



GERMANO GERAL
CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4
PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO
PROJETO CONCEITUAL

R E V I S Õ E S								
	1	ATENDIMENTO A COMENTÁRIOS	B	09/03/17	RS/VL	VL	SF	JCV
	0	EMIÇÃO INICIAL	B	22/02/17	RS/VL	VL	SF	JCV
	Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	PREP.	VERIF	APROV	LIBER.

T.E – TIPOS DE EMISSÃO

A – Preliminar	C – P/ Conhecimento	E – P/ Construção	G – Conforme construído	L – Aprovado
B – P/ Aprovação	D – P/ Cotação	F – Conforme comprado	H – Cancelado	
Preparado RS/VL	Verificado VL	Aprovado SF	Liberado JCV	Data 09/03/17
				O.S. -

 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA.	Nº PROJETISTA I.:	Rev.:	PÁGINA:
	WBH 76-16-SAMC-RTE-0006	1	1
 SAMARCO MINERAÇÃO S.A.		Nº SAMARCO: G102300-G-1MD001	


	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 2
---	---	--	------------------------------------	-----------	----------------

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	7
2.0	OBJETIVO	8
3.0	LOCALIZAÇÃO	9
4.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	11
5.0	CRITÉRIOS E PREMISSAS	15
6.0	DESCRIÇÃO GERAL DA ESTRUTURA	18
7.0	PLANO CONCEITUAL DE DESCOMISSIONAMENTO DO DIQUE S4	27
7.1	ETAPA 1	30
7.1.1	TRANSPOSIÇÃO DO EXCEDENTE DO DIQUE S3 PARA O RIO GUALAXO DO NORTE	32
7.1.2	REBAIXAMENTO DA LÂMINA D'ÁGUA DO RESERVATÓRIO DO DIQUE S4 DA EL. 697,50 PARA À EL.696,00	33
7.1.3	RETOMADA E OBRAS DE REFORÇO PARA A ENSECADEIRA DE MONTANTE	35
7.1.4	ATIVIDADES PARA A REMOÇÃO DA LAMA E REJEITO NO RESERVATÓRIO DO DIQUE S4	37
7.1.5	DISPOSIÇÃO DO REJEITO/LAMA REMOVIDOS DO RESERVATÓRIO DIQUE S4	44
7.1.6	REBAIXAMENTO PARCIAL DA SOLEIRA DO DIQUE S4	46
7.1.7	REMOÇÃO DA ENSECADEIRA E OPERACIONALIZAÇÃO DO DIQUE S4	53
7.1.8	OBRAS DE ESTABILIZAÇÃO DO REJEITO REMANESCENTES NA ÁREA LIBERADA APÓS O REBAIXAMENTO DO RESERVATÓRIO	54



	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 5
---	---	--	------------------------------------	-----------	----------------

Figura 7.9 – Vista em Planta do Dique S4 e seu respectivo reservatório após as atividades de rebaixamento da soleira da El. 697,50m para à EL. 696,00 m.....	54
Figura 7.10 – Vista em planta do By-pass do reservatório do Dique S3 para o Rio Gualaxo do Norte a partir do Canal de Desvio do Dique S4 – Etapa 2.....	58
Figura 7.11 – Vista em planta do Córrego Ouro Fino.....	59
Figura 7.12 – Vista em planta das estruturas de desvio do córrego Ouro Fino.....	60
Figura 7.13 – Rebaixamento do reservatório entre a EL. 696,00 m pra EL. 694,00 m, considerando o bombeamento do reservatório – Etapa 2.....	62
Figura 7.14 – Condição final do reservatório após as atividades de rebaixamento do reservatório até a EL. 694,00 m – Etapa 2.	63
Figura 7.15 – Croqui esquemático da ensecadeira de Montante do Dique S4 a ser retomada na Etapa 2 de descomissionamento.....	64
Figura 7.16 – Croqui esquemático das atividades 1 a 4 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2 - Transversal.....	68
Figura 7.17 – Croqui esquemático das atividades 1 a 4 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2 - Longitudinal.....	69
Figura 7.18 – Croqui esquemático das atividades 5 a 9 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2.....	70
Figura 7.19 – Croqui esquemático das atividades 9 a 11 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2 - Transversal.....	72
Figura 7.20 – Croqui esquemático das atividades 9 a 11 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2 - Longitudinal.....	72

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 6
---	---	--	------------------------------------	-----------	----------------

ÍNDICE DE TABELAS

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
Tabela 4.1 – Documentos de referência utilizados para o Plano de Descomissionamento – Dique S4.....		11
Tabela 6.1 – Ficha Técnica do Dique S4.....		22
Tabela 7.1 – Características técnicas para a retomada da Ensecadeira de Montante – Etapa 1.		36
Tabela 7.2 – Características técnicas do Dique Temporário no Córrego Ouro Fino.		60
Tabela 7.3 – Características técnicas para a retomada da Ensecadeira de Montante – Etapa 2.		64

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 7
---	---	--	---	-----------	----------------

1.0 INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta as atividades de descomissionamento do Maciço do Dique S4, em nível conceitual. A estrutura faz parte das medidas de contenção da Lama e dos Rejeitos na região afetada pela ruptura da Barragem de Fundão em Novembro de 2015, pela SAMARCO Mineração S/A e foi construída na confluência entre o córrego Santarém e o rio Gualaxo do Norte, a jusante do povoado de Bento Rodrigues, distrito de Mariana, Minas Gerais, e da estrutura de contenção de sedimentos denominada “Dique S3”.



O Dique S4 foi concebido a partir dos materiais disponíveis na Unidade de Germano e consistem em estrutura do tipo galgável e maciço em seção mista, sendo o núcleo da estrutura constituído por blocos com finos, Pedra de Mão e Blocos com diâmetro da ordem de 1.200 mm.

O presente documento é parte integrante das solicitações do Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) firmado em 19 de setembro de 2016 entre a SAMARCO Mineração S.A. e suas controladoras VALE S.A. e BHP Biliton Brasil Ltda. com o Estado de Minas Gerais, Instituto Estadual de Florestas, Fundação Estadual do Meio Ambiente e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

O TTAC na no item das obrigações na sua Clausula Segunda item III estabelece a elaboração do cronograma executivo de descomissionamento da estrutura após 30 dias da sua conclusão e operacionalização.

O Plano de Descomissionamento para a estrutura em questão deverá subsidiar a elaboração deste cronograma e consiste nas soluções em Nível Conceitual para remoção completa do Maciço e Canal de Desvio e medidas indicativas para a remoção do material retido no seu reservatório, após a construção do Dique S4.

As soluções apresentadas no presente documento são baseadas nas informações do projeto detalhado e através de documentação disponibilizadas pela SAMARCO em Fevereiro de 2017.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 8
---	---	--	------------------------------------	-----------	----------------

Desta forma, as soluções apresentadas no presente documento deverão ser revisados em etapa futura considerando as condições de ocupação do reservatório do Dique S4 que deverão ser realizadas a partir da batimetria do reservatório e a partir das informações do projeto “AS BUILT” da estrutura, que esta em desenvolvimento.

Os itens subsequentes apresentam os conceitos para a remoção da estrutura, considerando as condições de implantação do Dique S4.

2.0 OBJETIVO

As atividades para a remoção do maciço do Dique S4 e reabilitação do Canal de Desvio é parte integrante das atividades de recuperação ambiental da área impactada pelo rompimento da Barragem de Fundão e contempla a indicação das atividades para a remoção do rejeito e lama depositada na região e reabilitação e recuperação ambiental do site.

O principal desafio para a recuperação e reabilitação de áreas que sofreram movimentações de solo, recomposição topográfica, ou outras formas de exposição de solo inerte é a recomposição da estrutura física e química destes solos. Durante o evento da ruptura da Barragem de Fundão, houve a desestruturação do solo nativo (erosões) com exposição de substratos inferiores e recobrimento das áreas atingidas pelo rejeito/lama. O material exposto na condição atual é totalmente diverso do encontrado originalmente, mais propício à erosão e menos apto à recomposição da vegetação.

Para a região do reservatório, o documento apresenta as indicações das ações a serem realizadas para a remoção do material contido no reservatório do Dique S4, devendo a SAMARCO, estabelecer o detalhamento das soluções para a remoção da lama e do rejeito através das atividades de escavação e/ou dragagem.

As proposições aqui apresentadas visam atender as ações necessárias a serem tomadas visando a redução dos impactos ambientais, sociais e econômicos de forma a:

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 9
---	---	--	--------------------------------	-----------	----------------

- Propor as melhores soluções de engenharia, considerando sua aplicabilidade, custo e benefício de sua aplicação;
- Manter a área, após o encerramento das atividades, em condições seguras e estáveis do ponto de vista físico e biológico, com a aplicação das técnicas mais adequadas de controle e monitoramento;
- Estudar possibilidades de usos futuros que respeitem aspectos ambientais e socioeconômicos da área de influência do empreendimento.

3.0 LOCALIZAÇÃO

O Dique S4 encontra-se a jusante da Unidade Operacional de Germano de propriedade da SAMARCO, próximo ao distrito de Bento Rodrigues e está inserida no município de Marina, Minas Gerais.

O acesso à Unidade Operacional de Germano a partir de Belo Horizonte, capital do estado, é realizado através da rodovia BR-040 até o trevo da Lagoa dos Ingleses. A partir daí utiliza-se a BR-356 até a cidade de Mariana, por onde cruza o município, até o acesso principal à rodovia MG-129. A partir daí deve-se deslocar por aproximadamente 25 km até a portaria principal da Unidade.

O Acesso até o Dique S4 a partir da Unidade de Germano é realizado pela MG-129, sentido Barão de Cocais, por aproximadamente 12 km, sendo a partir daí utilizado o acesso vicinal a cidade de Santa Rita Durão. O trajeto até o Dique S4 a partir do município de Santa Rita Durão é feito por estrada rural (Estrada Real) por cerca de 10 km.

A Figura 3.1 mostra o acesso principal a Unidade de Germano a partir de Belo Horizonte, Minas Gerais, e a Figura 3.2 apresenta a imagem aérea da Unidade de Germano com a localização da região de implantação do Dique S4.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 10
---	---	--	------------------------------------	-----------	-----------------

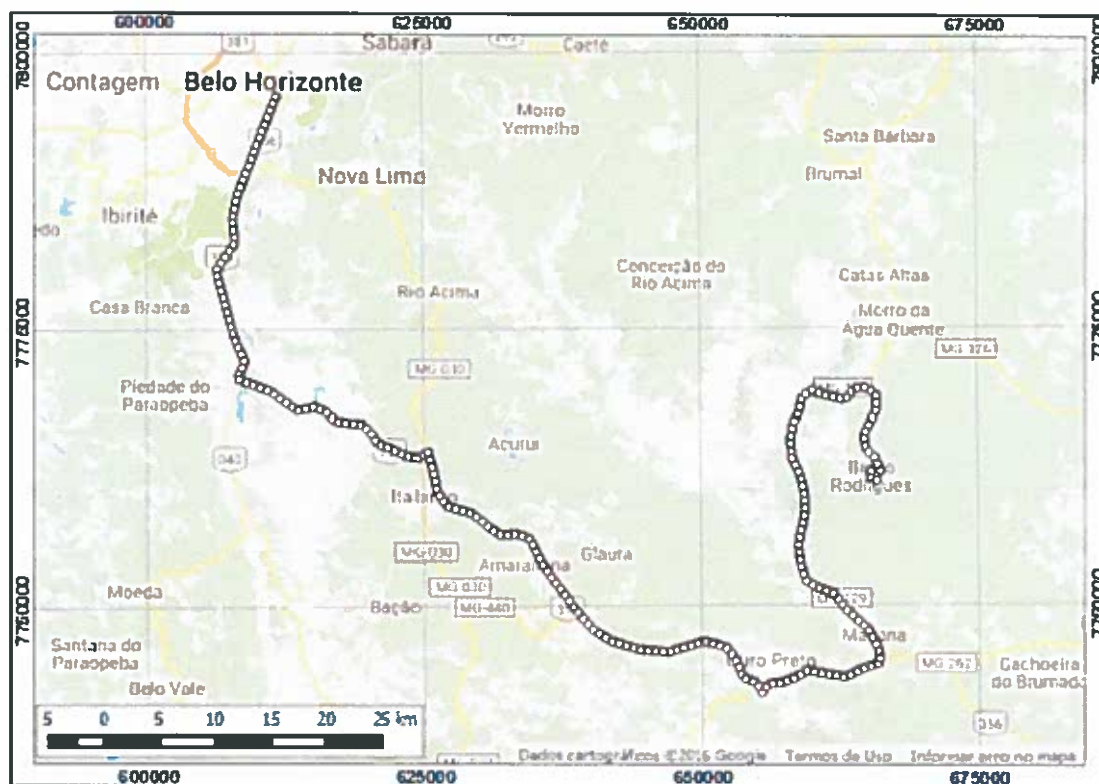


Figura 3.1 - Acesso principal a Unidade Operacional de Germano – SAMARCO MINERAÇÃO S.A.



Figura 3.2 – Imagem aérea da Unidade de Germano (Fonte: Google Earth).

			nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 11
--	--	--	--------------------------------	-----------	-----------------

4.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para a elaboração do Plano Conceitual de Descomissionamento do Dique S4, foram consideradas as informações disponibilizadas pela SAMARCO e o Projeto Detalhado do Dique S4, desenvolvido pela WALM no ano de 2016, conforme apresenta a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Documentos de referência utilizados para o Plano de Descomissionamento – Dique S4.


Documento	Título	Autor
G002344-C-1ET005	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUTIVA PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-1PQ002	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 PLANILHA DE QUANTIDADES PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-O-100015	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 ENSECADEIRA DE MONTANTE - ARRANJO E SEÇÃO PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-O-100016	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 ENSECADEIRA DE JUSANTE - PERIODO DE ESTIAGEM - ARRANJO E SEÇÃO PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-O-100017	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 ENSECADEIRA DE JUSANTE - PERIODO DE CHEIA - ARRANJO E SEÇÃO PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100058	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 SISTEMA DE DESVIO - PLANTA PROJETO EXECUTIVO	WALM

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 12
---	---	--	------------------------------------	-----------	-----------------

Documento	Título	Autor
G002344-C-100059	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 SISTEMA DE DESVIO - SEÇÕES E DETALHES PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100060	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 SISTEMA DE DESVIO - DRENAGEM SUPERFICIAL – PLANTA, PERFIL E DETALHES TÍPICOS PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100066	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 ESCAVAÇÃO DO DIQUE - PLANTA PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100067	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 ESCAVAÇÃO DO DIQUE - SEÇÕES E DETALHES - 1/3 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100068	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 ESCAVAÇÃO DO DIQUE - SEÇÕES E DETALHES - 2/3 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100069	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 ESCAVAÇÃO DO DIQUE - SEÇÕES E DETALHES - 3/3 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100070	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 MURO EXISTENTE - PROTEÇÃO PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100071	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE DE PROTEÇÃO - CAPELA SÃO BENTO - PLANTA E SEÇÃO PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-	GERMANO - GERAL	

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 13
---	---	--	--------------------------------	-----------	-----------------

Documento	Título	Autor
100072	CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE DE PROTEÇÃO - CAPELA SÃO BENTO - DRENAGEM SUPERFICIAL - PLANTA - PERFIL E SEÇÕES PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002370-O-100005	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA GEOTÉCNICA - PLANTA PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002370-O-100006	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA GEOTÉCNICA - SEÇÕES PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002341-C-100075	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 SISTEMA DE DESVIO - PLANTA DE FORMA E ARMAÇÃO 1/4 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100094	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE S4 - ARRANJO GERAL RESERVATÓRIO PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100095	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE S4 - TERRAPLENAGEM PLANTA LOCAÇÃO E PONTOS NOTÁVEIS PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100096	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE S4 - TERRAPLENAGEM SEÇÕES DE IMPLANTAÇÃO 1/2 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100097	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE S4 - TERRAPLENAGEM SEÇÕES DE IMPLANTAÇÃO 2/2 PROJETO EXECUTIVO	WALM

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 14
---	---	--	------------------------------------	-----------	-----------------

Documento	Título	Autor
G002344-C-100098	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE S4 - DRENAGEM INTERNA PLANTA, DETALHES TÍPICOS E PONTOS NOTÁVEIS PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100099	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE S4 - DETALHES FOLHA 1/3 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100100	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE S4 - DETALHES FOLHA 2/3 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100101	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 DIQUE S4 - DETALHES FOLHA 3/3 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100102	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA FOLHA 1/2 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002344-C-100103	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA FOLHA 2/2 PROJETO EXECUTIVO	WALM
G002300-O-1MD007	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO	WALM

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 15
---	---	--	--------------------------------	-----------	-----------------

Documento	Título	Autor
G102300-G-1MM001	GERMANO - GERAL CONSTRUÇÃO DO DIQUE S4 MANUAL DE OPERAÇÃO PROJETO EXECUTIVO	WALM


5.0 CRITÉRIOS E PREMISSAS

Para as atividades de descomissionamento do maciço do Dique S4 e Canal de desvios foram consideradas os seguintes critérios e premissas:

- O Plano Conceitual de Descomissionamento do Dique S4 foi elaborado a partir dos documentos de projeto detalhado desenvolvido pela WALM Engenharia, considerando suas versões finais que foram utilizadas para a implantação da estrutura;
- As informações referentes à Curva Cota x Área x Volume, são baseadas na base topográfica disponibilizada pela SAMARCO para a elaboração do projeto detalhado do Dique S4, representado pelo documento “Dique_S4_Topografia_Sirgas2000”. Não foi considerado o aporte de sedimentos que ocorreu no reservatório após o início das obras de implantação do Dique;
- As atividades desenvolvidas para o descomissionamento do Dique S4 se restringem a remoção do material acumulado no reservatório, a partir da construção da ensecadeira de montante e operacionalização do Canal de Desvio para a realização das obras de limpeza de fundação e construção do maciço;
- O presente documento não apresenta soluções para a remoção do rejeito acumulado na região antes do início das atividades do Dique S4. As atividades para a remoção da lama e do rejeito acumulado na região e a quantificação do volume, deverão ser definidas a partir do Plano de Manejo dos Rejeito que esta sendo elaborado pela SAMARCO;
- As obras para a remoção do maciço do Dique S4 bem como do material acumulado no seu reservatório deverão ser realizadas em período seca;

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 16
---	---	--	------------------------------------	-----------	-----------------

- A remoção das estruturas deverá ser realizada em duas etapas de forma a atender as condições de execução das obras. Desta forma as atividades para o descomissionamento do dique deverão ser realizadas na estação seca do ano de 2018;
- Para os estudos de descomissionamento, foi considerando a ocupação do reservatório em uma taxa de 150.000,00 m³/ano, considerando as informações obtidas nos monitoramentos realizados pela SAMARCO no reservatório do Dique S4, após a implantação da Ensecadeira de Montante e do Canal de Desvio;
- As etapas a serem realizadas para o descomissionamento do Dique S4 consistem em:
 - Etapa 1: Rebaixamento da soleira do Dique S4 da EL. 697,50 m para à EL. 696,00 m de forma a propiciar a recuperação das margens submersa do reservatório com liberação de área de 61.000,00 m² para a recuperação ambiental por parte da SAMARCO. Ao término do rebaixamento da soleira e rebaixamento da lâmina d'água, lama e rejeito na Etapa 1, a estrutura será retomada de forma a atender a estação chuvosa do ano de 2019. Além do rebaixamento da lâmina d'água, nesta etapa deverá ser removido parte da lama e rejeito acumulado no reservatório, totalizando 0,20Mm³; e
 - Etapa 2: Remoção do Maciço do Dique S4, Canal de Desvio e Ensecadeira de Montante e da lama e rejeito acumulados ao longo dos anos de operação do Dique S4. O volume esperado para a remoção da lama e rejeito depositado no reservatório é de 0,25Mm³ (0,1Mm³ remanescente da Etapa 1 e 0,15Mm³ acumulado na estação chuvosa entre os anos de 2018 e 2019).
- Para a elaboração das soluções, foi considerado o aproveitamento das estruturas de desvios e acessos existentes na região, de forma a evitar novas licenças ambientais;
- O maciço remanescente da Etapa 1 do descomissionamento do Dique deverá apresentar-se estável geotecnicamente, atendendo a todas as condições estabelecidas na NBR 13.028 (ABNT, 2006), inclusive para o sistema extravasor;
- Os volumes estimados para o rebaixamento do reservatório do Dique S4 nas etapas de projeto foram baseados na Cota x Área x Volume do reservatório;
- Antes do início das obras de descomissionamento do maciço do Dique S4, deverá ser realizado a topobatimetria do reservatório de forma a se avaliar a taxa de ocupação do reservatório e o volume disponível para armazenamento. Esta atividade tem como

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 17
--	---	--	------------------------------------	-----------	-----------------

finalidade acompanhar a evolução da ocupação do reservatório, de forma a validar as premissas adotadas para a taxa de ocupação anual do reservatório (150.000 m³/ano). Além disto, a partir da batimetria, será possível a determinação dos volumes a serem removidos nas Etapas 1 e 2 de descomissionamento;

- Para a remoção da lama e do rejeito no reservatório, deverá ser utilizado o processo de Dragagem (“Drag-line” e/ou Dragagem por sucção) e/ou Desmonte Mecânico. A solução a ser adotada deverá ser definida pela SAMARCO em etapa futura, considerando as informações da Batimetria;
- A “Drag-line” deverá ser utilizada preferencialmente na margem direita do reservatório de forma a não impactar as estruturas e ruínas da região de Bento Rodrigues;
- Os materiais removidos do reservatório do Dique S4 a partir do desmonte mecânico e/ou com uso de “Drag-line” (remoção de material situado abaixo do nível d’água), serão direcionados para a área licenciada pela SAMARCO definida como “Pilha AD-1”, localizada na margem esquerda do Córrego Mirandinha (reservatório do Dique S3). Para a disposição em pilha, a lama/rejeito da região deverá apresentar-se em umidade compatível com as condições de compactação, sendo necessário a utilização de pátios de secagem e/ou bota espera para o desaguamento antes do transporte e disposição na Pilha AD-1;
- As atividades de remoção dos materiais depositados na região de Bento Rodrigues, serão realizadas com os equipamentos mais adequados na época da sua realização, sendo que, o desenvolvimento das atividades nestas regiões deverão seguir as orientações da equipe de Arqueologia da SAMARCO;
- Para o processo de remoção do material submerso com uso de draga de sucção, o material deverá ser direcionado para o reservatório do Dique S3;
- Para as Etapas 1 e 2, durante as atividades, não haverá contribuição do Dique S3 para o reservatório do Dique S4, devendo ser previsto o desvio do excedente do S3 para o Rio Gualaxo do Norte. Para tal, será realizado o bombeamento do excedente do Dique S3 para o Canal de Desvio do Dique S4 considerando a implantação de tubulação interligando as estruturas;

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 18
---	---	--	--------------------------------	-----------	-----------------

- Durante as atividades de rebaixamento do reservatório do Dique S4 nas Etapas 1 e 2, deverá ser avaliada a condição da turbidez da água contida no reservatório
- As soluções apresentadas são Conceituais, baseada em informações do projeto detalhado e poderão sofrer alterações após o acompanhamento do topobatimetria do reservatório. Para tal, recomenda-se a revisão do presente documento após o primeiro ano de operação do Dique S4, caso os volumes armazenados no reservatório sejam superiores aos previstos no presente documento.

