo DNPM que o reservatório SP-19 é classificado como de classe B.

6 METODOLOGIA CONSTRUTIVA

6.1 Serviços Preliminares

Constituem os serviços preliminares para construção do SP-19 as atividades de destocamento e limpeza de vegetação nas áreas de empréstimo, assim como destocamento e limpeza de vegetação nas áreas de fundação, além de transporte e estocagem de solo vegetal. Para tanto, são apresentados os requisitos concernentes a equipamentos, execução, preservação ambiental, verificação da qualidade, além dos critérios para aceitação e rejeição dos serviços.

Nas áreas predominantes de empréstimo (ver Figura 8), trechos de fundação em solo, locais onde os materiais de escavação obrigatória possam ser aproveitados como material de construção, ou outros locais indicados pela MRN, deve-se proceder a uma limpeza com remoção da camada de solo com grande concentração de raízes e matéria orgânica. Os materiais provenientes desses serviços deverão ser transportados para áreas de bota-fora indicadas na Figura 8.

A terra vegetal removida nos locais de limpeza, quando julgada aproveitável, deverá ser estocada para utilização posterior na proteção dos taludes de corte ou aterro.

Nenhum serviço de terraplenagem poderá ser iniciado enquanto as operações de destocamento e limpeza das áreas não tenham sido totalmente concluídas.

Para a execução dos serviços preliminares deverão ser empregados equipamentos adequados complementados com o emprego de serviço manual, m função da densidade e do tipo de vegetação local e dos prazos exigidos para a execução da obra.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO		Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 21/29
		Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2

As operações de destocamento e limpeza deverão ser executadas nas áreas definidas pelo levantamento topográfico, conforme projeto. As operações de destocamento e limpeza serão executadas na área mínima compreendida pela projeção das paredes aterro, acrescido de 1,5 m.

Atenção especial deverá ser dispensada às condições ambientais, observando-se entre outros, os seguintes procedimentos:

- Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos de drenagem superficial de forma a evitar o entupimento dos mesmos e o carreamento de finos para áreas a jusante;
- Durante a execução dos serviços e após conclusão dos mesmos deverá ser impedida a contaminação dos mananciais locais, caso existam, mantendo-se a qualidade de suas águas;
- Durante o desenvolvimento das obras deverá ser evitado o tráfego de equipamentos ou veículos por terrenos naturais que sofram desfiguração;
- As áreas de empréstimo e bota-fora deverão ser devidamente drenadas de modo a evitar erosões e assoreamento de dispositivos de drenagem ou acumulação de água;
- O solo orgânico removido nas operações de destocamento e limpeza, executadas dentro dos limites da área, deverá ser estocado para possível utilização futura.