6.0 DESCRIÇÃO GERAL DA ESTRUTURA

O Dique S4 foi implantado pela SAMARCO, no período compreendido entre os meses de setembro de 2016 e janeiro de 2017, e consistem em um dique galgável em seção mista.

A estrutura foi projetada para atender as seguintes condições:

- Contenção dos rejeitos dispostos na região de Bento Rodrigues;
- Tratamento adicional da água a ser descartada no rio Gualaxo do Norte, com melhoria nos níveis de turbidez;

De acordo com o projeto detalhado elaborado pela WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental, o núcleo do Dique S4 é formado por seção mista, considerando o uso de Blocos com Finos, Pedra de Mão e blocos com diâmetros da ordem de 1,20 metros. Para a utilização destes materiais de forma conjunta para o núcleo da estrutura, foi necessário à adoção de transições geotécnicas e estruturas de impermeabilização de forma a atender as condições específicas de cada material, garantindo a segurança geotécnica da estrutura.

O material denominado “Bloco com Finos” é oriundo da abertura de frentes de lavra e foi utilizado na porção de montante do Dique S4. O aterro em Bloco com Finos deve contemplar um dique inicial a montante do eixo da estrutura, até a El. 697,30 m de forma a realizar a conformação inicial do núcleo da estrutura. O aterro apresenta as seguintes características geométricas:

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 19
---	---	--	--------------------------------	-----------	-----------------

- Taludes de Montante e Jusante com inclinação de 2,00H : 1,00V (26,56°) e;
- Largura de Crista com 7,43 metros.

Como o Bloco com Finos apresenta grande concentração de material em fração arenoso, optou-se pela proteção do material, no núcleo do Dique S4, com uso de Geossintéticos. Para a face de montante foi considerado a proteção com aplicação de geomembrana de forma a impermeabilizar a região e evitar quaisquer caminhos de percolação pelo material. A geomembrana a ser utilizada para o Dique S4 é de polietileno de alta densidade e alto peso molecular, lisa, flexíveis e com espessura de 2,00 mm.

Como este material apresenta concentração de blocos que potencializa a formação de faces com angulosidade, de forma a evitar a ruptura da geomembrana, foi considerada a utilização de um geotêxtil não tecido para a proteção. Este geotêxtil deverá apresentar gramatura de no mínimo 500 g/m² (#500 g/m²).

O sistema formado pelo geotêxtil/geomembrana foi ancorado na região do pé do talude de montante do Dique S4 e na crista do aterro em blocos com finos de forma a garantir a estabilidade para a operação da estrutura, apresentando dimensões de 0,60m x 1,00 m (base x altura). Estas trincheiras foram preenchidas com concreto de forma a fixar o conjunto proposto para a impermeabilização da região.

A impermeabilização da face do dique apresenta vantagens operacionais para a estrutura, com a formação de lago desde o início das operações do Dique S4, aumentando a eficiência de sedimentação e reduzindo a emissão de sólidos em suspensão para o rio Gualaxo do Norte.

A porção da crista dos Blocos com Finos em contato com o vertedouro do Dique S4 apresenta proteção com a aplicação de laje em concreto, de forma evitar a formação de caminhos preferenciais ao longo do maciço e com função de proteção do material.

Para tal, optou-se pela utilização de uma solução conjunta com utilização de geocélula preenchida com concreto, ancorada nas extremidades da crista do aterro em Bloco com Finos. A geocélula utilizada na proteção é de PEAD texturizada e Perfurada de 8" (200 mm) com densidade superior a 0,94 g/m³ e foi preenchida com concreto com F_{CK} superior a 15MPa.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 20
---	---	--	---	-----------	-----------------

Com a impermeabilização da face de montante e crista do aterro em Bloco com Finos, não são esperados fluxos na porção do aterro. Para a face de jusante foi proposta a aplicação de um geotêxtil não tecido agulhado com a mesma gramatura utilizada para a proteção da geomembrana e que apresenta função de separação entre o aterro em Blocos com Finos e os materiais granulares a serem utilizados a partir deste aterro.

O núcleo do Dique S4 a partir do aterro em Bloco com Finos é formado pelo material denominado “Pedra de Mão”, e engloba o complemento da crista do dique em uma extensão de 6,25 metros recobrendo toda a fase de jusante do aterro em blocos com finos . O talude em Pedra de Mão a partir da crista apresenta inclinação de 2,00H : 1,00V (26,56°), sendo que a partir da El. 692,94 m, o aterro apresenta inclinação de 6,00H : 1,00V (9,46°) de forma a conformar parte do aterro do canal rápido.

Na região da crista, como o material apresenta diâmetro inferior ao necessário para evitar o carregamento dos blocos, foi previsto a implantação de concreto ciclópico na crista da estrutura com espessura de 0,50 metros de forma a garantir a fixação dos blocos na região.

Como a pedra de mão ficará em contato direto com a face de jusante do aterro em Blocos com Finos revestidos pelo geotêxtil, foi utilizado como transição geotécnica, uma camada de Brita 3 com espessura de 0,30 metros.

Acima da camada da pedra de mão, o maciço do Dique S4 foi formado por blocos de rocha com diâmetro médio de 1,20 metros. Estes Blocos compõem o Canal Rápido e a Bacia de Dissipação do Dique S4.

Para o Dique S4 foi prevista ainda a implantação de um dispositivo de drenagem interna, na região do aterro em bloco com finos, constituído por tapetes drenantes na região dos taludes de ombreira na calha do córrego Santarém e de um tapete central para a coleta e direcionamento dos fluxos.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 21
---	---	--	--------------------------------	-----------	-----------------

O tapete na região das ombreiras foi implantado a partir da El. 694,00 m e direciona o fluxo para o tapete central que se encontra na El. 687,00 m. Desta forma os tapetes de ombreira foram construídos em areia, com espessura de 0,30 m. Já o tapete central, é do tipo “sanduíche” formado por núcleo de Brita 0 com espessura de 0,70 metros envolto por camada de areia com espessura de 0,30 m.

Como o maciço em pedra de mão apresenta elevada permeabilidade, o tapete central previsto na região do aterro em Blocos com Finos foi interrompido no contato entre o aterro e a porção do maciço em pedra de mão, com a construção de um dreno de pé formado pelo núcleo do tapete em Brita 0 e pela sua respectiva transição para a pedra de mão (Brita 3).

Para o fechamento do maciço do Dique S4 na porção do canal de desvio, foi previsto o preenchimento com blocos de rocha de 1.200,00 mm , sendo a impermeabilização da face de montante , obtida através da aplicação de concreto projetado sobre a face, de forma a preencher os vazios dos blocos e vedar a estrutura neste ponto.

A Figura 6.1 apresenta o arranjo geral desenvolvido para o Dique S4.

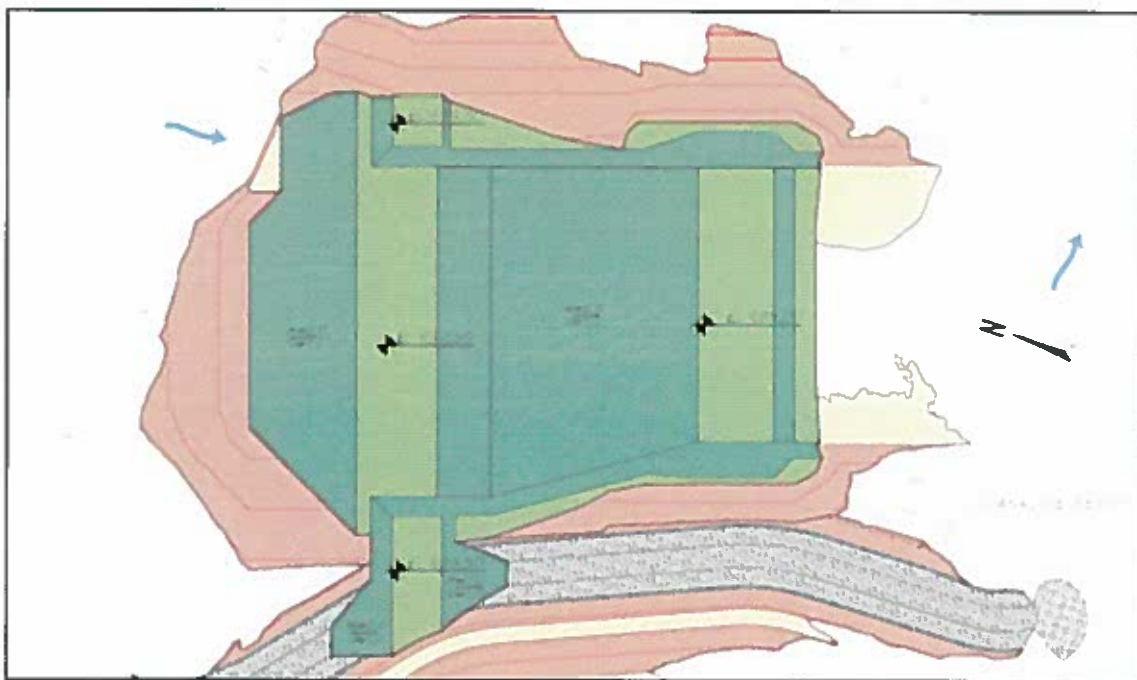


Figura 6.1 – Arranjo geral do Dique S4.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 0	página nº 22
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

A seção transversal e longitudinal do Dique S4 é apresentada na Figura 6.2 e Figura 6.3 respectivamente.

A Tabela 6.1 apresenta a Ficha Técnica do Dique S4 considerando o zoneamento apresentado. Já a Figura 6.4 mostra a visão geral do Dique S4 e as área de alagação para o nível normal de operação (NA. 697,50 m) e crítico (NA. 699,50 m).

Tabela 6.1 – Ficha Técnica do Dique S4.

Dique S4	
Altura máxima (m)	10,50
Inclinação do talude de montante	2,00 H: 1,00V
Inclinação do talude de jusante entre as elevações 699,50 e 697,50 metros e região do Canal de Desvio	2,00H : 1,00 V
Inclinação do Canal rápido	6,00H: 1,0V
Volume de blocos de 1.200,00 mm (m³)	11.344,00
Volume de blocos de Pedra de mão (m³)	7.935,00
Volume de blocos com finos (m³)	17.413,00
Volume de Brita 3 - Maciço (m³)	226,16
Volume de Brita 3 - Transição(m³)	69,00
Volume de Brita 0 (m³)	885,10
Volume de Areia (m³)	804,00
Concreto ciclópico (m³)	127,00
Concreto Jateado para impermeabilização da face de montante do Dique S4 na região do Canal Rápido (m²)	200,05
Geotêxtil não Tecido com gramatura de 500g/m² (m²)	2.740,00
Geomembrana de polietileno de alta densidade lisa e espessura de 2mm (m²)	2.024,00
Geocélula de PEAD Texturizada de 8" (m²)	551,10
Concreto FCK 15MPa (m³)	54,80
Elevação da Crista (m)	699,50
Largura da Crista (m)	10,00
Soleira do sistema extravasor (m)	697,50
Área total do maciço (m²)	8.836,31
Área alagada (m²)	332.620,77
Volume do Reservatório (m³)	1.006.317,78

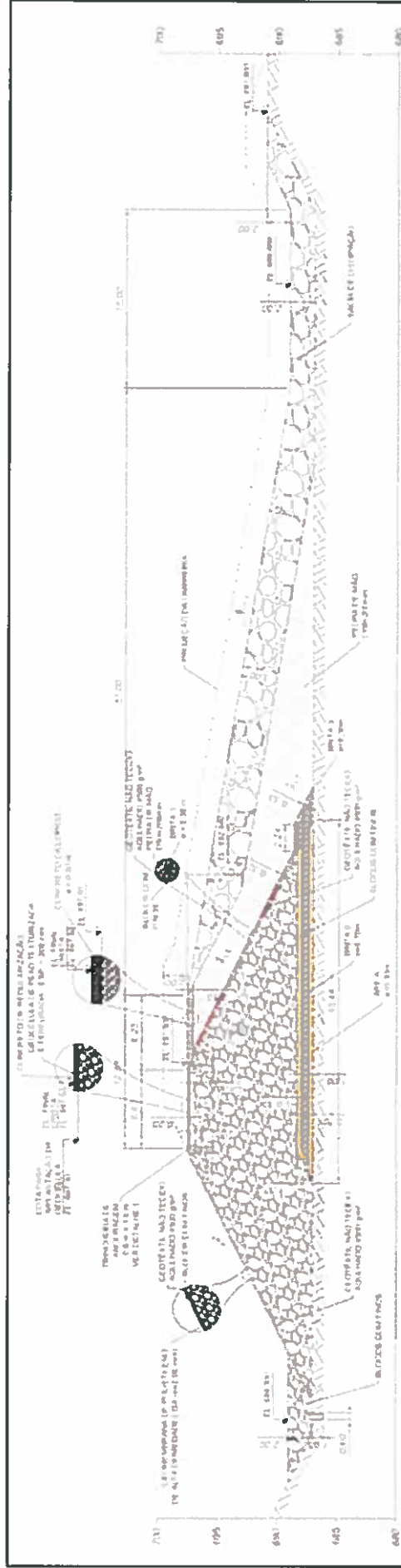


Figura 6.2 – Seção Típica do Dique S4 – Transversal.

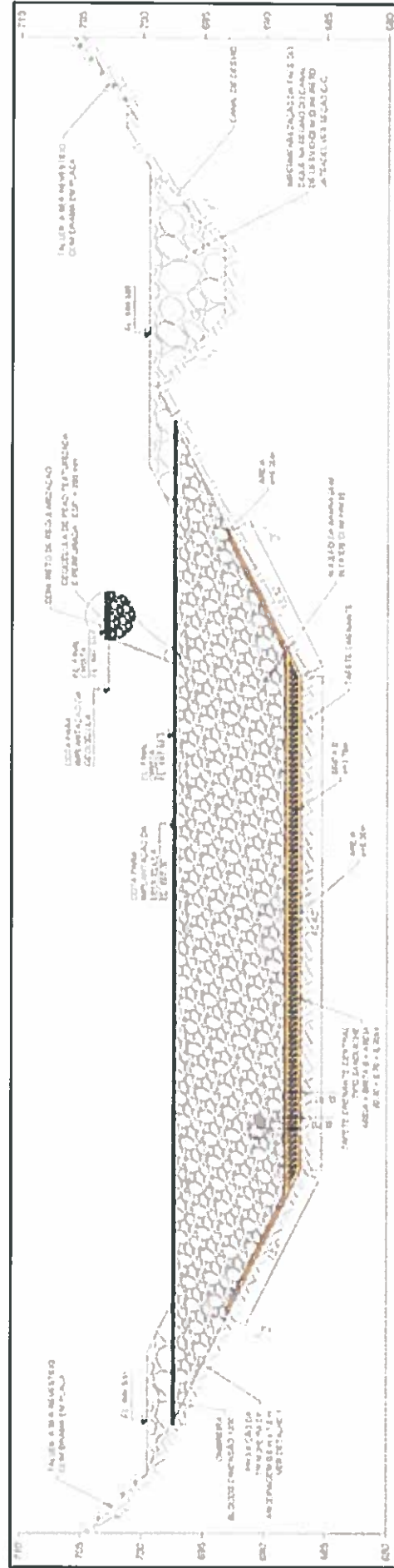


Figura 6.3 – Seção Típica do Dique S4 – longitudinal.

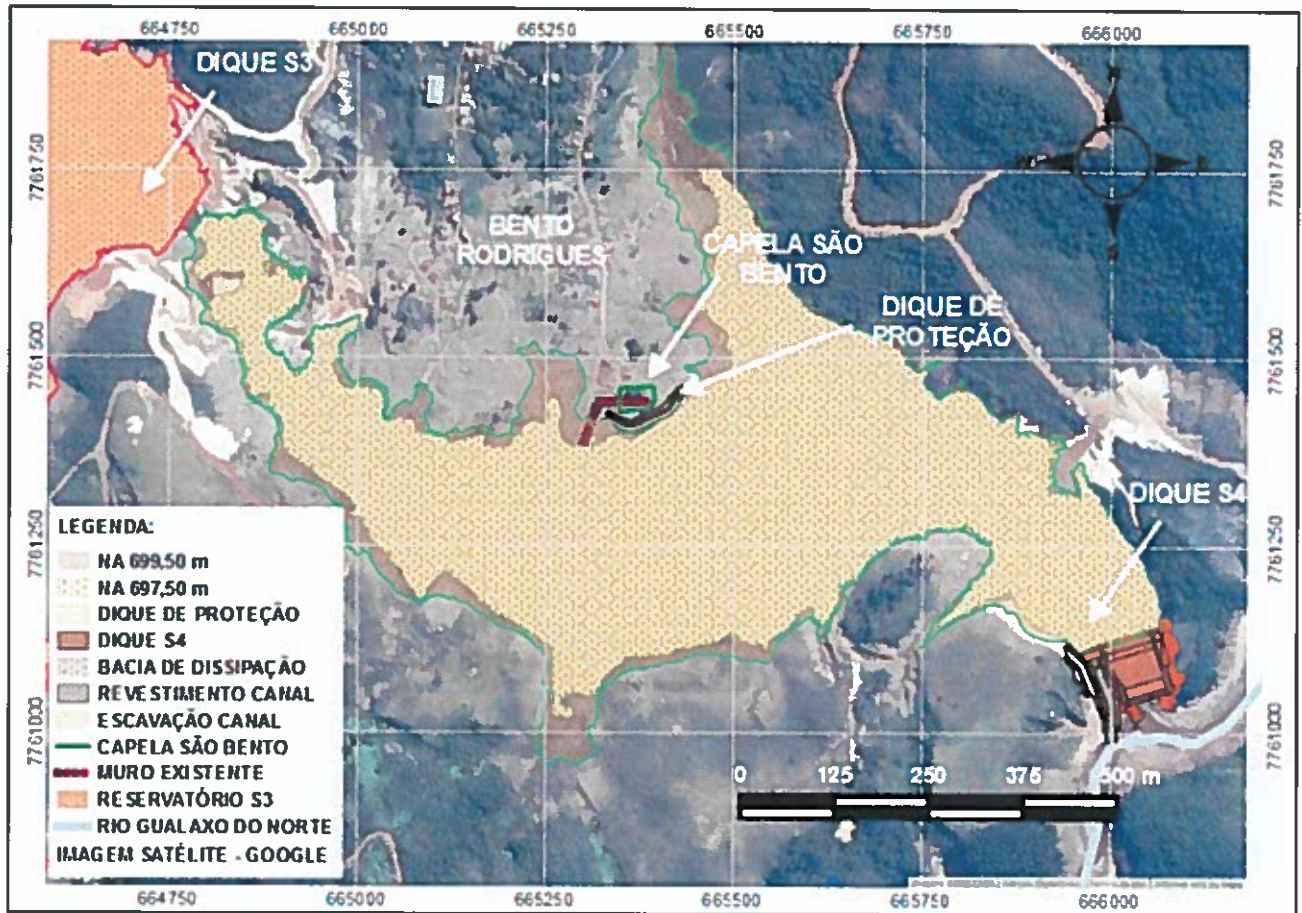


Figura 6.4 – Visão Geral do Dique S4 e reservatório da estrutura.

Conforme apresenta a ficha técnica da estrutura, o Dique S4 na sua conformação final apresenta capacidade total de acumulação (Volume de acumulação + Volume de sedimentação) da ordem de 1,00Mm³, sendo a curva Cota x Área x Volume apresentada na Figura 6.5.

A Figura 6.6 apresenta fotos da fase final de construção do Dique S4, sendo que a Figura 6.7 apresenta do Dique S4 já em operação.

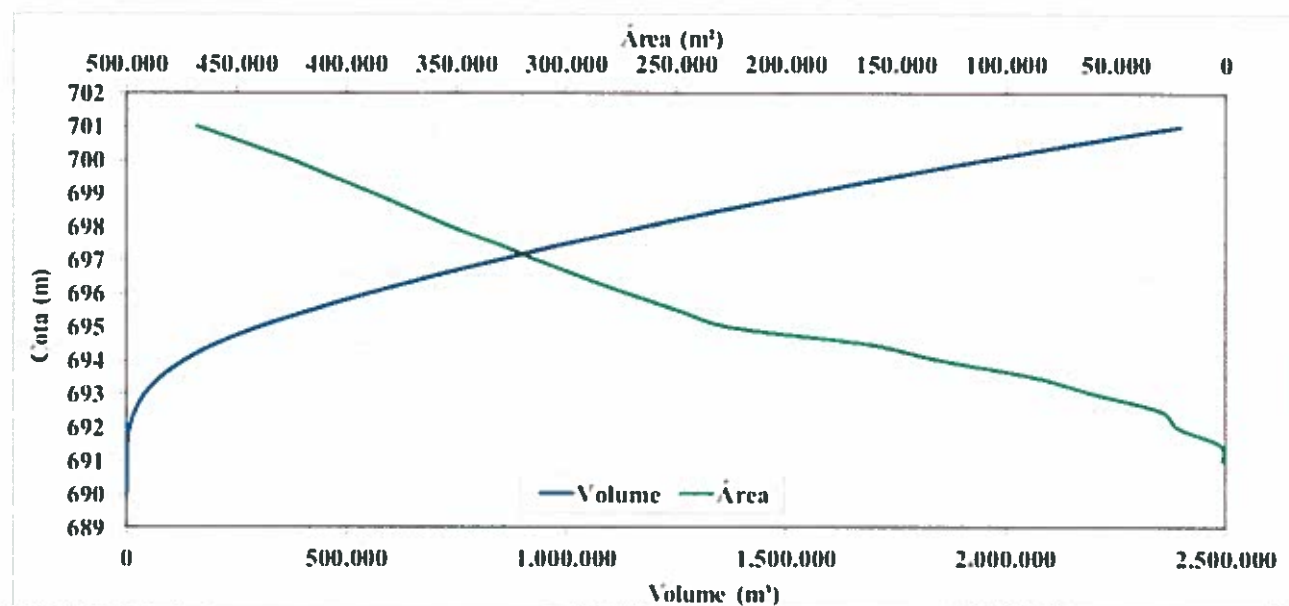




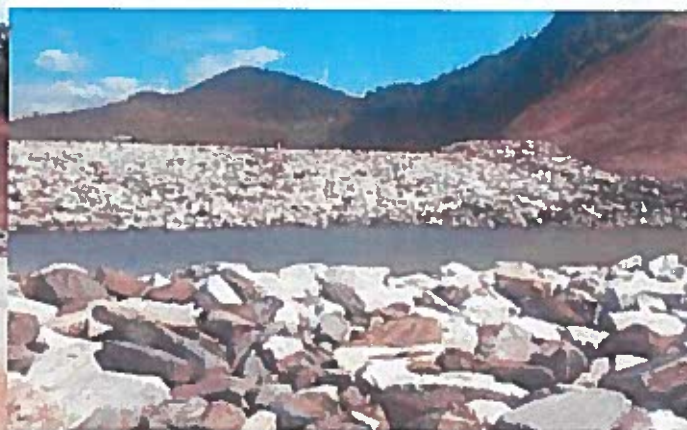
Figura 6.5 – Curva Cota x Área x Volume – Dique S4.



	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 26
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------



(c)




(d)

Figura 6.6 – Fotos da construção do Dique S4 – (a) Vista do Talude de Montante com aplicação da geomembrana; (b) Vista do Talude de Jusante e Bacia de Dissipação; (c) Vista da Crista e Soleira do Extravasor; (d) Vista do Dique S4 a partir da Bacia de Dissipação.



Figura 6.7 – Dique S4 em Operação.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 27
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

7.0 PLANO CONCEITUAL DE DESCOMISSIONAMENTO DO DIQUE S4

O Plano Conceitual de Descomissionamento do Dique S4 é parte integrante do TTAC e , indica a desativação e remoção da estrutura após 3 (três) anos de operação, referente ao ano de 2019. O prazo encontra em negociação por parte do departamento jurídico da SAMARCO e poderá sofrer alteração até a realização das obras de desativação da estrutura.

O Dique S4 apresenta capacidade máxima de acumulação de 1,05Mm³, sendo verificado a partir da Curva Cota x Área x Volume (ver Figura 6.5), que entre a Às EL. 689,00 m e EL.694,00 m, o reservatório apresenta baixa capacidade de acumulação (130.642,26 m³). Acima da EL. 694,00 m há um aumento significativo para a capacidade de acumulação de Lama e Rejeito oriundos do excedente do Dique S3 e da bacia de drenagem do Dique S4. Em termos de descomissionamento, a configuração do reservatório proporciona grande capacidade de acumulação para as cotas mais elevadas e baixa capacidade a partir da EL. 694,00 metros. Além do material contido no reservatório, as atividades de descomissionamento deverão contemplar a remoção do material (Lama / Rejeito) depositado no reservatório, após a implantação do Dique S4.

Ressalta-se que a lama e o rejeito depositado entre o Dique S3 e a foz do Córrego Santarém antes da construção do Dique S4 não será foco do presente estudo, uma vez que o período em que ocorreu a requisição administrativa do Estado de Minas Gerais para a construção do Dique S4, admite que as soluções para o descomissionamento resumem-se a recuperação da área impactada pela construção da estrutura e limita-se ao reestabelecimento da condição anterior à sua construção.

Considerando o período em que ocorreu a requisição administrativa do Estado de Minas Gerais para a construção do Dique S4, propõe-se que a recuperação da área afetada por essa intervenção vá até a condição anterior à construção da estrutura de contenção em comento. Contudo, as ações pertinentes à desmobilização dessa estrutura poderão ser reavaliadas, inclusive quando estiver finalizado o plano global de manejo de rejeitos (naquilo que diz respeito à região de Bento Rodrigues) em fase de estruturação pela Fundação Renova em conjunto com as partes interessadas (conforme sinalizado na Proposta de Plano de Trabalho apresentado à SEMAD em 31.01.17), a título de cumprimento às cláusulas 150 a 157 do TTAC, bem como alinhado com o Ministério Público de Minas Gerais a metodologia da limpeza total da área de Bento Rodrigues, uma vez que essa ação envolve questões atinentes ao patrimônio histórico e cultural da região.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 28
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

Para as atividades de remoção da Lama e do Rejeito acumulado no reservatório do Dique S4, torna-se essencial o planejamento integrado das atividades da retirada do material, de forma a preservar a qualidade do efluente para o Rio Gualaxo do Norte, evitando danos ambientais para a região.

A desativação do Dique S4 deverá ser realizada obrigatoriamente em período de estiagem (considerando uma média de 4 meses de estiagem para a realização das atividades), reduzindo os impactos ambientais para o curso d'água a jusante. Nestas condições, a estrutura deverá ser removida considerando a produtividade média dos equipamentos de escavação, dragagem, etc. de forma a se estabelecer as atividades, sem quaisquer comprometimentos ambientais e/ou a segurança das estruturas do Dique S4, e em tempo compatível com a realização das atividades.

A partir das informações apresentadas e dos critérios e premissas adotados, os estudos desenvolvidos mostraram ser mais viável tecnicamente, o descomissionamento do Maciço do Dique S4 em duas etapas. As etapas foram definidas em função da ocupação do reservatório e considerando o prazo estabelecido para o TTAC.

Desta forma as obras para a Etapa 1 deverão ser iniciadas na período seco do ano de 2018 com o rebaixamento parcial da estrutura de forma a propiciar a liberação de área para o início das atividades de recuperação ambiental da área. A estrutura remanescente desta etapa deverá atender a uma estação chuvosa. No início da estação seca do ano seguinte, a SAMARCO deverá iniciar a remoção completa da estrutura e o rebaixamento do reservatório até a condição antes da construção do Dique S4, contemplando a Etapa 2.

As Etapas definidas para o descomissionamento do Dique S4 são:

- **Etapa 1:** Remoção parcial do maciço da estrutura, a partir do rebaixamento da soleira do Dique S4 da EL. 697,50 m para à EL. 696,00 m, devendo ainda, garantir volume suficiente para a retenção e sedimentação no reservatório para uma estação chuvosa. Esta obra deverá ser realizada durante a estação seca do ano de 2018, com o bombeamento da lâmina d'água existente no reservatório. As atividades para o rebaixamento da estrutura bem como as obras de desvio e indicações para a remoção da lama e rejeito no reservatório do Dique S4 são apresentadas no item 7.1.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 29
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

- Etapa 2: Ao término da Etapa 1, no período seco do ano de 2019 será realizado as obras para a remoção completa do Dique S4 partir da estrutura remanescente da Etapa 1, material retido no seu reservatório e Canal de Desvio. Além destas atividades, nesta etapa, dar-se-á início as atividades para a readequação e recuperação ambiental da área do maciço e do canal de desvio. As atividades para o descomissionamento do Dique S4 para a etapa 2 são apresentadas no item 7.2.



Ressalta-se que a estrutura remanescente da Etapa 1 de descomissionamento do Dique S4 deverá atender a todas as recomendações da NBR 13.028 (ABNT, 2006), e reservatório compatível para atender a retenção de sedimentos para uma estação chuvosa, considerando a taxa de geração anual de 150.000,00 m³/ano.

Ressalta-se que o valor atribuído para a taxa de material carreado para o reservatório do Dique S4 foi baseado na comparação do levantamento batimétrico realizado em outubro de 2016 e no aerolevanteamento realizado em 2015, pela SAMARCO, indicando o acúmulo de 50.000,00 m³ no período. Desta forma, optou-se por um valor mais conservador de forma a prever uma condição mais crítica para a ocupação do reservatório.

Estes valores deverão ser aferidos pela SAMARCO em etapa futura a partir de levantamentos topobatimétricos do reservatório.

Recomenda-se a realização do levantamento topobatimétrico do reservatório na periodicidade definida no manual de operação do Dique S4, representado pelo documento “G102300-G-1MM001”, de forma a prever o comportamento do uso e ocupação do reservatório, subsidiando a SAMARCO na tomada de decisão quanto aos volumes a serem considerados para as atividades de dragagem e/ou escavação do reservatório devido às incertezas em relação à taxa de geração de rejeito e lama para o reservatório.

Os materiais a serem dragados durante a etapa de descomissionamento do Dique S4 deverão ser lançados no reservatório do Dique S3, em posição que garanta a sedimentação do material e que não comprometa a qualidade da água com o aumento da turbidez. Já o material escavado a partir do desmonte mecânico e/ou a partir de “Drag-line”, será direcionado para a Pilha AD-1 localizada nas. Esta área encontra-se licenciada para o armazenamento de material oriundo das escavações na região de

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 30
---	--	--	---	------------------	------------------------

Bento Rodrigues e apresenta capacidade total de armazenamento de 886.552,41 m³ (0,886 Mm³), segundo o projeto existente atualmente para a disposição de material na área.

Ressalta-se que caso o volume de material dragado e escavado na região do Dique S4 exceda a capacidade de armazenamento da Pilha AD-1, caberá a SAMARCO a elaboração de um plano de disposição dos materiais excedentes de forma a garantir a disposição adequada dos materiais, bem como solicitar aprovação dos órgãos ambientais competentes, caso seja necessário.

Da mesma forma, caso não seja possível à disposição de material dragado no reservatório do Dique S3, a SAMARCO deverá providenciar outra área para a disposição deste material, em local com capacidade suficiente para a disposição dos volumes previstos no presente Plano.



7.1 ETAPA 1

A Etapa 1 proposta para a desativação do Dique S4, consiste no rebaixamento do reservatório existente da El. 697,50 m para à EL. 696,00 m, através do rebaixamento da soleira do extravasor e remoção parcial do maciço existente no período seco do Ano de 2018. Para tal, a Etapa 1 contempla as intervenções a serem realizadas no maciço e reservatório para o rebaixamento da estrutura.

A redução de 1,50 metros no reservatório do Dique S4 implica na redução da capacidade de armazenamento de 1,05Mm³ para 0,59Mm³, liberando uma área efetiva de reservatório de 61.000,00 m² para a limpeza das margens, estabilização física da região e estabelecimento de vegetação inicial para proteção.

Antes do início das operações do descomissionamento do Dique S4 para a Etapa 1, a SAMARCO deverá cessar a contribuição do excedente do Dique S3 para o reservatório da estrutura, através de obras de desvio da laminação para o Rio Gualaxo do Norte. Para tal, será necessária a implantação de um sistema de bombeamento entre o reservatório do Dique S3 e o rio, com ponto de desagüe no Canal de Desvio do Dique S4, a jusante do maciço.

Conforme premissa de projeto, o reservatório no início das operações de descomissionamento deverá apresentar volume armazenado da ordem de 300.000,00 m, equivalente à ocupação do reservatório até a

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 31
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

cota aproximada da EL. 695,00 m. Assim, o rebaixamento do reservatório será realizado com o bombeamento da lâmina d'água excedente, levando-se em conta a condição de turbidez da água no reservatório, de forma a atender aos critérios ambientais.

Nesta etapa, além do rebaixamento volumétrico da lâmina d'água em 0,46Mm³ do reservatório do Dique S4 ente as cotas definidas, foi previsto a remoção de um volume da ordem de 0,20 Mm³ do reservatório (lama e rejeito) de forma a propiciar o armazenamento de material para uma estação chuvosa. A metodologia para a escavação deverá ser definida pela SAMARCO em etapa futura considerando as seguintes metodologias:

- Desmonte mecânico para o material não submerso (Escavação mecânica);
- Dragagem para o material submerso considerando os seguintes equipamentos:
 - Drag-line;
 - Dragas de Sucção.

A Sequencia desconstrutiva para o Dique S4 considerando a Etapa 1 de Descomissionamento consiste em:

- Implantação do sistema de bombeamento para o “by-pass” reservatório do Dique S3 para o Rio Gualaxo do Norte de forma não haver contribuição para o reservatório do Dique S4;
- Rebaixamento do reservatório do Dique S4 através de bombeamento da EL. 697,50 para a EL. 696,00 m;
- Retomada da Ensecadeira de Montante existente que se encontra na EL. 697,00 m. Ressalta-se que poderá ser necessárias obras de reforço, a ser definidas em etapa futura;
- Remoção do material acumulado entre a ensecadeira de Montante e o Dique S4 com implantação dos acessos a crista e a região entre as estruturas;
- Rebaixamento da soleira do extravasor do Dique S4 da EL. 697,50 m para a EL. 696,00 m;
- Obras de estabilização física nas margens liberadas pelo rebaixamento do reservatório, e proteção superficial com aplicação de vegetação preliminar;
- Limpeza do reservatório do Dique S4 através do processo de dragagem e/ou Desmonte mecânico de 200.000,00 m³ do reservatório do Dique S4;
- Deposição do material escavado na região da Pilha AD-1 e/ou do Material dragado no reservatório do Dique S3;
- Remoção parcial da Ensecadeira de Montante até à EL 695,00 m;

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 32
---	--	--	---	-----------	-----------------

- Desativação do bombeamento do desaguamento do reservatório do Dique S3 (“by-pass”); e
- Retomada do Dique S4.

As atividades para a realização da Etapa 1 são apresentada nos subitens 7.1.1 a 7.1.8.

7.1.1 TRANSPOSIÇÃO DO EXCEDENTE DO DIQUE S3 PARA O RIO GUALAXO DO NORTE



Durante as atividades para a remoção da lama e do rejeito armazenado no reservatório do Dique S4, será vedada a contribuição de quaisquer fluxos para a região. Para tal, será necessário o bombeamento da vazão do período de estiagem do Dique S3 para o Canal de Desvio do Dique S4 de forma a manter o fluxo para a região. Estima-se que o comprimento da tubulação para a transposição seja da ordem de 1.700 metros.

O sistema de bombeamento deverá ser instalado na região próxima ao maciço da estrutura, devendo ser avaliado o ponto através das batimetrias que estão sendo realizadas pela SAMARCO para o monitoramento do reservatório do Dique S3.

A vazão de Bombeamento deverá ser avaliada pela SAMARCO a partir do Projeto Detalhado e/ou “AS Built” do alteamento do Dique S3.

Ressalta-se que o sistema de bombeamento a ser instalado para a transposição, poderá permanecer no reservatório do Dique S3 até o final das operações para a remoção do Dique S4, uma vez que o sistema deverá operar com a mesma função para a Etapa 2 de descomissionamento no ano de 2019.

A Figura 7.1 apresenta a vista em planta da transposição (“by-pass”) do reservatório do Dique S3 para o Canal de Desvio do Dique S4.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 33
---	--	--	--------------------------------	-----------	-----------------

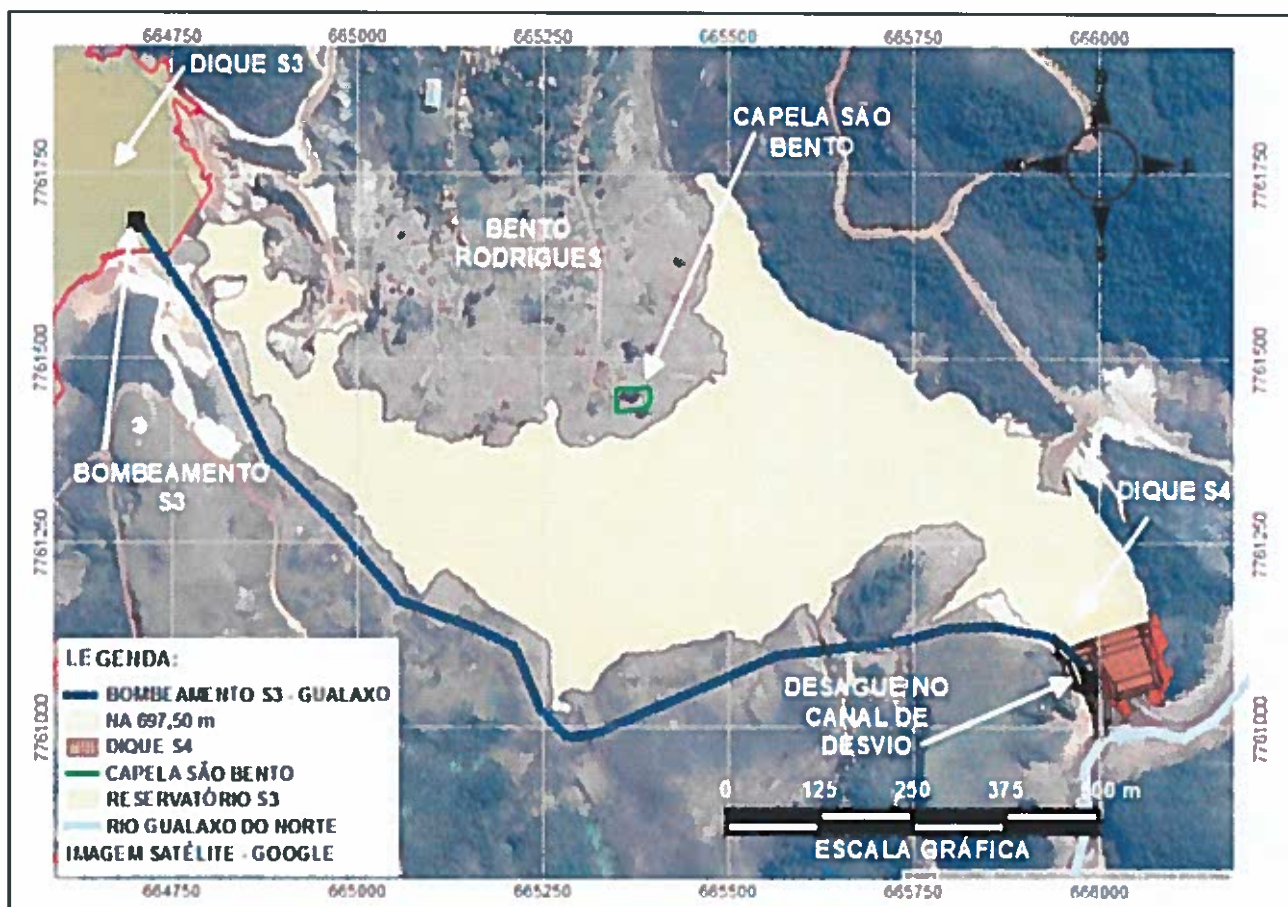




Figura 7.1 – Vista em planta do By-pass do reservatório do Dique S3 para o Rio Gualaxo do Norte a partir do Canal de Desvio do Dique S4.

Para as obras de rebaixamento do reservatório do Dique S4, a SAMARCO deverá prever um sistema de emergência para o bombeamento a ser realizado para a transposição do excedente do Dique S3 para o Rio Gualaxo do Norte, caso haja alguma falha no sistema utilizado para o bombeamento. Este sistema será definido em etapa futura.

7.1.2 REBAIXAMENTO DA LÂMINA D'ÁGUA DO RESERVATÓRIO DO DIQUE S4 DA EL. 697,50 PARA À EL.696,00

Após a realização das obras e a operação da transposição do reservatório do Dique S3 para o Rio Gualaxo do Norte, inicia-se as obras para o rebaixamento do reservatório do Dique S4 da El. 697,50 m para à EL. 696,00 m.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 34
---	--	--	---	------------------	------------------------

O volume a ser bombeado na Etapa 1 foi definido a partir da avaliação da Curva x Cota x Área x Volume do Dique S4 apresentado na Figura 6.5, sendo necessária o bombeamento de 0,46Mm³. Para tal, será necessária a implantação de um sistema de bombeamento no reservatório do Dique S4, sendo que o posicionamento para o mesmo será definida pela SAMARCO após a avaliação da batimetria do reservatório e condição de turbidez da água.



O sistema de bombeamento para o rebaixamento da lâmina do reservatório deverá ser implantado nas proximidades da Ensecadeira de montante que inicialmente estará submersa e o excedente direcionado para o Rio Gualaxo do Norte com a instalação de uma tubulação com comprimento de aproximadamente 300,00 metros até o Canal de Desvio do Dique S4 os região da bacia de dissipação.

Durante as atividades de rebaixamento do reservatório da estrutura, a SAMARCO deverá realizar o controle e monitoramento da turbidez no reservatório do Dique S4 de forma a manter os padrões mínimos estabelecidos pela CONAMA 357/2005, que para cursos d'água doce de Classe II (região em questão) estabelece a turbidez limite em 100 unidades nefelométrica de turbidez – UNT (100UNT). O monitoramento da turbidez deverá ser definido pela SAMARCO durante a realização do rebaixamento do reservatório.

Caso a turbidez exceda o limite estabelecido, a SAMARCO deverá paralisar o bombeamento para o Rio Gualaxo do Norte e estabelecer diretrizes para o controle da turbidez.

Para tal, poderá ser realizado o bombeamento do efluente do reservatório do S4 para o reservatório do Dique S3 para os braços de drenagem localizado no fundo do reservatório de forma a garantir a sedimentação do material (principalmente material com fração granulométrica acima da areia fina). Esta condição necessitaria de uma segunda linha de bombeamento próxima ao Dique S3 com o objetivo de reduzir o caminho da tubulação e perdas de carga para o bombeamento.