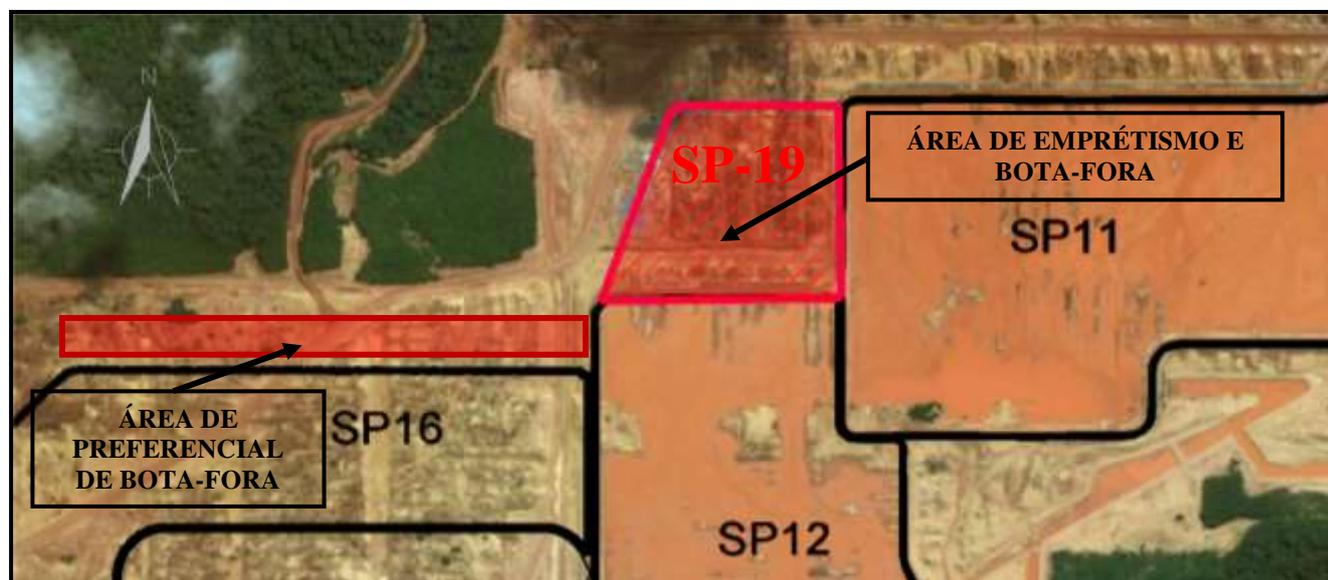


Figura 8 – Indicação da Área de Empréstimo no interior do SP-19 e da área de Bota-Fora junto à parede norte do SP-16

Não havendo material suficiente para construção do SP-19 no interior deste reservatório, deve-se dar preferência por materiais de pilha existentes próximos à parede norte do SP-11 e da parede norte do SP-16 (região indicada para bota-fora).

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 22/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

6.2 Limpeza e Tratamento de Fundação

Está prevista a limpeza na área de fundação para se remover materiais estranhos ao aterro, tais como material saturado/lama, material muito seco, material granular segregado ou blocos de laterita, vegetação, galhadas, solo com presença de material orgânico, material solto, etc. Nos locais em que o aterro for executado sobre antigos acessos, deverá ser removida toda a camada de laterita na área da fundação conforme orientação da Fiscalização.

O plano de investigações (documentos QD5-JPA-26-24-104-DE e QD5-JPA-26-24-101-SP) auxiliará no conhecimento do material de fundação do terreno para o desenvolvimento do projeto executivo do reservatório em questão. O referido plano de investigações já foi concluído. Do total de 14 sondagens a percussão programadas com ensaios de infiltração, 6 sondagens já tiveram seus resultados finais fornecidos para avaliação.

Uma vez atingidos os materiais de fundação previstos no projeto, o terreno será inspecionado e, se for considerado insatisfatório, serão executadas escavações adicionais e a superfície será novamente limpa para inspeção. Este procedimento será repetido até se obter uma fundação satisfatória.

Os volumes de materiais gerados durante a etapa de limpeza de fundação e escalonamento de pilhas deverão ser integralmente removidos do local, mesmo nos vãos entre pilhas paralelas ao eixo da parede. Tal situação será averiguada comparando o levantamento topográfico geral da área com o levantamento topográfico primitivo, executado após a limpeza de fundação. Os materiais, caso possuam propriedades e características adequadas, poderão ser utilizados como material de construção.

Na fundação, antes de ser aplicada a primeira camada de aterro, a superfície será levemente escarificada, a fim de garantir uma aderência satisfatória entre os solos da fundação e as camadas do aterro. O material de fundação deverá apresentar umidade adequada à compactação.

Para que a superfície de lançamento permaneça seca durante as operações de lançamento dos aterros, o local deverá ser drenado sempre que necessário. Caso a drenagem não se faça por gravidade, a água deverá ser bombeada para fora da área de lançamento.

6.3 Escavações

Os materiais destinados à execução dos maciços deverão ser escavados nas áreas de empréstimo localizadas preferencialmente nas áreas internas do reservatório, respeitando-se uma distância mínima de segurança da ordem de 80m junto aos reservatórios existentes, SP-11 e SP-12.

As estruturas dos reservatórios SP-11 e SP-12, adjacentes ao SP-19, correspondem a paredes de lançamento, onde há a formação de praia de rejeito. As sondagens existentes nestas estruturas não indicam qualquer tipo de anomalias. Além disso, são estruturas íntegras que não apresentam histórico de infiltrações nos taludes e bermas de jusante.

Os materiais de empréstimo deverão estar em conformidade com as características geotécnicas estabelecidas em projeto.

O material procedente da escavação do terreno natural poderá ser constituído por solo, alteração de rocha, rocha ou associação destes tipos. Os materiais de empréstimo deverão ser constituídos por solos de 1ª categoria, atendendo à qualidade e à destinação prevista no projeto.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 23/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

Já para o caso de ocorrência de solo mole, o mesmo deverá ser removido para as áreas de bota-fora, conforme indicado na Figura 8. Não será permitida, em hipótese alguma, a utilização de material proveniente de escavação em solo mole para a execução do aterro. Da mesma forma, o solo mole identificado nas pilhas de estéril existentes, deverá ser prontamente removido para bota-fora antes do início da execução do aterro compactado.

A escavação deverá ser executada com equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

Todas as escavações deverão apresentar taludes estáveis e superfícies com acabamento final uniforme e drenagem adequada.

Os serviços deverão ser aceitos se estiverem de acordo com a especificação do projeto e serão rejeitados em casos contrários.

Nas operações destinadas à execução de escavações, atenção especial deverá ser dispensada às condições ambientais, observando-se entre outros, procedimentos seguintes:

- Os taludes dos bota-foras deverão ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos;
- Os bota-foras deverão ser executados de forma a impedir que o escoamento das águas pluviais possa carrear o material depositado, evitando assoreamentos e erosões;
- O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço, fora das áreas de trabalho, deverá ser evitado tanto quanto possível, principalmente, onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ambiental;
- O revestimento vegetal dos taludes, quando previsto, deverá ser executado imediatamente após as escavações;
- As áreas de empréstimos devem ser convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo de águas, bem como os efeitos da erosão.

6.4 Carga e Transporte

O plano viário de caminhos de serviço para execução dos trabalhos de carga, transporte e descarga de materiais deverá ser elaborado de forma a minimizar o impacto ao meio ambiente.

As superfícies dos aterros serão mantidas em condições de permitir o tráfego dos equipamentos de transporte orientado em direção aproximadamente paralela ao eixo, exceto quando impraticável.

Sempre que possível, os equipamentos de transporte deverão descarregar o material na praça de trabalho de modo a espalhar sua carga uniformemente, trafegando sobre o material solto lançado, além de não passar pelos mesmos caminhos, criando desníveis na plataforma de lançamento (“facões”).

Para a execução de carga e transporte deverão ser empregados equipamentos de transporte do tipo caminhão basculante.

Em caso de saturação da praça de trabalho já compactada, devido a chuvas intensas, deverá ser feita a remoção dos materiais saturados até que o material da superfície apresente umidade adequada, de forma a evitar a deterioração da mesma (laminação excessiva, borrachudos, deslocamento, etc.). Da mesma forma, em caso de camada executada excessivamente seca, deverá ser evitado o tráfego de

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 24/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

veículos nas camadas para a não ocorrência de material pulverulento e sem condições de aderência com a camada anterior.

6.5 Aterros

A operação de execução de aterro será precedida da execução dos serviços de destocamento, limpeza e preparação da área de fundação. Após o término dos serviços preliminares e antes da execução dos aterros deverá estar concluído o levantamento topográfico primitivo. O lançamento da primeira camada de aterro só poderá ser realizado após a liberação da fundação .

Na execução dos aterros do reservatório SP-19 estão previstos aterros compactados controlados, aterros lançados sem controle e aterros manuais, conforme detalhado a seguir.

6.5.1 Aterros Compactados

As operações de execução do aterro consistem em: descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, compactação dos materiais selecionados procedentes de cortes ou empréstimos.

O lançamento da primeira camada só poderá ser realizado após a liberação da fundação e quando houver equipamento disponível para espalhamento e compactação. O lançamento desta camada deverá ser feito de modo que não haja lentes, bolsões e veios de material cuja textura, granulometria e plasticidade sejam substancialmente diferentes da maioria do material lançado.

Os aterros compactados deverão ser construídos em camadas de espessura uniforme, não superiores a 20 cm (camada solta), mantendo-se durante toda a construção uma declividade para o interior do reservatório de aproximadamente 2%. O material compactado na execução dos aterros deverá ter grau de compactação de 98% do Proctor Normal (média); sendo admitido um grau de compactação mínimo de 95% e desvio de umidade -2%/+1% em relação à umidade ótima. O controle da compactação deverá ser realizado pelo método de Hilf. O controle de umidade será realizado através de ensaios em laboratório, com utilização de estufa, e pela fiscalização por avaliação táctil visual, logo após o lançamento das camadas e antes da compactação. Camadas excessivamente secas ou saturadas não serão aceitas.

A compactação deverá ser realizada de modo sistemático, ordenado e contínuo, com número de passadas não inferior àquele necessário para a obtenção do grau de compactação referenciado acima. Entende-se como uma passada, a cobertura completa da superfície obtida pelo deslocamento do equipamento de compactação sobre a superfície da camada em somente uma direção e sentido, mesmo que o equipamento possua tambores em série. A compactação será feita com 05 coberturas completas, ou 10 passadas de rolo em cada camada.