Outras opções a serem avaliadas pela SAMARCO no processo de rebaixamento para o controle da turbidez são o uso de floculantes no reservatório e/ou criação de chicanas no reservatório de forma a aumentar o tempo de detenção hidráulica, reduzindo a turbidez. Este controle deverá ser mais bem detalhado durante a elaboração dos estudos em nível básico e detalhado para o descomissionamento do Dique S4.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 35
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

Os dimensionamentos dos sistemas de bombeamento deverão ser realizados pela SAMARCO em etapa futura, levando em consideração o volume a ser bombeado de acordo com as informações a serem obtidas da batimetria do reservatório. Ressalta-se ainda que para a determinação da vazão do bombeamento, deverá ser levada em consideração a contribuição do córrego Ouro Fino que se encontra na margem esquerda do reservatório próximo a Bento Rodrigues.

7.1.3 RETOMADA E OBRAS DE REFORÇO PARA A ENSECADDEIRA DE MONTANTE

A Ensacadeira de Montante utilizada para as obras de reforço de fundação e construção do maciço do Dique S4 foi rebaixada até à EL. 697,00 m com o objetivo de operacionalização do Dique S4. Na condição atual a mesma encontra-se submersa e com o bombeamento a ser realizada no reservatório a mesma será retomada.

A ensacadeira retomada deverá ser utilizada com estrutura auxiliar para as obras de rebaixamento do maciço do Dique S4, contendo o reservatório da estrutura até a finalização das atividades previstas para a Etapa 1.

A etapa do rebaixamento do reservatório é crítica para a ensacadeira, devendo ser avaliada as condições de rebaixamento rápido do reservatório na porção a montante e na região entre o talude de jusante da ensacadeira e o talude de Montante do Dique S4, em que o rebaixamento dar-se-á de forma muito rápido devido ao baixo volume entre as estruturas. Para tal, para os estudos em nível básico e detalhado do descomissionamento do Dique S4, a SAMARCO deverá realizar as análises de rebaixamento rápido, com o intuito de garantir a estabilidade geotécnica da estrutura. O fator mínimo admissível para esta situação é o apresentado na NBR 13.028 (ABNT, 2006) e deverá ser de 1,10.

A análise para o talude de montante deverá contemplar o rebaixamento rápido entre às EL. 697,00 a EL. 696,00 m e o talude de jusante deverá contemplar o rebaixamento da estrutura da EL 697,00 para à EL. 692,00 m (cota estabelecida para a limpeza na região entre a Ensacadeira de Montante e o Dique S4).

Além desta análise, a ensacadeira deverá atender as outras condições estabelecidas na norma supracitada. Para os estudos relativos a avaliação da estabilidade da estrutura, deverá ser considerada as informações do Projeto “AS BUILT” da estrutura, que esta sendo desenvolvido pela WALM.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 36
---	--	--	---	-----------	-----------------

Caso as análises mostrem que a Ensecadeira de Montante não atenda as condições para a estabilidade geotécnica, a SAMARCO deverá realizar o reforço da estrutura de forma a atender aos fatores mínimos estabelecidos na NBR 13.028 (ABNT, 2006).

A retomada da Ensecadeira de Montante deverá preservar a geometria do projeto que consiste em:

- Crista na El. 699,50 metros;
- Taludes com inclinação de 2,00H : 1,00V (26,56°); e
- Largura de Crista de 5,00 metros.

A Figura 7.2 apresenta a seção típica da ensecadeira de Montante a ser retomada para a Etapa 1 do descomissionamento do Dique S4 após as atividades do rebaixamento do reservatório. Já a Tabela 7.1 apresenta um quadro resumo com as principais informações geométricas para a Ensecadeira de Montante.

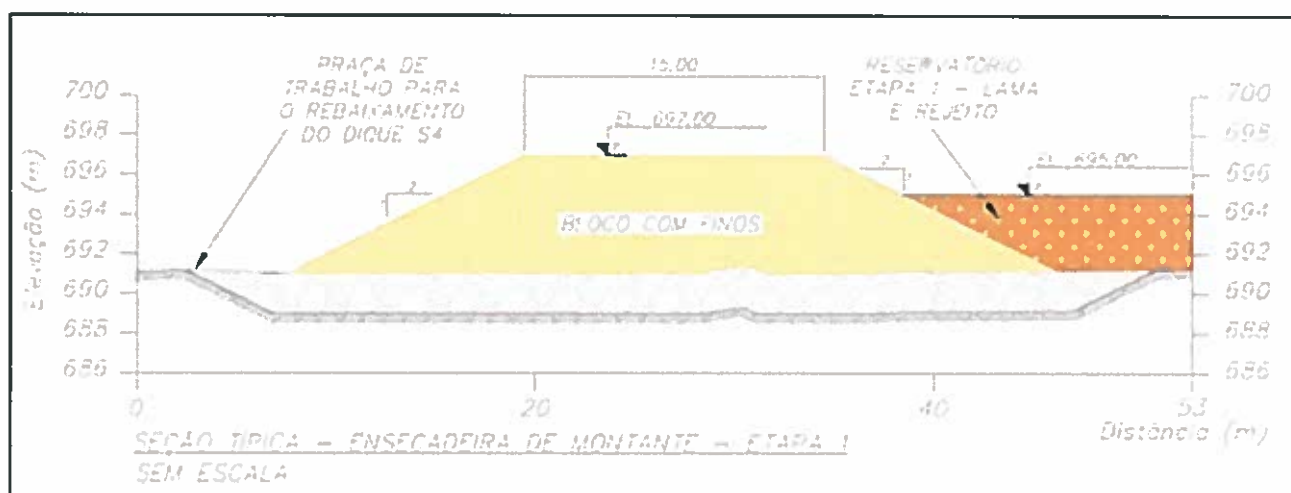


Figura 7.2 – Croqui esquemático da ensecadeira de Montante do Dique S4 a ser retomada na Etapa 1 de descomissionamento.

Tabela 7.1 – Características técnicas para a retomada da Ensecadeira de Montante – Etapa 1.

Cota crista	697,00
Cota inferior	692,00 m
Taludes de Montante e Jusante	2,00 H: 1,00V
Largura de crista	15,00 m
Altura máxima	5,00 m
Volume de maciço	13.000,00 m³

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 37
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

7.1.4 ATIVIDADES PARA A REMOÇÃO DA LAMA E REJEITO NO RESERVATÓRIO DO DIQUE S4

Para a Etapa 1 de descomissionamento do reservatório do Dique S4 foi previsto a remoção da lama e rejeito no reservatório com volume da ordem de 200.000,00 m³. O volume a ser removido do reservatório visa atender o início das atividades de descomissionamento, com a retirada da lama e rejeito armazenada durante os dois primeiros anos de operação da estrutura e com o intuito de garantir volume suficiente para armazenamento, uma vez que, o Dique S4, após a realização da Etapa 1, deverá apresentar capacidade de acumulação para uma estação chuvosa, com previsão de retenção de 150.000,00 m³.


Para a remoção dos 0,20Mm³, a remoção deverá ser definida na época da realização das obras, podendo ser realizadas de forma submersa com o uso de dragagem (Draga de Sucção e/ou Drag-Line) ou desmonte mecânico com escavação convencional, devendo levar em consideração o rebaixamento do nível freático.

Ressalta-se que o processo de remoção para os materiais poderá ser realizado por quaisquer umas das alternativas citadas ou pelo uso das soluções em conjunto, dependendo da ocupação do reservatório, a ser confirmado pela batimetria. Além disto, no caso da utilização da Drag-Line, recomenda-se o seu uso na margem direita e áreas fora do domínio de Bento Rodrigues de forma a preservar o patrimônio e ruínas existentes na região.

As obras para a escavação mecânica deverão seguir as recomendações apresentadas no item Desmonte Mecânico. Já as atividades para a dragagem deverão seguir as condições estabelecidas no item Escavação com Drag-line e Dragagem por Sucção.

➤ DESMONTE MECÂNICO

Durante as atividades para a remoção do material armazenado no reservatório do Dique S4, não submerso deverão ser removidos considerando a técnica de escavação mecânica convencional (Desmonte Mecânico), com a carga e transporte de material.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 38
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

As escavações são classificadas de acordo com a natureza dos materiais a serem removido do reservatório, considerando o grau de complexidade de execução (conforme a categoria do material encontrado) e com os equipamentos utilizados. Para o caso da Lama e do rejeito contidos no reservatório do Dique S4, o material é classificado como Material de 1ª Categoria que consiste em:



- Solos em geral, de natureza residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, e rochas em avançado estado de decomposição com fragmentos de diâmetro máximo inferior a 0,15 m, qualquer que seja o seu teor de umidade. Compreendem ainda as pedras soltas, rochas fraturadas em blocos maciços com volume inferior a 0,5 m³, rochas de resistência inferior a do granito (rochas brandas) A escavação destes materiais envolve o emprego de equipamentos convencionais de terraplenagem tais como tratores de esteira ou escavadeira hidráulica.

Para este tipo de material a escavação dar-se-á a partir dos seguintes equipamentos

- Tratores de esteira equipados com lâmina;
- Escavo-transportador ou escavadores conjugados;
- Caminhões basculantes;
- Pás carregadeiras;
- Motoniveladoras;
- Escavadeiras Hidráulicas; e
- Tratores para operação de “push”.

As obras para a remoção do material com o uso de escavação mecânica, deverão ser realizadas após o rebaixamento da lâmina d'água do reservatório da EL. 697,50 para à EL. 696,00 m. Para as atividades de escavação, deverá ser levada em consideração a construção de aterros de conquista no interior do reservatório rebaixado de forma a acessar o depósito para a remoção dos materiais. Ressalta-se que o aterro de conquista poderá ser construído a partir de lastro em enrocamento e aterro com blocos com finos e o projeto destas estruturas deverá ser desenvolvido em etapa futura pela SAMARCO.

Como o material armazenado encontra-se saturado, a SAMARCO deverá prever o rebaixamento da superfície freática no material com a construção de “*Sumps*” escavados no próprio rejeito e/ou trincheiras drenantes ao longo da região a ser escavada. Dependendo da umidade do material, deverá ser

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 39
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

prevista a secagem do material em pátios de secagem e/ ou Bota – Espera, em regiões a serem definidos em etapa futura pela SAMARCO.

O material na umidade apropriada para transporte deverá ser direcionado para a área de disposição de material licenciadas pela SAMARCO, denominada Pilha AD-1 ou para outras áreas a serem utilizadas para a disposição da lama e rejeito no Complexo de Germano, previamente licenciadas pela SAMARCO.

Ressalta-se que as escavações a serem realizadas para a região deverão ser acompanhadas pela equipe de arqueologia da SAMARCO, com o intuito de identificar possíveis artefatos e pertence dos antigos moradores de Bento Rodrigues. Além disto, para as atividades de escavação mecânica os volumes envolvidos para a remoção do material do reservatório do Dique S4 serão definidos a partir da avaliação da batimetria do reservatório, considerando a ocupação do reservatório na época da sua execução. O dimensionamento de frota e quantidade de equipamentos deverá ser definido em etapa futura pela SAMARCO, devendo se avaliar a remoção do volume máximo de material da ordem de 0,20Mm³ na Etapa 1 e considerando a periodicidade na condição de execução da obra em período seco.

➤ ESCAVAÇÃO COM USO DE DRAG-LINE

Outra opção para a remoção do material contido no reservatório do Dique S4, é a utilização da escavação com uso de Drag-line (Escavadeira de Caçamba) que é um equipamento utilizado para regiões de terreno pouco consistentes e situados abaixo do nível em que se encontra o equipamento, como será o caso das atividades para a retirada da lama e do rejeito.

A Drag-Line é uma escavadeira que trabalha com um conjunto de cabos e caçamba, que executam os movimentos de escavação. Sua vantagem em relação às escavadeiras hidráulicas é a capacidade de trabalho em alcances e área coberta para a realização das escavações, devido ao comprimento da lança e ao alcance dos cabos. A Figura 7.3 apresenta imagens do equipamento em operação.



	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 40
---	--	--	---	-----------	-----------------





Figura 7.3 – Escavadeira de Caçamba (Drag-Line) em operação.

A remoção do material contido no reservatório com a utilização da Drag-Line poderá ser realizada a partir da margem do reservatório ou com a utilização dos aterros de conquista na região do reservatório, porém, sem a necessidade de estruturas para o rebaixamento da lâmina freática.

Para o caso da remoção do material contido no reservatório do Dique S4 a caçamba a ser utilizada para a remoção do material deverá ser perfurada de forma a permitir a separação e o escoamento da água durante a carga. Por se tratar de uma escavação em material submerso, o fator de carga da caçamba reduz sensivelmente atingindo valores da ordem de 30% ou até menos dependendo da região. As escavações com a utilização da escavadeira de caçamba apresentam a desvantagem de redução efetiva da produtividade devida o baixo fator de carga e aumento da turbidez.

Para o material removido com o uso da Drag-line, as atividades para o desaguamento do reservatório serão obrigatórias, devendo a SAMARCO prever pátios de secagem e/ ou Bota – Espera, em regiões próximas a região de remoção.

O material ao atingir a umidade apropriada para transporte deverá ser direcionado para a área de disposição de material licenciadas pela SAMARCO, denominada Pilha AD-1 ou para outras áreas a

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 41
---	--	--	---	------------------	------------------------

serem utilizadas para a disposição da lama e rejeito no Complexo de Germano, previamente licenciadas pela SAMARCO.

Os demais equipamentos para transporte são os mesmos apresentados no item referente ao Desmonte Mecânico.

Ressalta-se que o processo de escavação com a utilização da Drag-Line deverá ser utilizada na porção da margem direita do reservatório com o intuito de preservar o patrimônio histórico e ruínas da região de Bento Rodrigues.



➤ DRAGAGEM POR SUÇÃO E RECALQUE

Outra forma para a remoção do material contido no reservatório do Dique S4 será a retirada de forma submersa, através do processo de dragagem do reservatório.

As atividades de dragagem visam à remoção de materiais depositada no leito de cursos d'água, com o auxílio de dragas de sucção e recalque, sendo possível executar a remoção de materiais sólidos do fundo de corpos d'água. A atividade de dragagem para reservatórios de estruturas de contenção são aplicáveis para obras de desassoreamento da estrutura, considerando o aprofundamento e alargamentos do reservatório e pra remoção de materiais contaminados. Para o Dique S4, as dragas deverão operar com o intuito de remover a lama e o rejeito acumulado no reservatório da estrutura, direcionando o material para o reservatório do Dique S3.

As dragas a serem utilizada para a região são do tipo sucção e deverão ser posicionadas de acordo com as necessidades da SAMARCO, considerando as informações a serem obtidas nos dados de batimetria do reservatório.

As Dragas de sucção estão incluídas na categoria de dragas hidráulicas que são mais adequadas para a dragagem de lodos, areias, siltes, sedimentos contaminados ou não contaminados. Seu funcionamento se dá através de bombas centrífugas, acionadas por motores a diesel, montadas sobre barcas que descarregam o material dragado por meio de tubulações mantidas sobre a água com auxílio de flutuadores. A sucção é feita por meio de um bocal de aspiração, chamado escarificador, equipado com

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 42
---	--	--	---	-----------	-----------------

lâminas que desagregam o material para que este possa ser aspirado para o interior do tubo de sucção que se insere no núcleo do rotor.

Em termos operações das dragas deverão ser realizadas considerando uma lâmina d'água mínima, de 1,50 metros para o posicionamento das embarcações. Desta forma, o posicionamento das dragas deverá se ater aos resultados da batimetria do reservatório.

Os materiais dragados no reservatório do Dique S4 deverão ser direcionados para o reservatório do Dique S3, cujo ponto de lançamento deverá ser definido de forma a atender as condições para a sedimentação do material após a dragagem, devendo ser avaliado pela SAMARCO a partir de estudos específicos. Para a condição inicial este material poderá ser direcionado para a região do Córrego Mirandinha próximo a área licenciada para o recebimento do material escavado (Pilha AD-1). Para esta região, estima-se que a tubulação para o recalque do material seja de 2.260 metros.

A Figura 7.4 apresenta o croqui esquemático em planta para as atividades de Dragagem na Etapa 1 do descomissionamento.

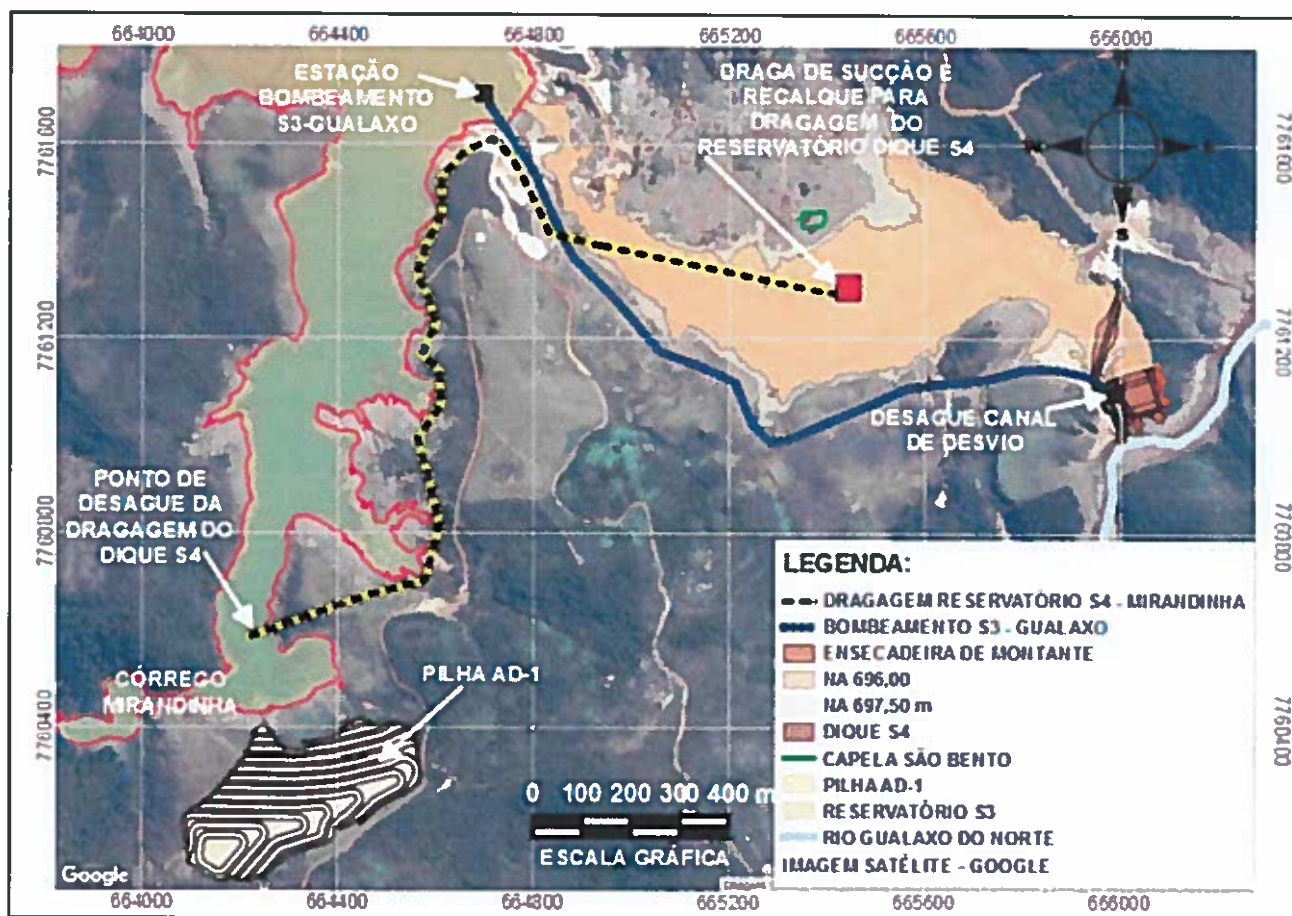


Figura 7.4 – Croqui esquemático da remoção da lama e rejeito com o processo de Dragagem.

Em função dos volumes a serem dragados do reservatório (a partir dos dados de batimetria), a SAMARCO poderá estudar outras alternativas para a disposição, como a utilização do próprio reservatório do Dique S4 e utilização de sedimentação por meio de tecnologias como Centrifugação/Decanters ou Tubos Geotêxteis/Bags, para a posterior disposição na Pilha AD-1.

Atenção especial deverá ser dada ao posicionamento das dragas, visto que as mesmas não poderão estar posicionadas muito próximas às estruturas remanescentes do muro e do curral de pedras, sob pena de serem impactados.

O Dimensionamento para o número de dragas a serem utilizadas no processo, deverão ser realizados pela SAMARCO em etapa futura, considerando as informações a serem obtidas através da topobatimetria do reservatório e considerando um volume máximo de dragagem de 200.000,00 m³.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 44
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

Indiferente do método a ser adotado para a remoção da lama e do rejeito no reservatório do Dique S4, as regiões expostas após o rebaixamento do reservatório e oriundas da remoção, deverão passar pelos processos iniciais de reabilitação ambiental a serem desenvolvidos em etapa futura.

7.1.5 DISPOSIÇÃO DO REJEITO/LAMA REMOVIDOS DO RESERVATÓRIO DIQUE S4

Para a Lama e Rejeito removido do reservatório através dos processos de desmonte mecânico e/ou com utilização de Drag-Line, a SAMARCO deverá dar destinação ao material de forma a atender as condicionantes ambientais. A área licenciada para a disposição destes materiais é a Pilha AD-1, localizado nas proximidades do Dique S4 e que se encontra licenciada.

A Pilha AD-1 encontra-se a 2,30 Km da região de Bento Rodrigues, sendo o acesso principal realizado pela Margem direita do reservatório dos Diques S4 e S3. Segundo informações da SAMARCO a estrutura apresenta capacidade de acumulação de 0,88Mm³ e já se encontra em fase inicial de obras com a implantação da limpeza superficial, regularização de terreno e implantação dos dispositivos de drenagem interna.

Para o transporte a SAMARCO deverá considerar a utilização dos acessos existentes na região de forma a evitar novos pontos de licenciamento ambiental. A área licenciada para a disposição de Lama e Rejeito denominada como Pilha AD-1 é apresentada na Figura 7.5, que apresenta também a sua localização em relação à região do reservatório do Dique S4 e S3.

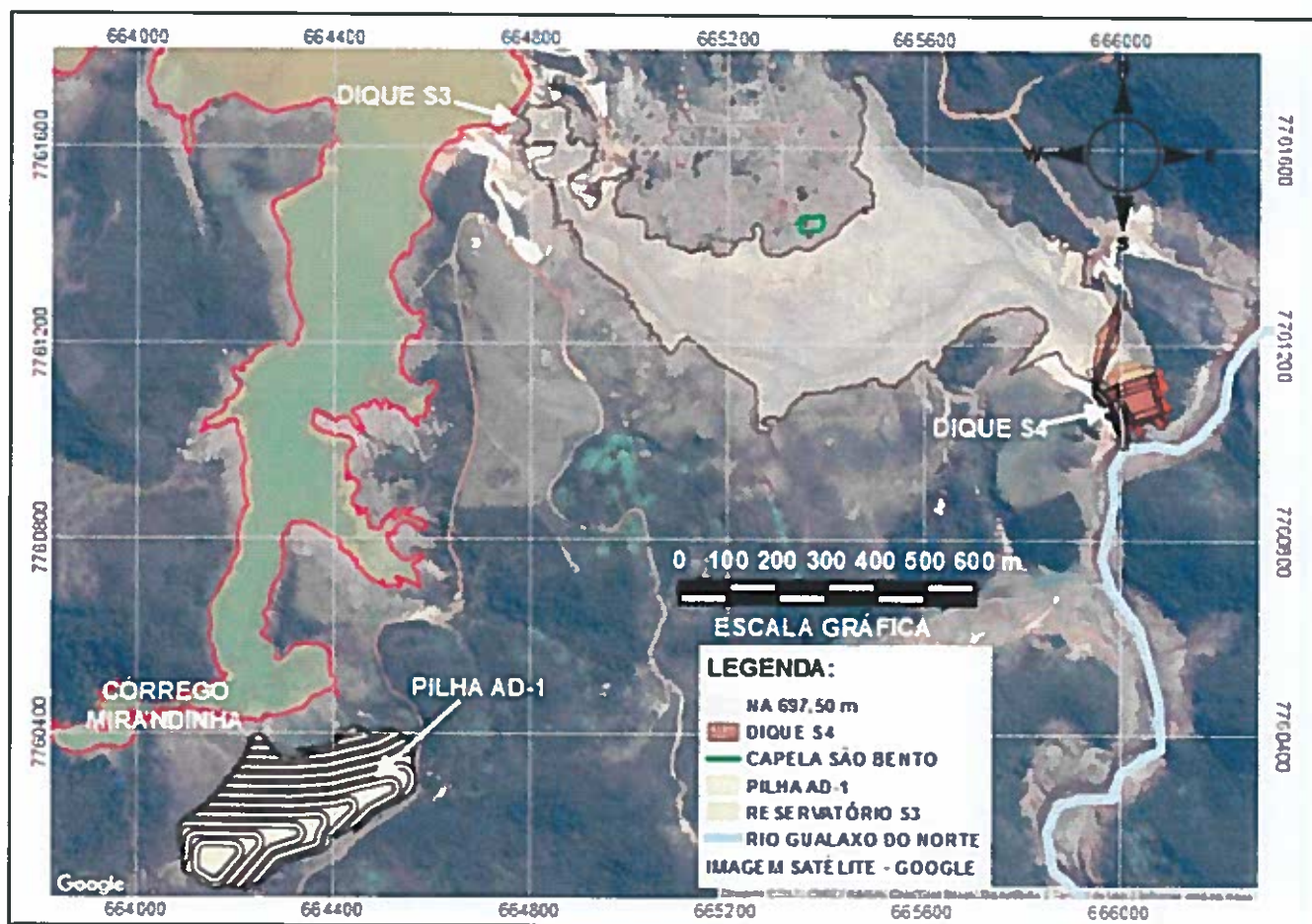


Figura 7.5 – Área de Disposição da Pilha AD-1 e Reservatório dos Dique S3 e S4.

Para a disposição da lama e do Rejeito na Pilha AD-1, os materiais deverão apresentar condições de umidade adequadas para o lançamento e compactação, podendo ser necessárias atividades intermediárias para a secagem do material conforme já informado no item 7.1.4.

Ressalta-se que os parâmetros e condições para o lançamento e compactação do material na Pilha AD-1, são desconhecidos e deverão ser especificados no decorrer do descomissionamento do Dique S4.

Espera-se que as atividades de remoção dos materiais no reservatório do Dique S4 apresentem volume total da ordem de 200.000,00 m³. Desta forma, para a Etapa 2, o reservatório da estrutura apresentará ainda volume acumulado de lama e rejeito da ordem de 100.000,00 m³ a serem removidos na fase final do descomissionamento da estrutura.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 46
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

7.1.6 REBAIXAMENTO PARCIAL DA SOLEIRA DO DIQUE S4

As atividades para o rebaixamento da soleira do maciço do Dique S4 poderão ser realizadas concomitantes com o rebaixamento do reservatório, ou após a finalização do rebaixamento na EL. 696,00 m.

Inicialmente, deverá ser previsto a remoção do material contido entre a ensecadeira e o talude de montante do Dique S4, através dos processos de bombeamento, limpeza e remoção dos sedimentos existentes. Este material poderá ser direcionado para o próprio reservatório do Dique S4. Estima-se que o volume de limpeza nesta região seja da ordem de 500,00 m³.

Após a limpeza e remoção dos materiais retidos nesta região, será necessária a retomada do acesso a porção de montante e introdução de um acesso a crista da estrutura com criação de praças de trabalho para os equipamentos a serem utilizados para o processo de rebaixamento da Crista do Dique S4.

Ressalta-se que para a implantação das praças de trabalho para o rebaixamento do Dique S4, os acessos existentes deverão ser tomados como referência para os acessos a região de montante e crista da estrutura, de forma a evitar novas supressões e impactos ambientais para a região.

Com liberação da área, serão realizadas as atividades para o rebaixamento da soleira do extravasor de Dique S4, considerando as seguintes atividades:

1. Ancoragem preliminar da geomembrana e geotêxtil no talude de montante na El. 697,50 m, ao longo da calha existente do extravasor do Dique S4 (faixa de 65,00 metros) e corte da mesma na faixa da soleira atual da estrutura no contato com a trincheira de ancoragem que se encontra preenchida com concreto;
2. Corte e disposição dos painéis de geomembrana/geomembrana. Os painéis deverão ser enrolados de sentido da crista para o pé do talude de montante de forma a evitar danos a geomembrana;
3. Demolição da laje de concreto da soleira do extravasor do Dique S4 (EL.697,50 m), formada pela geocélula preenchida com concreto, na faixa do aterro em Bloco com Finos e das trincheiras de ancoragem com a limpeza da superfície e transporte para bota fora;

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 47
---	--	--	---	------------------	------------------------



- O volume esperado para demolição das estruturas de concreto da trincheira de ancoragem e da laje de concreto da geocélula é de 200,00 m³.
- 4. Retirada do concreto ciclópico lançado sobre a soleira do extravasor na porção formada por Pedra de Mão;
 - O volume previsto para remoção do concreto ciclópico na região da soleira vertendo do Dique S4 é da ordem de 220,00 m³.

A área de disposição da demolição das estruturas de concreto deverá ser indicada pela SAMARCO, considerando a disposição em região licenciada.

A Figura 7.6 apresenta o croqui esquemático com as indicações das atividades 1 a 4 descritas para o rebaixamento do Dique S4, considerando a seção longitudinal do Dique S4.



Figura 7.6 – Croqui esquemático com as atividades 1 a 4 descritas para o rebaixamento do Dique S4 na Etapa 1.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 49
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

No final destas atividades, espera-se que a cota da crista do aterro encontre-se próximo da EL. 697,00 m.

A partir da remoção das estruturas de impermeabilização do maciço atual do Dique S4, conforme descrito nas atividades de 1 a 4, deverão ser realizadas as escavações para a implantação do rebaixamento da soleira do Dique S4 da EL. 697,50 metros para a El. 696,00 m, considerando as atividades de 5 a 8.

5. Rebaixamento da soleira do Extravador na porção em bloco com finos até a EL. 695,50 m através da escavação do material com utilização de escavadeiras posicionadas na crista da estrutura, mantendo os taludes da região na geometria prevista no projeto com inclinação de 2,00H : 1,00V (26,56°);
 - O volume estimado de remoção dos Blocos com Finos é da ordem de 1.400,00 m³. Como os Blocos com Finos são materiais comumente utilizados na Unidade de Germano para lastros e construção de maciços temporários (ensecadeiras), a SAMARCO poderá destinar este material para o pátio de estocagem de forma ser utilizado em outras regiões.
6. Rebaixamento da soleira do Extravador na porção em pedra de mão e Blocos de 1,20 metros para à EL. 696,00 m considerando a manutenção da geometria das paredes do canal extravador na geometria de projeto, equivalente a 2,00H : 1,00V (26,56°).
 - O volume previsto para a remoção da pedra de mão é de 480,00 m³, já o volume previsto para a remoção de Blocos de 1.200,00 mm deve apresentar volume da ordem de 260,00 m³. Durante as atividades de remoção destes materiais a SAMARCO deverá destinar os materiais para os pátios de estocagem da Unidade de Germano, para possível uso futuro.
7. Após a realização das obras de rebaixamento, os painéis da geomembrana e geotêxtil deverão ser reposicionados na face do talude de montante da estrutura remanescente, considerando a solidarização entre as geomembranas e ancoragem da mesma na região do talude em Bloco com finos, através de uma trincheira de ancoragem nas mesmas dimensões utilizadas no projeto detalhado. O material de preenchimento da trincheira de ancoragem poderá este caso poderá ser o próprio bloco com finos removido da região da trincheira de ancoragem. Para a proteção do material.
 - A escavação da trincheira de ancoragem para a geomembrana deverá apresentar volume da ordem de 40,20 m³, similar ao material a ser recompatado para a região.

		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 50
---	--	------------------------------------	-----------	-----------------

8. Após as obras de fixação do geotêxtil e geomembrana da porção do talude de montante do dique S4, a porção rebaixada da crista em Bloco com Finos deverá ser protegida com o lançamento de uma camada de 0,50 metros de Pedra de Mão de forma a nivelar a região com o aterro do núcleo em pedra de mão. Durante esta operação será realizada a conformação geométrica da soleira do Dique S4 na EL. 696,00 m. Além do recobrimento da soleira, para esta etapa, foi previsto o prolongamento desta camada para as paredes do extravasor para a proteção da região do talude em bloco com finos. De forma a atender as velocidades de escoamento no extravasor, que poderiam ocasionar o arraste destes blocos, foi previsto a aplicação de concreto ao longo de toda a soleira vertente da estrutura e paredes do extravasor, formando uma camada de 0,50 metros de concreto ciclópico.

- O Volume previsto para a camada de concreto ciclópico é de 2.109,00 m³.

A Figura 7.7 e Figura 7.8 apresentam os croquis esquemáticos para o rebaixamento da soleira da estrutura, conforme descrito nas atividades 5 a 8, considerando o maciço da estrutura no sentido longitudinal e transversal.

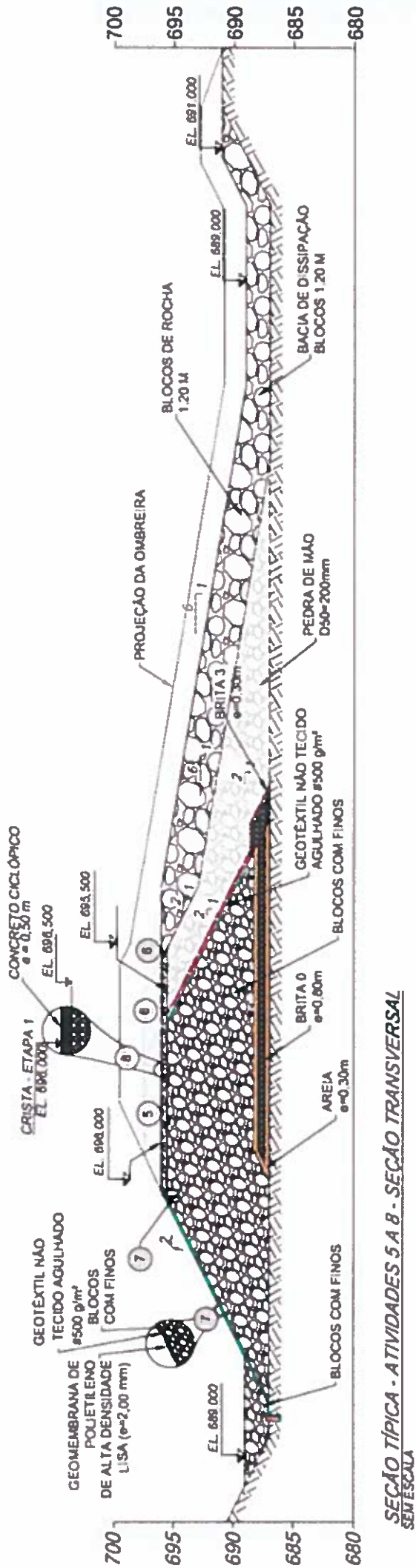


Figura 7.7 – Croqui esquemático com as atividades descritas nos itens 5 a 8 para a remoção parcial do Dique S4 – transversal.

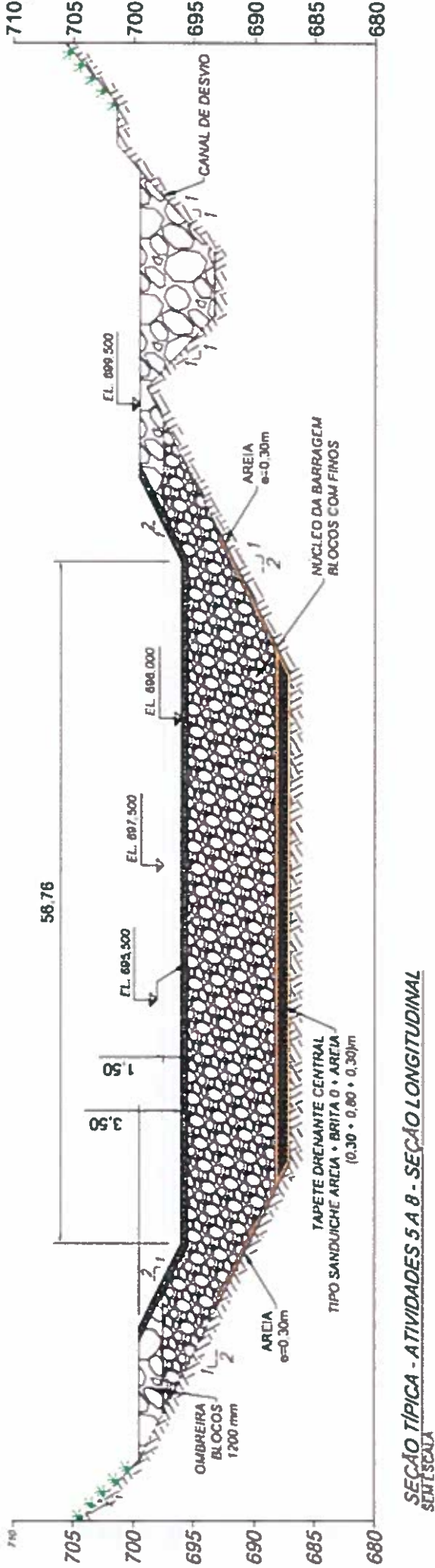


Figura 7.8 – Croqui esquemático com as atividades descritas nos itens 5 a 8 para a remoção parcial do Dique S4 –longitudinal

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 53
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

A seção hidráulica do extravasor da estrutura remanescente deverá apresentar seção trapezoidal com 56,76 metros de base menor, altura de 3,50 metros e taludes com inclinação de 2,00H : 1,00V (26,56°).

Esta geometria deverá ser validada pela SAMARCO na etapa de detalhamento do Plano de Descomissionamento do Dique S4, considerando a operação para um período mínimo de uma estação chuvosa.

7.1.7 REMOÇÃO DA ENSECADEIRA E OPERACIONALIZAÇÃO DO DIQUE S4



Ao término das atividades de rebaixamento do reservatório e do maciço do Dique S4 e remoção dos 0,20Mm³ do reservatório, a Ensecadeira de Montante deverá ser parcialmente removida até a EL. 695,00 metros, contemplando a remoção de 5.500,00 m³ do maciço da estrutura formado por Bloco com Finos. O volume da estrutura remanescente que deverá ficar submersa é de 7.500,00 m³.

Como os Blocos com Finos são materiais comumente utilizados na Unidade de Germano para lastros e construção de maciços temporários (ensecadeiras), a SAMARCO poderá destinar este material para o pátio de estocagem de forma ser utilizado em outras regiões.

Para subsidiar a remoção da Ensecadeira de Montante, o reservatório já desassoreado deverá apresentar nível em cota inferior a EL. 695,00 m, considerando a realização de bombeamento.

Ao término do rebaixamento do maciço em bloco com finos, o sistema de bombeamento responsável pelo rebaixamento do reservatório do Dique S4 e o sistema de bombeamento do by-pass do Dique S3 para o Rio Gualaxo do Norte deverão ser desativados. A partir deste ponto, inicia-se a operacionalização do Dique S3 e do Dique S4 após a realização das obras da Etapa 1 de descomissionamento do Dique S4.

A Figura 7.9 apresenta a vista em planta da região do Dique S4, após a realização das atividades de descomissionamento previsto na Etapa 1, com a redução de 1,50 metros do reservatório, baseada na imagem obtida através do Google Earth.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 54
---	--	--	---------------------------------------	------------------	------------------------

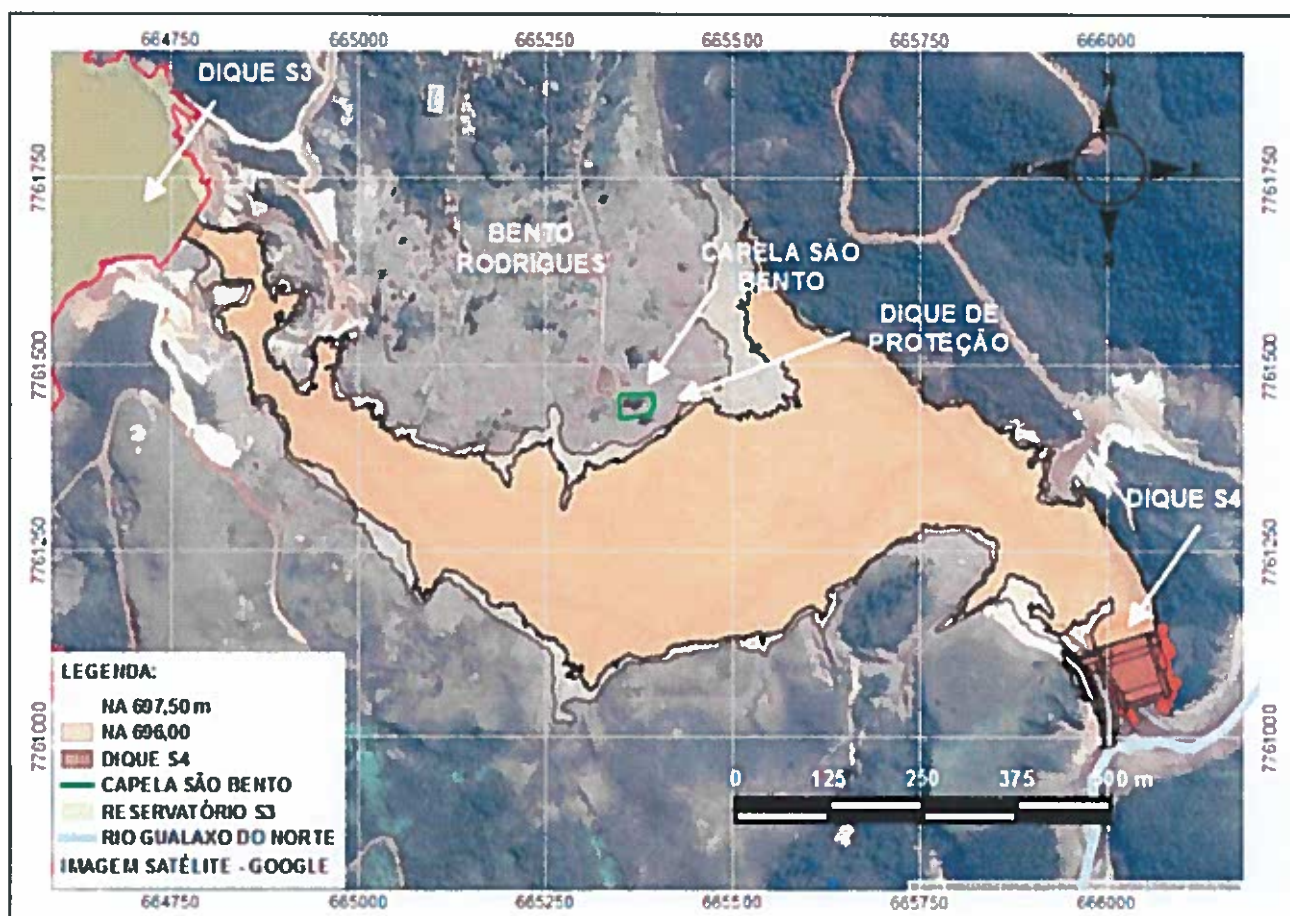


Figura 7.9 – Vista em Planta do Dique S4 e seu respectivo reservatório após as atividades de rebaixamento da soleira da El. 697,50m para à EL. 696,00 m.

Ressalta-se que nesta condição a estrutura apresenta condições para o armazenamento para a estação chuvosa entre os anos de 2018 e 2019 até o início das atividades da Etapa 2.