Durante o processo de compactação, o equipamento deverá trafegar na direção longitudinal ao eixo do aterro. Deverá ser mantido um recobrimento mínimo de 0,20 m entre as faixas adjacentes de circulação dos rolos.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 25/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

As camadas cujas superfícies se apresentarem excessivamente secas, impossibilitando uma boa ligação com a camada sobrejacente, deverão ser umedecidas até uma profundidade que assegure boas condições de ligação. Se a superfície apresentar-se saturada, de modo que não dê suporte aos equipamentos, a camada deverá ser tratada até apresentar uma umidade adequada ao tráfego e à compactação. Essa verificação da umidade será feita por análise tátil visual. Quaisquer camadas que, após serem assim trabalhadas, não apresentarem condições adequadas, deverão ser removidas.

Antes do lançamento de uma nova camada, a superfície do aterro deverá sofrer escarificação superficial leve, independentemente do teor de umidade, de modo a garantir uma boa ligação/aderência entre as camadas. O material lançado e espalhado deverá ser homogeneizado na profundidade total da camada e terá sua superfície nivelada antes da compactação. A homogeneização do material poderá ser feita com a utilização de trator com grade de discos e/ou pelo tombamento do material com o canto da lâmina da motoniveladora.

Blocos e outros materiais com diâmetro superior a 50% da espessura final da camada compactada deverão ser removidos.

O processo de compactação deverá seguir rigorosamente características de materiais e equipamentos conforme descritos a seguir:

a) Materiais

- Serão utilizados na construção dos aterros os solos argilosos/areno-argilosos provenientes das escavações obrigatórias e das áreas de empréstimo;
- Não podem ser utilizados materiais contendo raízes, grama, materiais orgânicos ou outros inadequados;
- Está prevista a utilização de solos residuais e lateríticos;
- A camada final dos aterros (camada de proteção) deverá constituir-se de material selecionado (laterita compactada).

b) Equipamentos

- A compactação será efetuada por rolos convencionais autopropelidos ou rebocáveis, exceto junto a superfícies sub-verticais e depressões, onde deverá ser executada por compactadores pneumáticos manuais ou mecânicos;
- Quando utilizados rolos vibratórios, a vibração não poderá ser empregada junto às estruturas com concretagem recente. Nos casos aplicáveis deverão ser obedecidos os critérios de vibrações induzidas (velocidade de partícula), conforme a idade do concreto;
- Quando operados em série ou em paralelo em um mesmo material, os rolos deverão possuir as mesmas características de operação, forma, dimensões e pesos.

O aterro deverá ser executado de modo que a geometria dos taludes seja conseguida sem incorporar o material solto, em excesso durante o lançamento.

O material solto do talude de jusante deverá ficar fora do alinhamento de projeto e será integralmente removido. A remoção não deverá ser feita de forma tardia e deverá acompanhar cada intervalo entre

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 26/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

bermas. O material solto deverá ser espalhado nas bermas respeitando a inclinação transversal definida em projeto.

No talude de montante a remoção não será feita.

Para a construção das paredes do reservatório todos os aterros deverão ser compactados com controle, assim como os aterros para a base dos extravasores.

6.5.2 Aterros Lançados sem Controle

Este item se refere aos aterros para os quais não há necessidade de realização do controle de compactação. O aterro lançado compreende o aterro feito com caminhões, trator e rolo compactador. A compactação será obtida com o tráfego do equipamento durante a descarga e o espalhamento do material, mais a compactação com rolo compactador.

A compactação será feita com 05 coberturas completas, ou 10 passadas de rolo em cada camada.

O tráfego deverá ser orientado de modo a se obter uma cobertura bem distribuída ao longo de toda a superfície da camada.

O material deverá ser lançado em faixas paralelas ao eixo longitudinal da parede, em camadas, com espessura solta de aproximadamente de 0,30 m.

O espalhamento e a conformação dos taludes deverão ser feitos com trator de esteira (D6) e/ou motoniveladora. É imprescindível que um destes equipamentos esteja operando na praça durante o lançamento de material.

O material a ser utilizado no aterro será proveniente das pilhas de estéril.

Os aterros sem controle estão previstos inicialmente na execução de acessos ao interior do reservatório.

6.5.3 Aterros Compactados Manualmente

Na compactação adjacente a tubos (por ex. extravasores) ou em locais de difícil acesso, como, por exemplo, adjacentes às superfícies verticais e depressões, locais onde não é possível o trânsito de rolos compactadores convencionais, a compactação deverá ser manual.

Os reaterros deverão ser compactados atendendo-se o grau de compactação mínimo exigido será de 95%, relativo ao ensaio Proctor Normal.