7.1.8 OBRAS DE ESTABILIZAÇÃO DO REJEITO REMANESCENTES NA ÁREA LIBERADA APÓS O REBAIXAMENTO DO RESERVATÓRIO

A área de reservatório liberada pelo rebaixamento do reservatório da EL. 697,50 para à EL. 696,00 m, deverá ser estabilizada até a implantação das atividades definitivas de remoção do rejeito na região e recuperação ambiental da área. As margens estarão sujeitas a ação erosiva no período chuvoso do Ano de 2019 e também estará sujeita a inundações no amortecimento de cheias da estrutura remanescente do Dique S4 ao término da Etapa 1.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 55
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

As ações para a estabilização física, deverão seguir as diretrizes do Plano de Manejo de Rejeitos para a região de Bento Rodrigues e que se encontra em fase de desenvolvimento pela SAMARCO / Fundação RENOVA.

As atividades de reabilitação ambiental para a margem liberada na Etapa 1 do descomissionamento, consiste apenas na estabilização física do rejeito exposto, com o intuito de evitar a formação de ravinas e sulcos erosivos na região. Para tal, a SAMARCO deverá verificar a melhor espécie para a estabilização da região. Assim, para as atividades de descomissionamento da região é indispensável a elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, com o objetivo de definir as espécies intermediárias a serem utilizadas para a estabilização e as espécies definitivas a serem empregadas para a reabilitação da área de Bento Rodrigues e área impactada pelo reservatório do Dique S4. Este plano deverá ser elaborado pela SAMARCO antes do início das atividades de descomissionamento do Dique S4.



Avaliando os dados disponibilizados pela SAMARCO, verifica-se que a área disponível para a estabilização é equivalente a 61.000,00 m².

7.2 ETAPA 2

A Segunda Etapa de descomissionamento do Dique S4, deverá ser realizada no período seco do ano de 2019 (estação seca do ano seguinte a conclusão da Etapa 1). As obras de remoção do dique e de suas estruturas em período seco visa garantir o controle da turbidez e qualidade da água direcionada para o Rio Gualaxo do Norte.

A estrutura remanescente do Dique S4 (Etapa 1) operando na estação chuvosa, deverá conter os sedimentos (Lama / Rejeito / Excedente do Dique S3), com volume previsto de 150.000,00 m³. Ao fim da Etapa 1, o reservatório apresentava volume de acumulação da ordem de 100.000,00m³ de lama e rejeito.

Desta forma, o volume a ser removido do reservatório do Dique S4 (volume acumulado ao longo dos anos de 2017 a 2019) seria de 250.000,00 m³ (0,25Mm³). Com este volume, considerando a curva Cota x Área x Volume, a cota do rejeito antes do início da Etapa 2 no reservatório é equivalente a EL. 694,75

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 56
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

metros. Desta forma o reservatório no início das atividades apresentaria lâmina d'água de 1,25 metros, insuficiente para as atividades de dragagem.



Desta forma, recomenda-se a realização de dragagem do reservatório na estação chuvosa de forma aumentar a lâmina d'água antes do início das atividades de descomissionamento do Dique S4. A dragagem deverá ser realizada de forma a manter uma lâmina mínima de 2,00 metros no reservatório, mantendo o nível do material acumulado no reservatório na EL. 694,00 m, sendo o ponto de lançamento, definido pela SAMARCO na época da sua realização. O volume a ser dragado entre as Etapas 1 e 2 seria da ordem de 119.000,00 m³ ao longo da estação chuvosa. As recomendações para as atividades de dragagem são apresentadas no item 7.1.4 (ver item referente a dragas de sucção e recalque).

Assim, o volume acumulado efetivo no reservatório para a realização da Etapa 2 será de 131.000,00 m³ (0,131Mm³).

A Etapa 2 contempla a remoção completa do maciço do Dique S4, Remoção da lama e rejeitos contidos no reservatório após a implantação da estrutura em 2017, maciço da Ensecadeira de Montante e Canal de Desvio.

A sequência desconstrutiva do Dique S4 para a Etapa 2 consiste em:

- Retomada do sistema de bombeamento para o “by-pass” reservatório do Dique S3 para o Rio Gualaxo do Norte, remanescente da Etapa 1, de forma não haver contribuição para o reservatório do Dique S4;
- Rebaixamento do reservatório do Dique S4 através da retomada do bombeamento nas proximidades da Ensecadeira de Montante, da EL. 696,00 para a EL. 694,00 m;
- Obras para o desvio da contribuição do Córrego Ouro Fino para o reservatório do Dique S4;
- Retomada da Ensecadeira de Montante existente que na Etapa 1 foi rebaixado para a EL. 695,00 m. Ressalta-se que poderá ser necessárias obras de reforço, a ser definidas em etapa futura;
- Remoção do material acumulado entre a Ensecadeira de Montante e o Dique S4 com implantação dos acessos a crista e a região entre as estruturas;
- Remoção do Maciço do Dique S4;

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 57
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

- Limpeza do reservatório do Dique S4 através do processo desmonte mecânico e/ou utilização de Drag-line a partir da El. 694,00 m, com volume da ordem de 131.000,00 m³ de lama e rejeito.
- Deposição do material escavado na região da Pilha AD-1;
- Obras de estabilização física nas margens liberadas pelo rebaixamento do reservatório e escavação a partir da El. 696,00m e proteção superficial com aplicação de vegetação preliminar (obras de Bioengenharia);
- Remoção da Ensecadeira de Montante sistema de desvio do córrego Ouro Fino (Dique e bombeamento);
- Recomposição ambiental da região do Dique S4 e área da Ensecadeira de Montante, conforme PRAD;
- Descomissionamento do Canal de Desvio com a aplicação de aterro para o fechamento do canal e implantação das obras de reabilitação ambiental na região.
- Desativação do bombeamento do "by-pass" do reservatório do Dique S3; e
- Operacionalização do Dique S3

As atividades para a realização da Etapa 2 são apresentadas nos itens 7.2.1 a 7.2.11.

7.2.1 TRANSPOSIÇÃO DO EXCEDENTE DO DIQUE S3 PARA O RIO GUALAXO DO NORTE

Para o início das atividades da Etapa 2, o sistema de bombeamento instalado no Dique S3 para a transposição do excedente para o Rio Gualaxo deverá ser retomada. Ao término da Etapa 1, o sistema de bombeamento e a tubulação de adução poderão ser mantidos de forma a subsidiar as atividades para a Etapa 2. A sistema adotado é o mesmo apresentado para a Etapa 1, detalhado no item 7.1.1.

A Figura 7.10 apresenta a transposição do reservatório do Dique S3 para o S4 na Etapa 2.

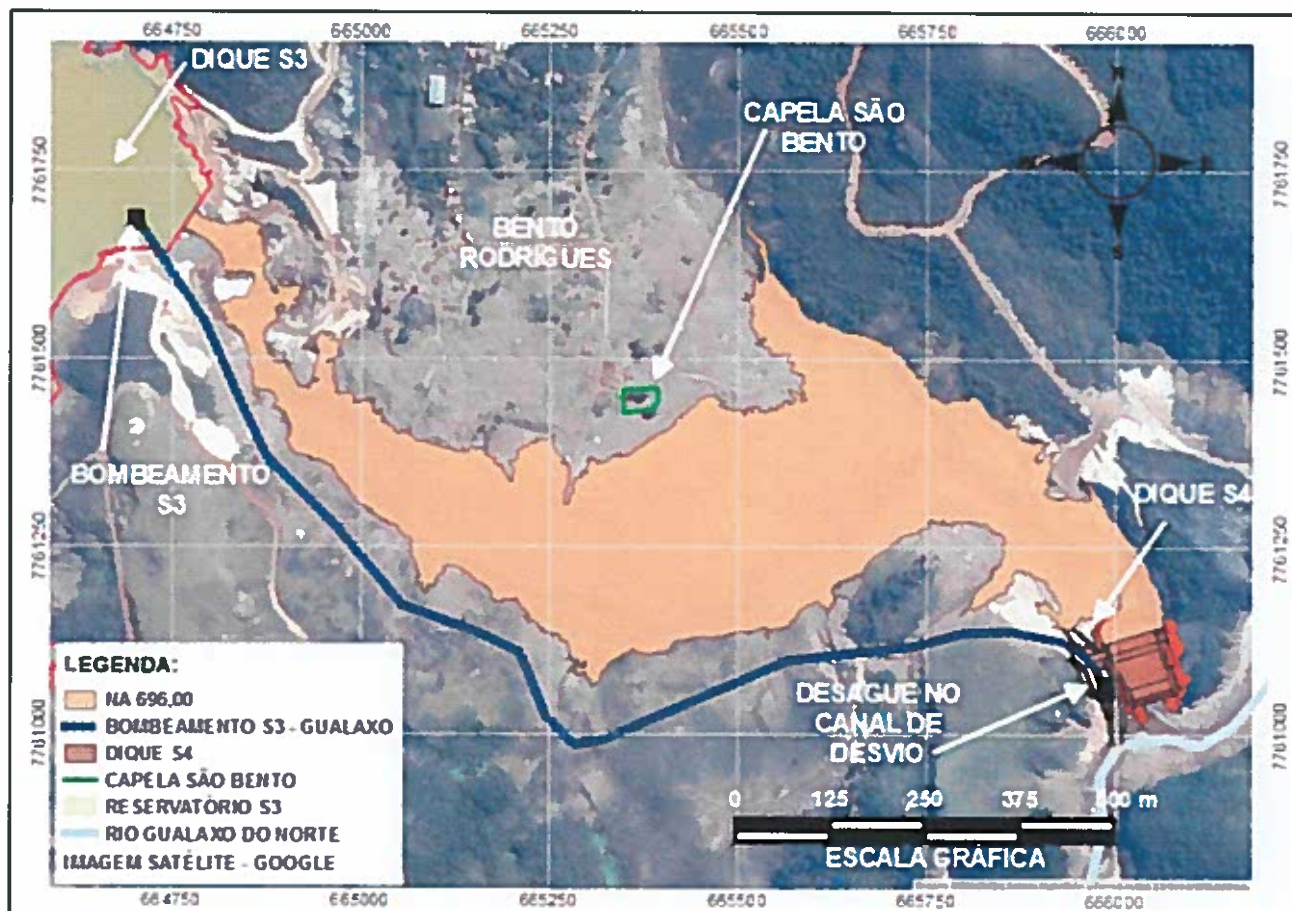



Figura 7.10 – Vista em planta do By-pass do reservatório do Dique S3 para o Rio Gualaxo do Norte a partir do Canal de Desvio do Dique S4 – Etapa 2.

Ressalta-se que antes do início das atividades da Etapa 2, deverá ser verificado pela SAMARCO a condição de ocupação do reservatório do Dique S3 de forma a verificar se o ponto onde foi instalado o sistema não apresenta sinais de assoreamento.

7.2.2 DESVIO DO CORREGO OURO FINO

Para a realização das atividades da Etapa 2, de forma a preservar a turbidez na região do rio Gualaxo do Norte e evitar o aumento da turbidez da contribuição do Córrego Ouro Fino, a SAMARCO deverá realizar obras para o desvio do córrego. Este se encontra na margem esquerda do reservatório do Dique S4 nas proximidades da área de Bento Rodrigues.

A Figura 7.11 apresenta a vista em planta do córrego Ouro Fino a partir da imagem aérea da região.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 59
---	---	--	------------------------------------	-----------	-----------------

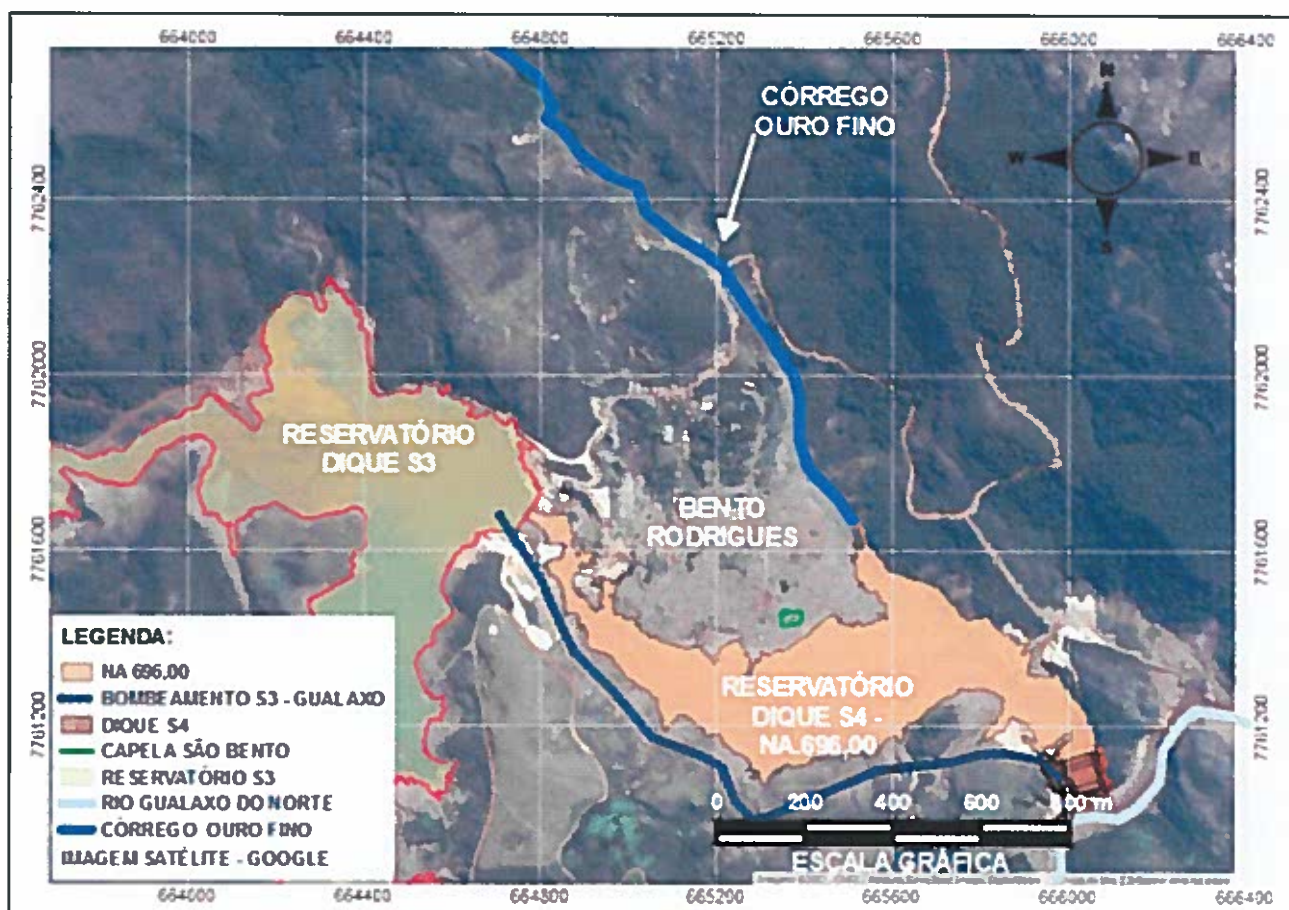


Figura 7.11 – Vista em planta do Córrego Ouro Fino.

As obras de desvio na região do córrego Ouro Fino consistem na construção de um dique temporário na região com altura de 1,50 metros para a retenção do fluxo e implantação de um sistema de bombeamento com o intuito de desviar o fluxo para o Rio Gualaxo do Norte.

Ressalta-se que a estrutura deverá ser avaliada em etapa futura considerando as informações de estudos hidrológicos para a determinação das vazões de projeto.

Para tal, considera-se a implantação do desvio do córrego Ouro Fino a partir da operacionalização da Ensecadeira de Montante, que deverá ser considerada para a instalação da tubulação de recalque até o canal de desvio do Dique S4.

O aterro do dique temporário deverá ser construído com o material denominado “Bloco com Finos” e deverá apresentar a seguinte geometria:

- Crista na EL. 697,00 m;
- Crista com largura de 5,00 m; e
- Taludes de montante e jusante apresentando inclinação de 2,00H : 1,00V.

A Figura 7.12 apresenta a localização da estrutura e o seu respectivo reservatório e a indicação da estação de bombeamento, bem como a tubulação de adução até o Canal de Desvio do Dique S4

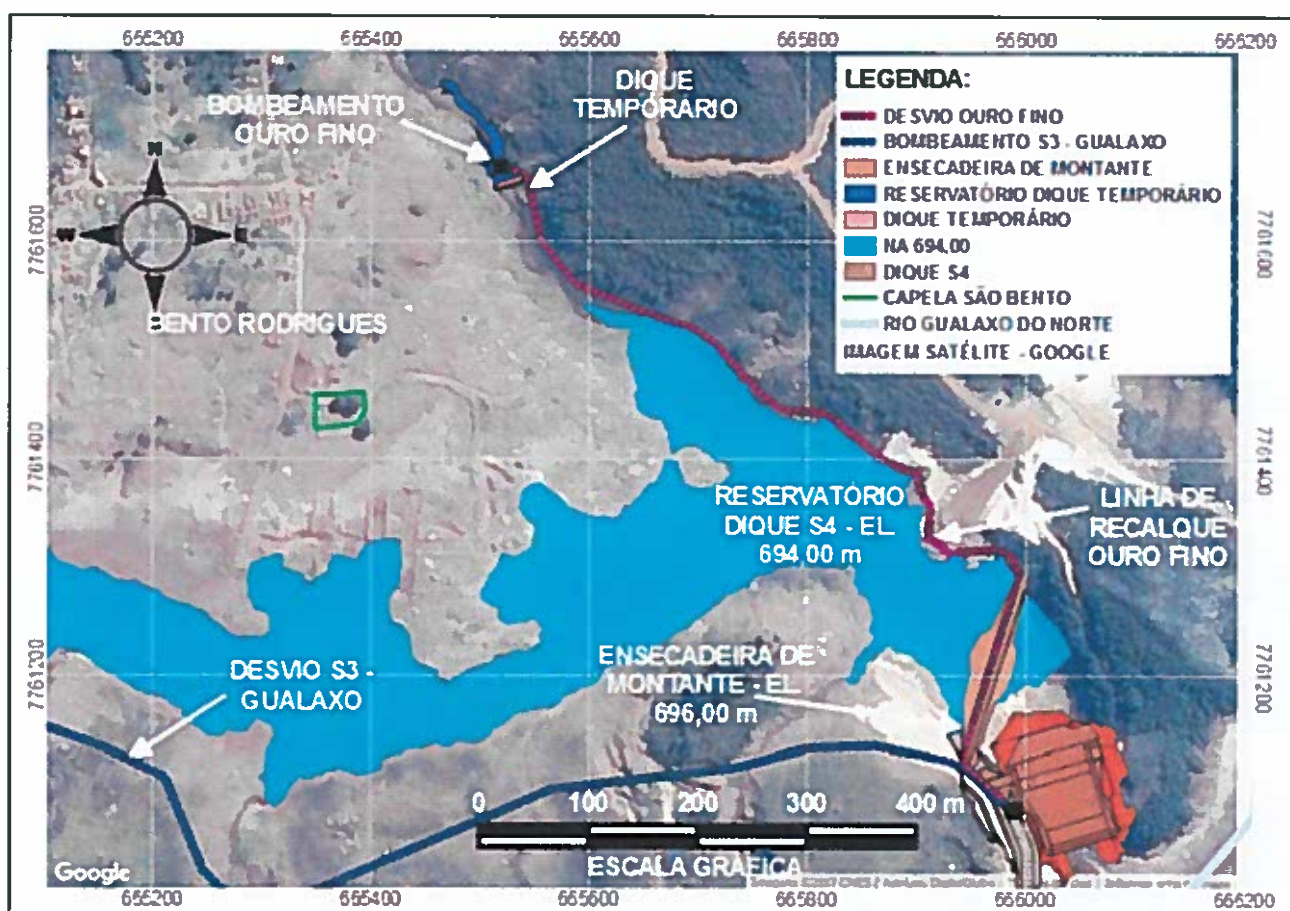


Figura 7.12 – Vista em planta das estruturas de desvio do córrego Ouro Fino.

A Tabela 7.2 sintetiza as principais características do Dique Temporário na região do córrego Ouro Fino.

Tabela 7.2 – Características técnicas do Dique Temporário no Córrego Ouro Fino.

Cota crista	697,00
Cota inferior	695,50
Taludes de Montante e Jusante	2,00 H: 1,00V
Largura de crista	5,00 m

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 61
---	--	--	---	------------------	------------------------

Altura máxima	1,50 m
Volume do maciço	200 m³
Volume reservatório	500 m³
Área de reservatório	1.400,00 m²

A tubulação de recalque da região do Dique Temporário do Córrego Ouro Fino até o Canal de Desvio do Dique S4 tem comprimento de 0,90 km.

A vazão de bombeamento e os dimensionamentos para o sistema de bombeamento deverão ser realizados em etapa futura pela SAMARCO.

7.2.3 REBAIXAMENTO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO ATRAVÉS DE BOMBEAMENTO DA EL. 696,00 A EL. 694,00 m

As atividades de bombeamento e dragagem para a Etapa 2 de desativação do Dique S4, consiste no rebaixamento da lâmina d'água do reservatório da EL. 696,00 para a EL. 694,00 m.

Para tal, deverá ser considerado a implantação de bombeamento com as mesmas características apresentadas para o rebaixamento do reservatório da Etapa 1. As atividades de bombeamento do reservatório deverão ser iniciadas após a retomada do bombeamento para a transposição do excedente do reservatório do Dique S3 para o Rio Gualaxo do Norte.

O bombeamento do reservatório deverá ser realizado nas proximidades da Ensecadeira de Montante que se encontra inicialmente submersas e direcionadas para o Rio Gulaxo do Norte, considerando o lançamento no Canal de Desvio do Dique S4. Durante as atividades de bombeamento, deverá ser realizado o monitoramento da Turbidez da água (conforme CONAMA 357 /2005 – Para reservatórios de Classe II), conforme apresentado no item 7.1.2 de forma a preservar a qualidade da água para o curso d'água a jusante.

O sistema de bombeamento deverá apresentar capacidade para o esgotamento de 418.500,00 m³ de volume, existente entre à EL. 696,00 e EL. 694,00 m, com liberação de área de margem de reservatório da ordem de 143.500,00 m² para atividades de estabilização física.