Em todos os locais onde haverá necessidade de compactação manual, o lançamento e o espalhamento serão efetuados em camadas horizontais, com espessura solta máxima de 15 cm, de modo a se obter uma espessura não superior a 10 cm de material compactado. A espessura da camada solta poderá variar ligeiramente, em função do tipo de compactador utilizado.

Antes do lançamento de uma nova camada, a superfície da anterior deverá ser levemente escarificada ou gradeada com ponta de enxada ou picareta, de forma a assegurar boas condições de ligação com a camada sobrejacente. As camadas compactadas que apresentarem teores de umidade fora dos limites

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 27/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

especificados serão abertas e destorroadas com picaretas e enxadas, até que o material se apresente fofo e uniforme.

6.6 Preparação de acessos às paredes do reservatório

Deverão ser construídos acessos pelo lado externo do reservatório para inspeção e operação do reservatório. A definição da posição dos acessos fica a cargo da MRN. A largura mínima recomendada dos acessos é de 6,00 m com camada de revestimento de 0,25 m de laterita compactada. A inclinação das rampas será adequada em campo, de modo a permitir acesso de caminhões rodoviários carregados.

6.7 Sinalização e proteção de curva

Seguindo padrão de segurança praticado pela MRN, todas as curvas e encontro de paredes deverão ser protegidos pelos lados de montante e jusante, com leiras de material argiloso. A altura mínima da leira deverá ser igual ou superior à metade da altura do pneu do maior equipamento que circule no acesso em questão.

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN:	FL.:	
	QC5-JPA-09-24-002-MD	28/29	
	Nº DOC. PROJETISTA:	REV.:	
	RN-398-MD-46608-01	2	

ADENDO I
PLANILHAS DE QUANTIDADES
QC5-JPA-09-24-703-PL

		PROJETO TROMBETAS	
		FASE IV - PRODUÇÃO DE 16,3 MTPA MELHORIAS	
SISTEMA DE REJEITOS E RECUPERAÇÃO DE FINOS RESERVATÓRIO DE REJEITOS ADENSADOS SP-19 MEMORIAL DESCRITIVO	Nº.DOC. MRN: QC5-JPA-09-24-002-MD	FL.: 29/29	
	Nº DOC. PROJETISTA: RN-398-MD-46608-01	REV.: 2	

ADENDO II
DESENHOS
QC5-JPA-09-24-722-DE
E
QC5-JPA-09-24-715-DE

CARACTERÍSTICAS DO DOCUMENTO																							
Título do Documento: Sistema De Rejeitos e Recuperação De Finos - Reservatório De Rejeitos Adensados SP-19 - Memorial Descritivo																							
DENOMINAÇÃO MAGNÉTICA																							
Pimenta de Ávila											Cliente												
RN-398-MD-46608-01											QC5-JPA-09-24-002-MD-2												
Descrição											Código Magnético												
											Pimenta de Ávila						Cliente						
Adendo I – Planilhas de Quantidades											RN-398-PQ-46785						QC5-JPA-09-24-703-PL						
Adendo II - Desenhos											RN-398-DS-46784 e RN-398-DS-46607						QC5-JPA-09-24-722-DE e QC5-JPA-09-24-715-DE						
Instruções para preenchimento do quadro abaixo.																							
Revisão 0A: Marcar o número total de páginas do documento.																							
Revisão 0B e subsequentes:																							
* SEM REPAGINAÇÃO: Marcar somente a folha que sofreu alteração de conteúdo técnico .																							
*...COM REPAGINAÇÃO: Marcar a folha que sofreu alteração de conteúdo técnico e todas posteriores a esta.																							
Rev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Rev	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pag	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pag	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	x		x									02	x		x								
03	x		x									04	x		x								
05	x		x									06	x		x								
07	x		x									08	x		x								
09	x		x									10	x		x								
11	x		x									12	x		x								
13	x		x									14	x		x								
15	x		x									16	x		x								
17	x		x									18	x		x								
19	x		x									20	x		x								
21	x		x									22	x		x								
23	x		x									24	x		x								
25	x		x									26	x		x								
27	x		x									28	x		x								
29			x									30											
Rev	Data	Emissor			Verificador			Descrição das Revisões															
0A	18/05/18	AW			SHV			Emissão para comentários do cliente															
00	18/05/18	AW			AW			Para conhecimento															
01	29/06/18	SHV			AOM/GRA			Atendimento a comentários															
Nome do Aprovador												Assinatura do Aprovador											
<i>João Pimenta Freire Neto</i>																							