		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 62
---	--	--------------------------------	-----------	-----------------

A Figura 7.13 apresenta o croqui esquemático do reservatório após as atividades do rebaixamento do reservatório, considerando a implantação do bombeamento do reservatório até a EL. 694,00 metros com a projeção a área de margem liberada para as obras de estabilização física. Já a Figura 7.14 apresenta o reservatório do Dique S4 na EL. 694,00 m, após o término do rebaixamento do reservatório.

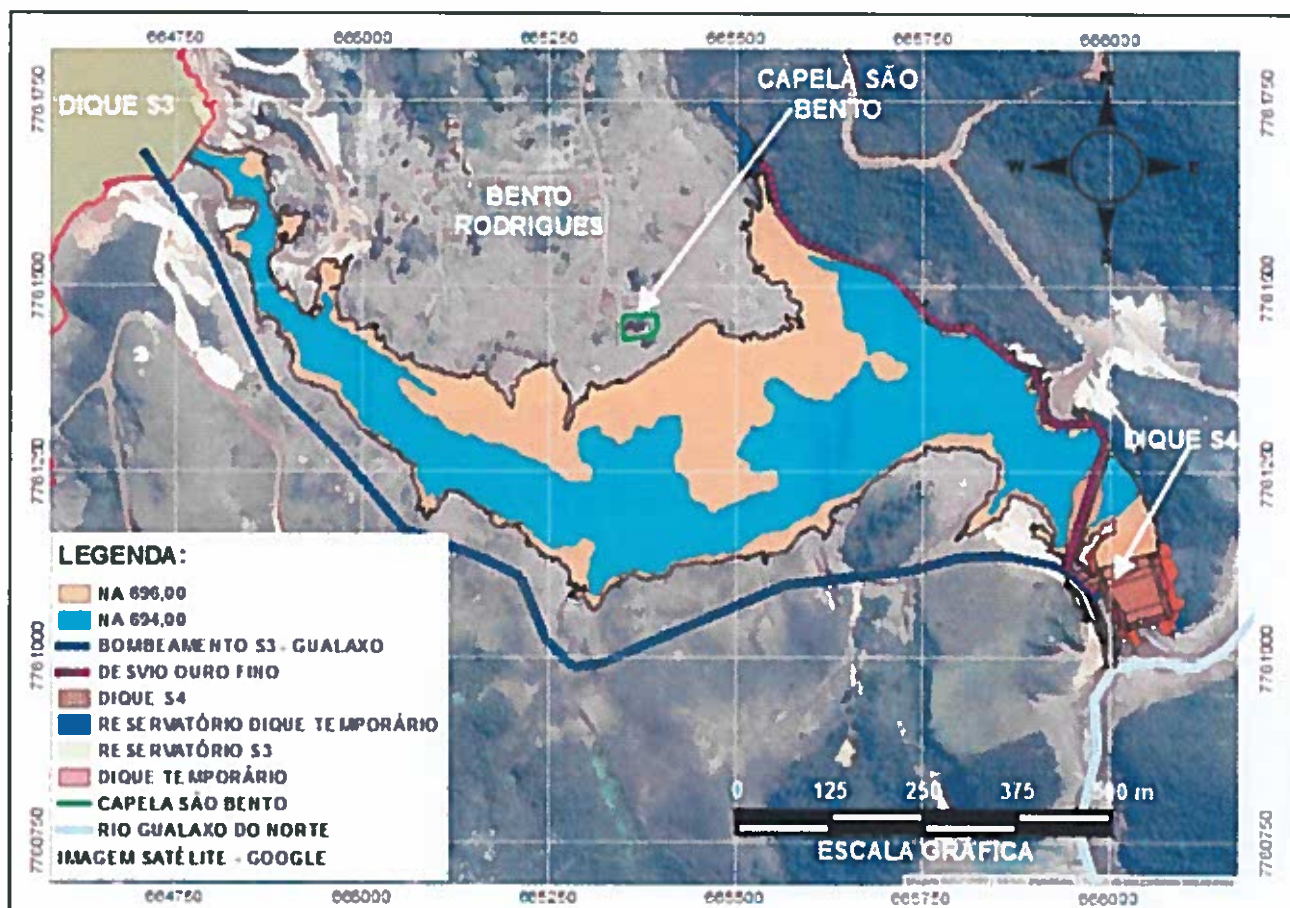


Figura 7.13 – Rebaixamento do reservatório entre a EL. 696,00 m pra EL. 694,00 m, considerando o bombeamento do reservatório – Etapa 2.

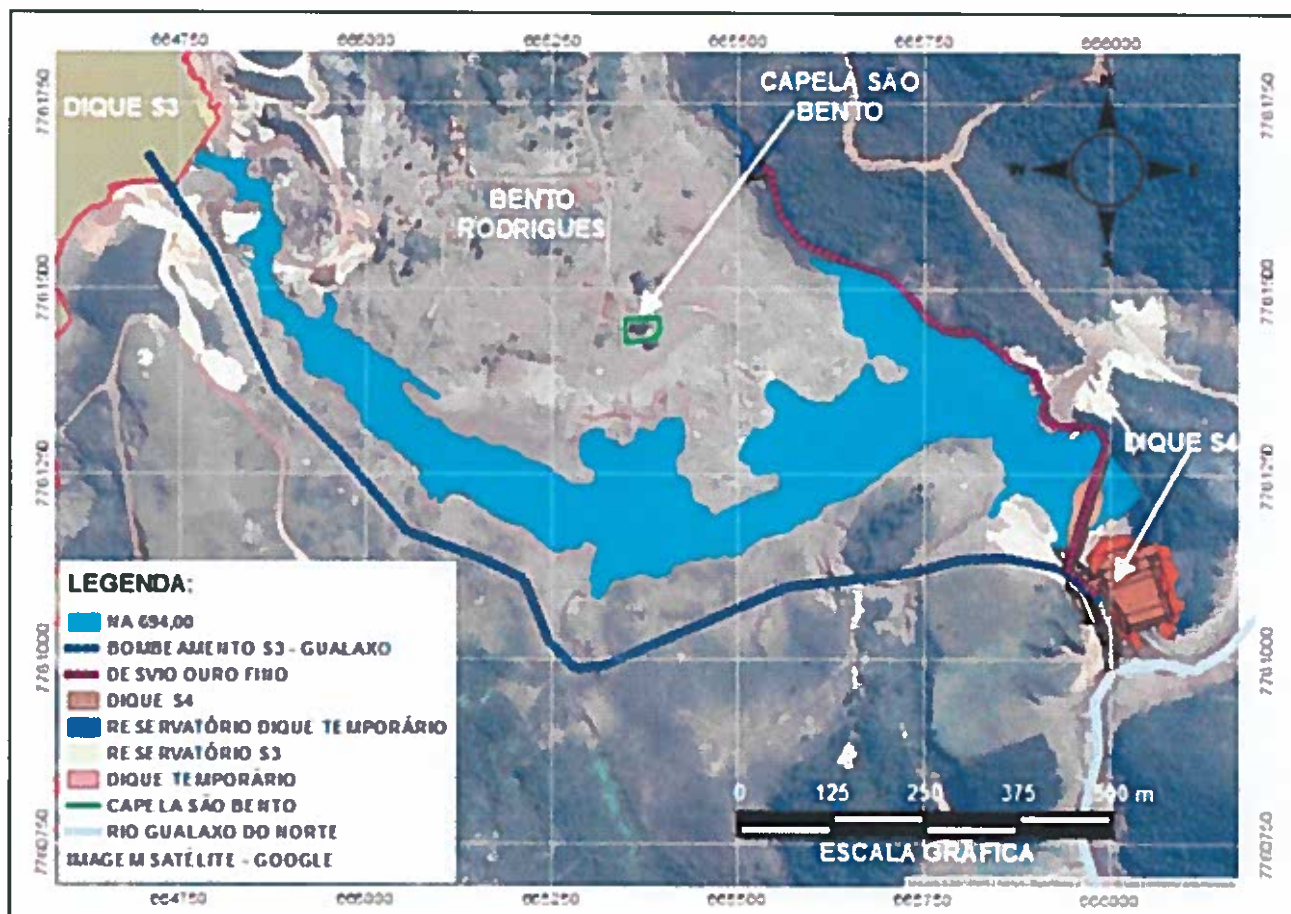


Figura 7.14 – Condição final do reservatório após as atividades de rebaixamento do reservatório até a EL. 694,00 m – Etapa 2.

7.2.4 RETOMADA E OBRAS DE REFORÇO PARA A ENSECADDEIRA DE MONTANTE

A Ensencadeira de Montante utilizada para as obras de reforço de fundação, construção do maciço e Etapa 1 do descomissionamento deverá ser retomada durante as atividades de rebaixamento do reservatório do Dique S4 para a EL. 694,00 m. Ao término da Etapa 1 a crista da ensencadeira foi rebaixada até a EL. 695,00 metros para a operacionalização do Dique para atender a retenção e sedimentação na estação chuvosa entre os anos de 2018 e 2019.

Para tal, o maciço existente será utilizado como estrutura base para a retenção do material contido no reservatório após seu rebaixamento, servindo de base para as atividades de remoção da lama e do rejeito contidos no reservatório e para a remoção do maciço remanescente do Dique S4.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 64
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

Para a operacionalização da ensecadeira na Etapa 2, será necessária a realização da limpeza do reservatório formado entre o Dique S4 e a Ensecadeira de Montante. Como o volume é baixo, esta atividade ocasionará o rebaixamento rápido da estrutura, potencializando a ruptura da face de jusante da estrutura. Desta forma, a SAMARCO deverá realizar estudos para a validação da estabilidade geotécnica antes do início das operações de rebaixamento do trecho entre o talude de jusante da ensecadeira e talude de montante do Dique S4. As recomendações são as mesmas descritas no item 7.1.3 do presente documento.

Ressalta-se que poderá ser necessárias obras de reforço na estrutura caso as condições de estabilidade geotécnica estabelecidas na NBR 13.028 (ABNT, 2006) não sejam atendidas.

A Figura 7.15 apresenta a seção típica da ensecadeira de Montante a ser retomada para a Etapa 2 do descomissionamento do Dique S4. Já a Tabela 7.3 apresenta um quadro resumo com as principais informações geométricas para a Ensecadeira de Montante.

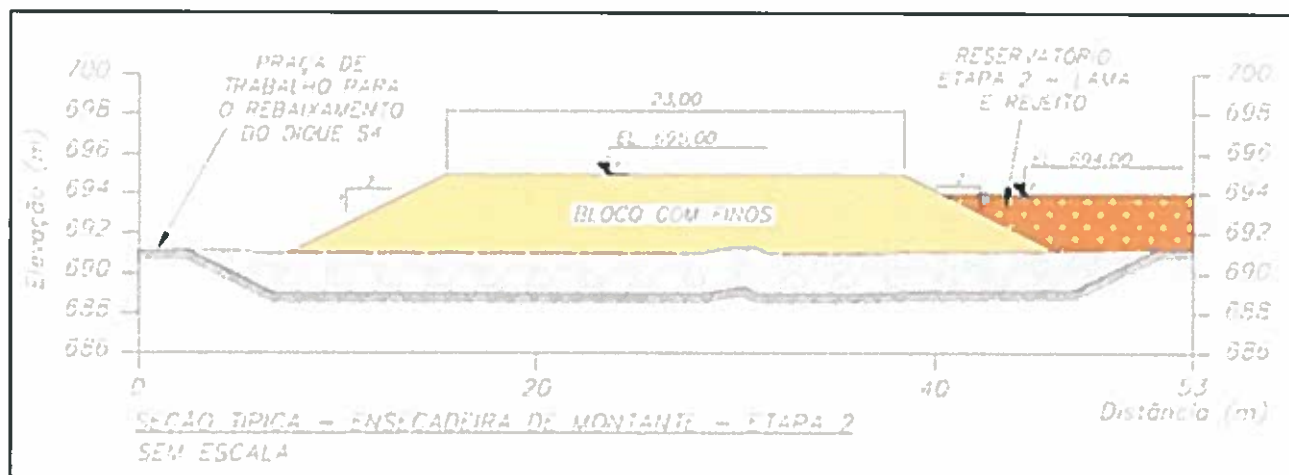




Figura 7.15 – Croqui esquemático da ensecadeira de Montante do Dique S4 a ser retomada na Etapa 2 de descomissionamento.

Tabela 7.3 – Características técnicas para a retomada da Ensecadeira de Montante – Etapa 2.

Cota crista	695,00
Cota inferior	692,00 m
Taludes de Montante e Jusante	2,00 H: 1,00V
Largura de crista	23,00 m
Altura máxima	4,00 m
Volume de maciço	7.500,00 m³

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 65
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

7.2.5 ATIVIDADES PARA A REMOÇÃO DA LAMA E REJEITO NO RESERVATÓRIO DO DIQUE S4

As atividades para a remoção da lama e rejeito do reservatório do Dique S4, deverão ser realizadas após o rebaixamento do reservatório para à EL. 694,00 m. Nesta condição o volume a ser removido é da ordem de 131.000,00 m³ e deverá ser realizado por desmonte mecânico com escavação convencional ou considerando a escavação do material submerso com utilização de Drag-Line. Este limitado a margem direita do reservatório de forma a preservar os pertences e ruínas da região de Bento Rodrigues.

As recomendações para esta atividade são as mesmas apresentadas no item 7.1.4, devendo ser avaliadas pela SAMARCO no ato da realização da remoção da lama e do rejeito.

Os materiais removidos pelos processos supracitados dependendo da umidade deverão passar por processo de desaguamento, sendo necessária a implantação de pátios de Secagem e ou Bota – Espera até que o possa se atingir umidades compatíveis para o transporte. As áreas para o Pátio de Estocagem e/ou Bota-Espera deverão ser avaliadas pela SAMARCO em etapa futura.

O material ao atingir a umidade de transporte, deverá ser direcionado para a Pilha AD-1 (caso haja volume disponível) ou para outras áreas a serem utilizadas para a disposição da lama e rejeito no Complexo de Germano.

Dependendo da umidade do material, deverá ser prevista a secagem do material em pátios de estocagem e ou Bota – Espera, para eventual desaguamento e futura disposição em pilha do material.

Com a remoção de 0,131Mm³, deverá ocorrer a liberação de uma área para estabilização física de 130.000,00 m² para a realização das atividades de estabilização física da região com adoção de medidas de bioengenharia.

Estas áreas deverão ser recuperadas em etapa posterior, considerando as soluções do Plano de Manejo de Rejeitos e Plano de Recuperação das Áreas Degradadas – PRAD que estão sendo desenvolvidos pela SAMARCO / Fundação RENOVA.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 66
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

7.2.6 REMOÇÃO DO MACIÇO DO DIQUE S4

As atividades de desativação do maciço do Dique S4 deverão ser realizadas após o rebaixamento do reservatório para a EL. 694,00 m e concomitante com as obras de limpeza e remoção da lama e rejeito depositado no reservatório.

O maciço do Dique S4 deverá ser removido considerando a limpeza do material retido entre a ensecadeira e o maciço remanescente da estrutura, considerando a implantação de bombeamento e escavação do material caso necessário. Nesta etapa, deverão ser realizadas as atividades de implantação dos acessos operacionais a crista e a região de montante da estrutura de forma a atender aos equipamentos a serem utilizados para a demolição das estruturas em concreto ciclópico e escavação para a remoção da estrutura.

Ressalta-se que os acesso utilizados na etapa de construção do maciço e da Etapa 1 deverão ser utilizados como base para as atividades da Etapa 2 de forma a evitar novas supressões na região.

As atividades para a remoção do Maciço consistem em:

1. O início de remoção do maciço do Dique S4 deverá contemplar a remoção da camada dos Blocos de 1,20 metros que conformam as ombreiras de fechamento do Dique S4, nivelando a crista do Dique S4 na EL. 697,50 m e demolição da camada de concreto ciclópico ao longo da calha vertente da estrutura remanescente da Etapa 1 de descomissionamento. O volume de concreto ciclópico a ser removido é da ordem de 2.109,00 m³, devendo ser destinado a área de bota fora a ser determinado pela SAMARCO, podendo ser a mesma região de deposição da Lama e do Rejeito;
2. Demolição da laje de concreto remanescente da Etapa 1 na EL. 697,50 m com remoção da laje com uso de geocélula (230 m³) e do concreto ciclópico na região do aterro em pedra de mão (600 m³). Estes materiais deverão ser destinados a áreas de bota fora a ser licenciados pela SAMARCO, de forma a garantir o descarte ambiental adequado dos resíduos;
3. Remoção do Geotêxtil e da Geomembrana de proteção da face de Montante e descarte em local adequado;
4. Remoção do aterro em Bloco com Fino até à EL. 695,50 m;

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 67
---	--	--	---	-----------	-----------------

A Figura 7.16 e a Figura 7.17 apresentam os croquis com as atividades 1 a 4 para a remoção do maciço na Etapa 2.

1. Escavação, carga e transporte dos Blocos de 1,20 metros de composição da bacia de dissipação e talude de jusante com volume de 10.500,00 m³. Os Blocos de 1.200 mm removidos da região deverão ser transportados para o pátio de estocagem da Unidade de Germano para uso futuro em outras obras do complexo;
2. Escavação da camada de Pedra de Mão da face de jusante do Dique S4, com volume da ordem de 7.500,00 m³. O material escavado na região deverá ser direcionado para os pátios de estocagem da Unidade de Germano para uso em etapa futura;
3. Escavação da camada de Brita 3 implantada na face de montante com volume de 480,00 m³ e transporte para o pátio de estocagem da Unidade de Germano;
4. Remoção e descarte do geotêxtil de proteção da face de jusante do maciço em contato com o aterro em bloco com finos.

A Figura 7.18 apresenta o croqui esquemático das atividades de 1 a 8 a serem realizadas para a remoção do Maciço do Dique S4.

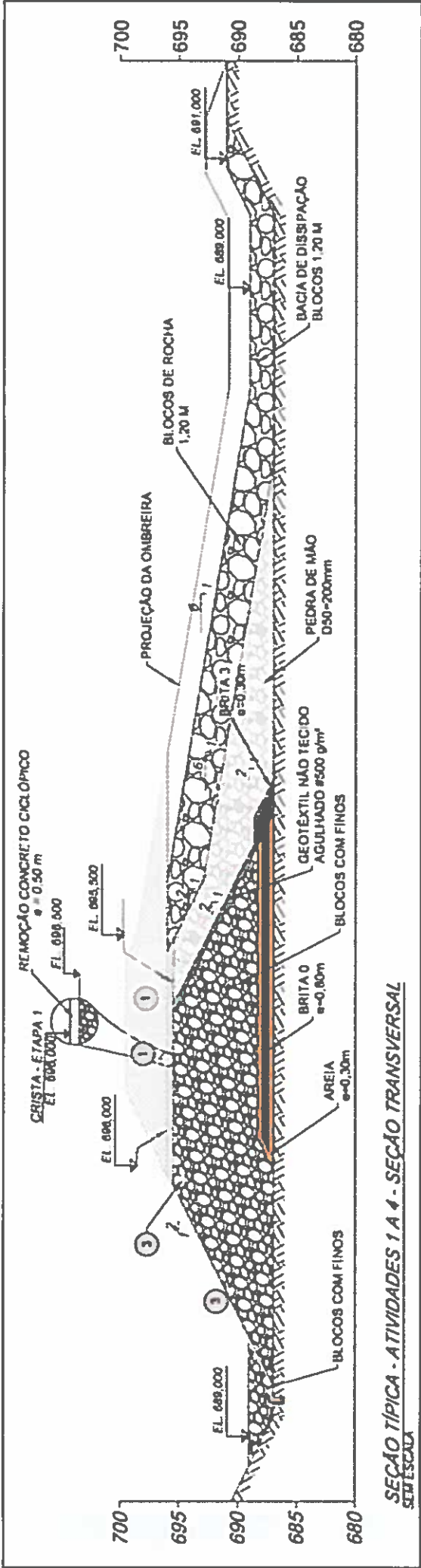


Figura 7.16 – Croqui esquemático das atividades 1 a 4 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2 - Transversal

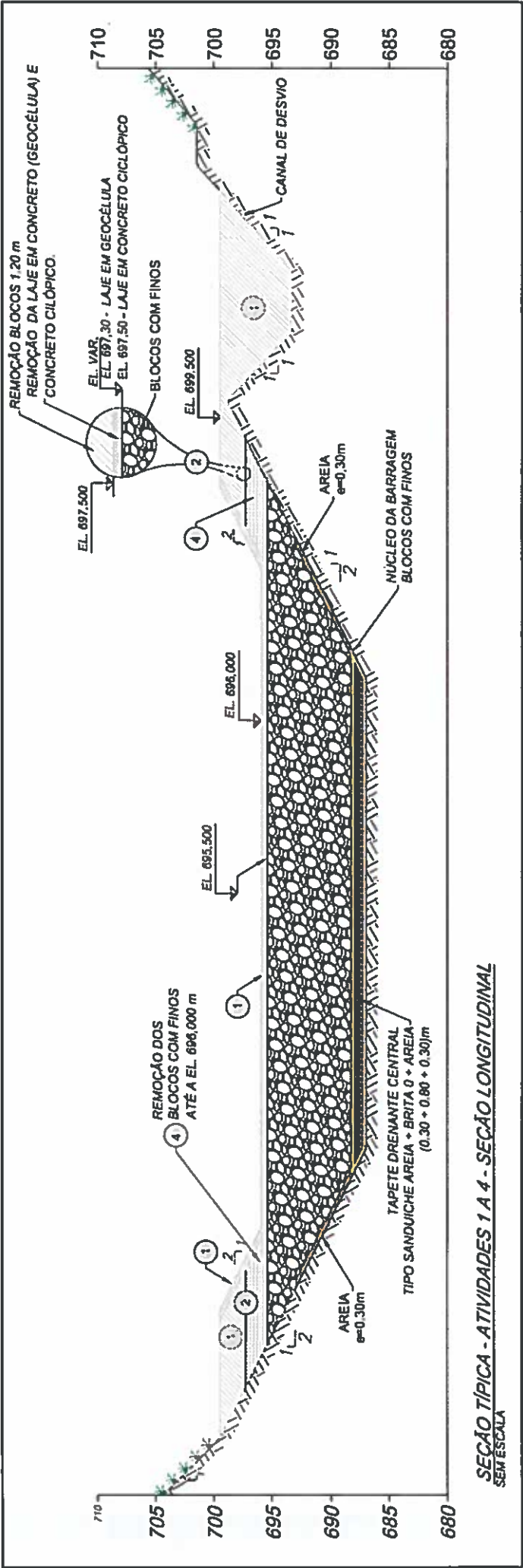


Figura 7.17 – Croqui esquemático das atividades 1 a 4 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2 - Longitudinal.

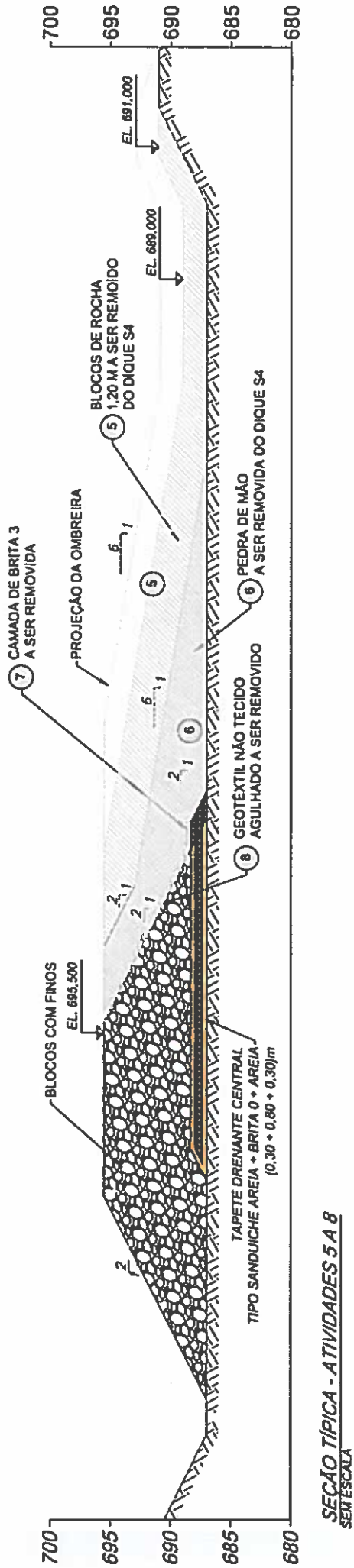




Figura 7.18 – Croqui esquemático das atividades 5 a 9 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 71
---	--	--	---	------------------	------------------------

5. Escavação da camada de Bloco com Finos da EL. 696,00 m até a região dos tapetes de ombreira e de fundo de talvegue e terreno natural. Ressalta-se que o material deverá ser direcionada para os Pátios de Estocagem da Unidade de Germano. O volume total esperado para a remoção dos Blocos com Finos na Etapa 2 é de 18.700,00 m³.
6. Remoção dos dispositivos de drenagem interna formados por Brita 0 e areia com volume estimada de 890,00 m³ e 800,00 m³ respectivamente. Ressalta-se que o descarte dos materiais dependerá do grau de contaminação dos materiais para uso futura em obras da Unidade de Germano, cabendo a SAMARCO definir qual será a destinação final destes materiais.
7. Remoção dos materiais na superfície de contato entre o maciço do Dique e a fundação. Este volume deverá ser estimado após a elaboração do projeto "AS Built" da Estrutura, uma vez que houve alteração no tratamento de fundação durante a execução do Dique S4.

A Figura 7.19 e Figura 7.20 apresenta o croqui esquemático com as atividade de 9 a 11 listadas para a remoção do maciço do Dique S4 na Etapa 2 de descomissionamento.

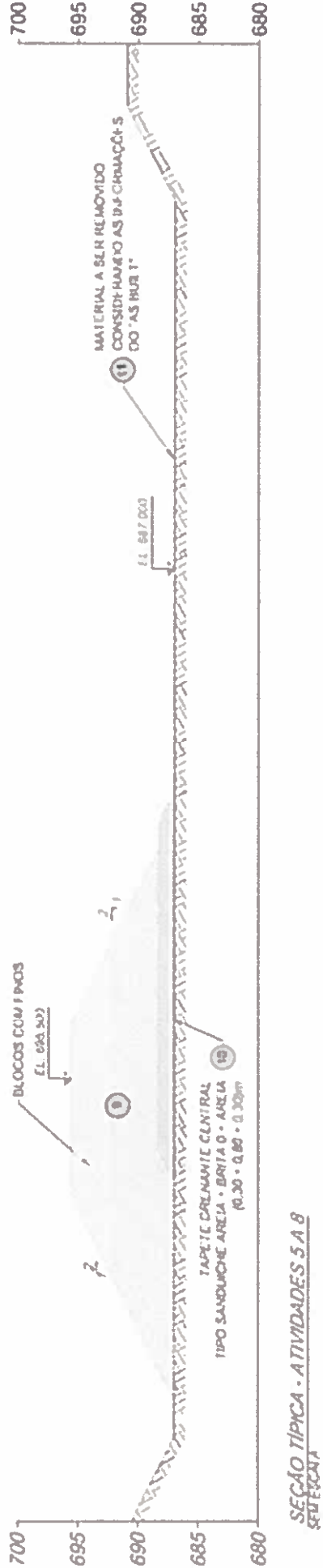


Figura 7.19 – Croqui esquemático das atividades 9 a 11 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2 - Transversal.

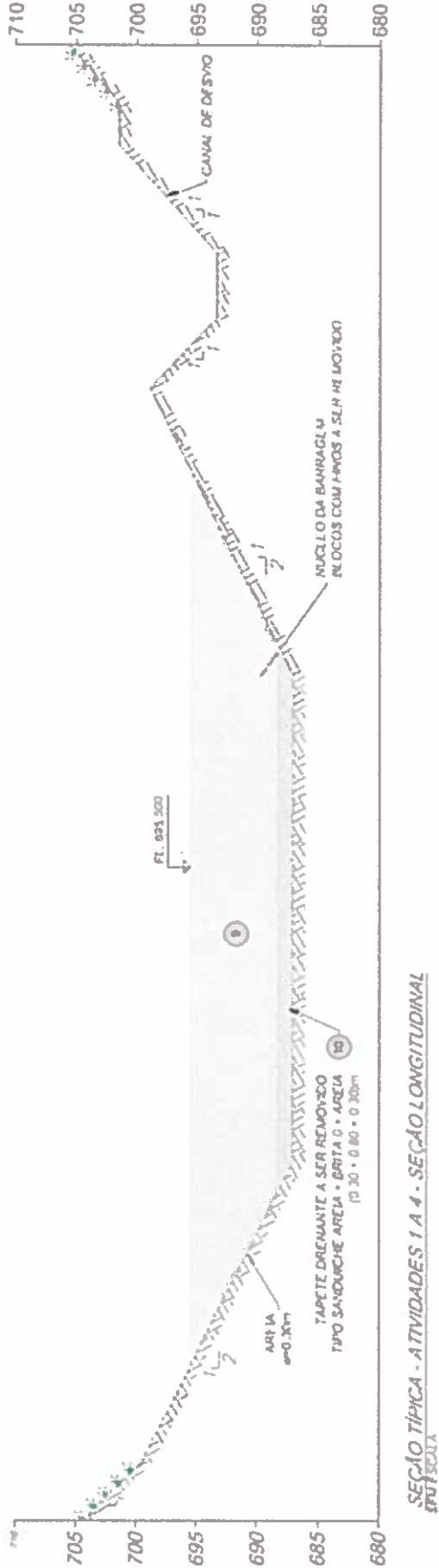




Figura 7.20 – Croqui esquemático das atividades 9 a 11 de remoção do Maciço do Dique S4 na Etapa 2 - Longitudinal.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 73
---	--	--	---	-----------	-----------------

Após a remoção do maciço da estrutura a região deverá passar pelos processos de estabilização física e ambiental, considerando as atividades do PRAD.

Ressalta-se que o a porção de material removido para a atividade 11 deverá ser recuperada de forma a preservar a condição de escoamento. Para tal, recomenda-se o reaterro das escavações a serem realizadas para a remoção dos materiais de lastro do Dique S4 utilizados par ao reforço de fundação, considerando as informações a serem apresentadas no projeto “AS Built” da estrutura.

7.2.7 REMOÇÃO DA ENSECADEIRA DE MONTANTE

Após as atividades de remoção do maciço do Dique S4 e limpeza da lama e rejeito localizado na região do reservatório do Dique S4, a Ensecadeira de Montante deverá ser removida concomitante as estrutura de desvio do Córrego Ouro Fino. A Ensecadeira de Montante é constituída por Bloco com Finos e deverá ser removida a partir da escavação do material da El. 695,00 m até a cota de fundo prevista para à EL. 692,00 m, totalizando 9.000,00 m³ de material.

Conforme já citado, o material definido como Bloco com Finos é utilizado em obras correntes da Unidade de Germano, sendo o material removido da Ensecadeira, destinado à área de empréstimo para uso futuro da SAMARCO. A destinação deste material será definida pela SAMARCO em etapa futura.

Ressalta-se que durante as atividades de remoção da ensecadeira, á partir da EL. 692,00 m deverão ser removidos o lastro em enrocamento realizado pela SAMARCO para o início das obras da ensecadeira, sendo previsto a remoção de 13.000,00 m³ de material. O material oriundo destas escavações deverá ser direcionado para a Pilha AD-1, ou para áreas licenciadas para a disposição da lama e rejeito removido do reservatório.

7.2.8 REMOÇÃO DAS ESTRUTURAS DE DESVIO DO CÓRREGO OURO FINO

Ao término das atividades de remoção da lama e rejeito armazenados no reservatório do Dique S4, as estruturas de desvio do Córrego Ouro Fino deverão ser removidas. As atividades de desmobilização do

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 74
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

sistema de bombeamento e remoção do Dique Temporário deverão ser realizadas concomitantes com a remoção da enseadeira de montante.

O material escavado na porção do dique constituído por Blocos com Finos, deverá ser direcionado para os pátios de estocagem na Unidade de Germano de forma a ser utilizados em outras obras. O volume de remoção da estrutura é de 200,00 m³.

7.2.9 OBRAS DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL

Reabilitação é o termo utilizado quando o objetivo principal da recuperação é o de estabelecer funções para a área degradada, sendo as duas principais de proteção contra erosão do solo e a diminuição do impacto visual negativo. Neste caso geralmente não há preocupação com as espécies vegetais a serem utilizadas ou com a obtenção de uma área com diversidade e interações biológicas que caracterizam o ecossistema natural regional.

A reabilitação normalmente é associada a áreas extremamente degradadas com solos contaminados e sem horizontes superficiais, áreas de deposição de rejeito ou estéril (caso da região em questão), onde não existem camadas orgânicas, ou solos altamente compactados.

Como as atividades de escavação resumem-se a remoção do material acumulado após a construção do Dique S4, o material desnudo das atividades pós descomissionamento do Dique S4 serão susceptíveis a processos erosivos até as atividades de reabilitação ambiental da região a ser definidas no Plano de Manejo de Rejeitos. Para tal, deverá ser previsto pela SAMARCO, a utilização da proteção vegetal inicial, considerando a aplicação de soluções de Bioengenharia, para o estabelecimento da proteção superficial até a implantação das soluções definitivas.

As soluções de Bioengenharias deverão ser avaliadas pela SAMARCO em etapa futura, devendo ser definidas a partir de estudos específicos para a região, de forma a se determinar a solução que melhor se adapte as condições gerais do terreno após as atividades de escavação da lama e do rejeito.

O estabelecimento da proteção vegetal com utilização de Bioengenharia para as Etapas 1 e 2 de descomissionamento, tem como objetivo principal a estabilização física da região e controle ambiental,

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 75
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

com a redução da emissão de sedimentos na área entre o Dique S3 e a foz do córrego Santarém, pós remoção do Dique S4.

Para as atividades de reabilitação ambiental com espécies nativas da região, a SAMARCO deverá realizar um estudo detalhado para a região, através do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, onde deverá ser realizado o mapeamento de fauna e flora da região. A partir dos resultados obtidos no PRAD a SAMARCO deverá realizar a escolha das espécies baseadas nas condições climáticas, e considerando as atividades de correção e enriquecimento dos nutrientes do solo da região para o reestabelecimento da vegetação natural na região.



Ressalta-se que a reabilitação ambiental da região com a vegetação nativa deverá ocorrer em tempo superior ao das atividades de remoção do Dique S4 e de suas estruturas auxiliares, devendo ser previsto pela SAMARCO a realização das atividades de inspeção e manutenção das espécies utilizadas até o total estabelecimento da proteção vegetal da região.

7.2.10 DESATIVAÇÃO DO BOMBEAMENTO DO EXTRAVASOR DO DIQUE S3 PARA CANAL DE DESVIO

Ao término das atividades de remoção das atividades de limpeza e remoção dos materiais depositados no reservatório do Dique S4, maciço reabilitação inicial da área afetada pelo reservatório do Dique S4 antes da construção da estrutura, o sistema de bombeamento responsável pela transposição do excedendo do Dique S3 ao Rio Gualaxo do Norte, deverá ser desativado de forma a permitir o fluxo pelo extravasor do Dique S3.

7.2.11 DESCOMISSIONAMENTO DO CANAL DE DESVIO DO DIQUE S4

Com a finalização das atividades do bombeamento do “*by-pass*” do reservatório do Dique S3 para o Canal de Desvio do Dique S4, e operacionalização do Dique S3, o Canal de Desvio do Dique S4 será descomissionado. Para tal, recomenda-se a realização das obras de terraplenagem do canal contemplando o preenchimento da seção do canal com solo compactado ao longo de toda a seção do canal. O aterro a

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 76
---	--	--	---	------------------	------------------------

ser realizado ao longo do Canal de Desvio, deverá nivelar toda a região na EL. 700,00 m, integrando a primeira berma do talude de escavação realizado durante a implantação da estrutura.

A região será foco das atividades de reabilitação ambiental da área, com a aplicação das soluções de bioengenharia e drenagem superficial de forma a evitar a formação de ravinas e sulcos erosivos na região, garantindo a estabilidade física e ambiental para a região.

Estima-se um volume de reaterro compactado de 15.000,00 m³ para o fechamento do Canal de Desvio.

Com a descomissionamento do Canal de Desvio, serão finalizadas todas as atividades para a remoção do Dique S4 e suas estruturas, nas condições estabelecidas no TTAC, levando-se em consideração a remoção das estruturas antes da implantação do Dique S4 em 2017.

Ressalta-se que as atividades restantes para a remoção do material acumulado entre o Dique S3 até a foz do Córrego Santarém, considerando a área de Bento Rodrigues será definida no Plano de Manejo de Rejeitos que esta sendo elaborada pela SAMARCO / Fundação RENOVA e que deverá ser apresentada em etapa posterior.

8.0 CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DE DESCOMISSIONAMENTO DAS ETAPAS 1 E 2

Considerando apresentadas no item 7.0 para a elaboração do Plano Conceitual de Descomissionamento do Dique S4, foi desenvolvido pela SAMARCO o Cronograma das atividades a serem desenvolvidas, de forma a atender a condicionante do TTAC.

As atividades e o cronograma desenvolvido pela SAMARCO são apresentados no ANEXO I – CRONOGRAMA DESENVOLVIDO PELA SAMARCO.

9.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir das atividades descritas para o Plano Conceitual de Descomissionamento do Dique S4, pode-se concluir que:

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 77
---	--	--	------------------------------------	-----------	-----------------

- As atividades de descomissionamento do Dique S4 e do Canal de Desvio foram baseadas nas informações do Projeto Detalhado para a estrutura;
- As obras para o descomissionamento deverão ser realizadas no período seco e desenvolvidas em duas etapas de forma a atender as condicionantes do TTAC, à excessão das atividades de dragagem do material;
- Desta forma, a Etapa 1 deverá ser realizada a partir do Período seco do ano de 2018 e a Etapa 2 da estação seca do ano de 2019;
- O Plano desenvolvido se resume exclusivamente a remoção do material retido no reservatório do Dique S4 a partir da sua implantação;
- Considerando o período em que ocorreu a requisição administrativa do Estado de Minas Gerais para a construção do Dique S4, propõe-se que a recuperação da área afetada por essa intervenção vá até a condição anterior à construção da estrutura de contenção em comento. Contudo, as ações pertinentes à desmobilização dessa estrutura poderão ser reavaliadas, inclusive quando estiver finalizado o plano global de manejo de rejeitos (naquilo que diz respeito à região de Bento Rodrigues) em fase de estruturação pela Fundação Renova em conjunto com as partes interessadas (conforme sinalizado na Proposta de Plano de Trabalho apresentado à SEMAD em 31.01.17), a título de cumprimento às cláusulas 150 a 157 do TTAC, bem como alinhado com o Ministério Público de Minas Gerais a metodologia da limpeza total da área de Bento Rodrigues, uma vez que essa ação envolve questões atinentes ao patrimônio histórico e cultural da região.
- As ações a serem realizadas para a desativação da estrutura foram definidas em função da estimativa conservadora de ocupação anual do reservatório (150.000,00 m³), baseada nas informações de monitoramento do reservatório do Dique S4;
- Antes do início das atividades de descomissionamento, a SAMARCO deverá avaliar os resultados das batimetrias de forma a verificar os volumes apresentados para as Etapas 1 e 2, de forma a validar as soluções aqui propostas;
- A remoção do material armazenado no reservatório da estrutura deverá ser realizada através de desmonte mecânico para materiais não submersos e por processos de dragagem na condição emersa;
- A escavação com utilização de Drag-Line deverá ser realizada somente para a margem direita do reservatório, de forma a preservar as ruínas da região de Bento Rodrigues;

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 78
---	--	--	---	------------------	------------------------

- As escavações dos materiais na região de Bento Rodrigues deverão ser acompanhadas obrigatoriamente por equipe de Arqueologia, com o intuito de preservar as ruínas e recuperação dos pertences dos moradores do distrito de Bento Rodrigues;
- O material dragado do reservatório do Dique S4 deverá ser direcionado para o reservatório do Dique S3;
- Para as operações de Dragagem, deverá ser verificada a capacidade de acumulação do Dique S3 antes do início das atividades, devendo o mesmo, apresentar capacidade de acumulação para os volumes a serem removidos do reservatório do Dique S4 na época da sua realização;
- Caso o reservatório não apresente volume suficiente, a SAMARCO deverá providenciar o desassoreamento do reservatório do Dique S3, ou definir outras áreas para o direcionamento do material;
- O material escavado do reservatório do Dique S4, após atingir a umidade adequada, deverá ser direcionado para a Pilha AD-1, nas proximidades do Córrego Mirandinha;
- Caso seja atingida a capacidade máxima de armazenamento da Pilha AD-1, a SAMARCO deverá avaliar o aumento da capacidade de armazenamento da estrutura ou determinar novas áreas, que deverem ser licenciadas, para a disposição do material removido do reservatório da estrutura;
- Os sistemas de bombeamento previstos no Plano de Descomissionamento deverão estar localizados próximos às estruturas indicadas no presente documento, sendo considerada a avaliação da batimetria dos reservatórios de forma a atender a condição de funcionamento;
- As atividades de rebaixamento da lâmina de água nas Etapas 1 e 2 deverão ser realizadas considerando o controle ambiental através da turbidez;
- Entre a realização da Etapa 1 e Etapa 2, deverá ser realizada a dragagem do reservatório na estação chuvosa, de forma a garantir as condições de retenção e sedimentação no Dique S4;
- A estrutura remanescente da Etapa 1 deverá atender as condições estabelecidas na NBR 13.028 (ABNT, 2006);
- As estruturas em concreto do Dique S4 deverão ser demolidas e destinadas às áreas de disposição definidas pela SAMARCO;
- Os materiais de concepção do maciço do Dique S4 (Bloco com Finos, Pedra de Mão) deverão ser destinados aos Pátios de Estocagem da Unidade de Germano para uso futuro; e

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 79
---	---	--	------------------------------------	-----------	-----------------

- As margens expostas após o rebaixamento do dique deverão ser estabilizadas com a realização de obras de Bioengenharia. A escolha dos materiais e o tipo de proteção serão desenvolvidos pela SAMARCO em Etapa Futura.

Para as demais etapas a WALM recomenda;

- Realização das batimetrias do reservatório na periodicidade indicada no Manual de Operação do Dique S4;
- Revisão das atividades previstas no plano, considerando as batimetrias realizadas no reservatório;
- Realização dos estudos sedimentológicos, considerando as taxas de geração de sedimentos obtidas através da avaliação dos resultados de batimetria de forma a validar as taxas de geração de lama e rejeito para o reservatório do Dique S4;
- Realização dos estudos para a verificação da estabilidade do Dique S4 e validação do extravasor após a realização da Etapa 1 de descomissionamento, considerando as diretrizes da NBR 13.028 (ABNT, 2006);
- Realização de estudos para a validação da estabilidade da Ensecadeira de Montante antes da realização de cada uma das Etapas, nas cotas previstas em projeto;
- Elaboração dos estudos para as estações de bombeamento do Dique S4 e Dique S3;
- Elaboração de estudos detalhados para a implantação das soluções de bioengenharia; e
- Elaboração dos estudos para o Plano de Recuperação de Área Degradado – PRAD, visando à avaliação das espécies a serem utilizados para a reabilitação ambiental da região.

Ressalta-se que as atividades apresentadas são em nível conceitual e poderão sofrer revisões com o desenvolvimento das atividades do Complexo de Germano, levantamentos batimétricos e condicionantes ambientais para a região.

Sérgio Pinheiro de Freitas

CREA/MG - 86204/D

WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA

Sérgio Pinheiro de Freitas



WALM-BH

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 80
---	--	--	---	----------------------	----------------------------

10.0REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 13028:2006 – Mineração – Elaboração e Apresentação de Projeto de Barragens para Disposição de Rejeitos, Contenção de Sedimentos e Reservação de Água, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente.

	 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA		nº SAMARCO G102300-G-1MD001	rev. 1	página nº 81
---	--	--	---	-----------	-----------------

ANEXO I – CRONOGRAMA DESENVOLVIDO PELA SAMARCO