

GERMANO – GERAL

ÁREA EXTERNA

MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS REMANESCENTES

ESTUDO CONCEITUAL – ADEQUAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO

GUALAXO DO NORTE

R E V I S O E S								
	01	REVISÃO GERAL	C	28/04/16	LC	CG/OVM	RGA	RGA
	00	EMISSÃO INICIAL	C	13/04/16	CG/OVM	CG/OVM	RGA	RGA
	Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	PREP.	VERIF	APROV	LIBER.

T.E – TIPOS DE EMISSÃO

A – Preliminar
B – P/ Aprovação

C – P/ Conhecimento
D – P/ Cotação

E – P/ Construção
F – Conforme comprado

G – Conforme construído
H – Cancelado

L – Aprovado

Preparado Cláudio Goulart/Orsini Maia	Verificado Cláudio Goulart/Orsini Maia	Aprovado Cláudio Goulart	Liberado Rodrigo Guimarães Abreu	Data 13/04/16	O.S.
---	--	-----------------------------	--	------------------	------

MANUTENÇÃO ESTRUTURAS REMANESCENTES

PROJETISTA I	Nº PROJETISTA I.:	Rev.: 01	PÁGINA: 1
PROJETISTA II	Nº PROJETISTA II.:		

Sumário

1. OBJETO	6
2. CONTEXTUALIZAÇÃO: A situação após o incidente da barragem de Fundão	6
3. ESTUDO DE CASE: BAUMINAS AMBIENTAL	7
4. TESTES DE LABORATÓRIO COM AMOSTRAS DO RIO GUALAXO DO NORTE.....	7
5. IMPLANTAÇÃO DOS DIQUES DE REFINO NO RIO GUALAXO DO NORTE.....	8
5.1. DEFINIÇÕES INICIAIS DE POSSÍVEIS LOCAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE DIQUES NO RIO GUALAXO DO NORTE.....	8
5.2. CRITÉRIOS DEFINIDOS PARA A ANÁLISE E QUALIFICAÇÃO DE LOCAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE DIQUES	14
5.3. CONSIDERAÇÕES A CERCA DO CONCEITO DOS DIQUES	15
5.4. DEFINIÇÕES SOBRE OS PONTOS DE DOSAGEM.....	22
5.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS POSSÍVEIS LOCAIS PARA DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS	24
6. CLASSIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS LOCAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE DIQUES.....	24
6.1. AHP - ANALYTIC HIERARCHY PROCESS	25
6.2. APLICAÇÃO DA AHP.....	25
6.3. CLASSIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS DIQUES	27
7. INFORMAÇÕES ADICIONAIS SOBRE AS ÁREAS DOS DIQUES CLASSIFICADOS	30
7.1. PONTOS DE DOSAGEM	30
7.2. LOCAIS PARA DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS	30
7.3. ADEQUAÇÕES NECESSÁRIAS AOS ACESSOS DOS DIQUES, DOS PONTOS DE DOSAGENS E LOCAIS PARA DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS.....	31
8. RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
9. ANEXOS.....	32

Índice de Figuras

Figura 01: Volume de resíduos acumulados ao longo dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce.....	6
Figura 02: Variação do índice de turbidez ao longo dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce.....	7
Figura 03: Vista geral dos pontos escolhidos	9
Figura 04: Características conceituais do Dique A	10
Figura 05: Características conceituais do Dique B	10
Figura 06: Características conceituais do Dique C	11
Figura 07: Características conceituais do Dique D	11
Figura 08: Características conceituais do Dique E	12
Figura 09: Características conceituais do Dique F.....	12
Figura 10: Características conceituais do Dique G	13
Figura 11: Características conceituais do Dique H	13
Figura 12: Características conceituais do Dique I.....	14
Figura 13: Dados hidrológicos considerados nos estudos conceituais	16
Figura 14: Perfil estrutural para os diques	16
Figura 15: Seção transversal típica.	17
Figura 16: Curva cota-área para Dique A	18
Figura 17: Curva cota-área para Dique B	18
Figura 18: Curva cota-área para Dique C	19
Figura 19: Curva cota-área para Dique D	19
Figura 20: Curva cota-área para Dique E	20
Figura 21: Curva cota-área para Dique F	20
Figura 22: Curva cota-área para Dique G	21
Figura 23: Curva cota-área para Dique H	21
Figura 24: Curva cota-área para Dique I.....	22

Figura 25: Área para a Dosagem 01	22
Figura 26: Área para a Dosagem 02	23
Figura 27: Área para a Dosagem 02	23
Figura 28: Áreas 01, 02 e 03 em estudo para a disposição de rejeitos	30
Figura 29: Área 04 e 05 em estudo para a disposição de rejeitos	31
Figura 30: Áreas 06 e 07 em estudo para a disposição de rejeitos	31

Índice de Tabelas

Tabela 01: Comparação par-a-par dos critérios para a classificação dos Diques	26
Tabela 02: Resultados da aplicação da técnica AHP	26
Tabela 03: Resultados da avaliação dos locais para construção dos diques	27
Tabela 04: Resultados da avaliação dos locais para construção dos diques	29

1. OBJETO

O presente documento tem como objetivo descrever sobre os conceitos e considerações estudados pela Samarco Mineração S/A para a adequação da qualidade da água do rio Gualaxo do Norte, com a finalidade de minimizar os impactos ambientais gerados após o rompimento da Barragem de Fundão no dia 05 de Novembro de 2015 em Mariana – MG.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO: A situação após o incidente da barragem de Fundão

Com o incidente, os rejeitos da barragem do Fundão escoaram pelo território a jusante, através dos vales, provocando sua difusão e deposição do material ao longo dos rios Santarém, Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, até a Barragem da UHE Risoleta Neves, conhecida como Usina de Candongas, localizada no município de Rio Doce – MG.

A figura 1 demonstra as regiões onde houve a deposição de rejeitos, bem como a estimativa de volume em cada trecho.

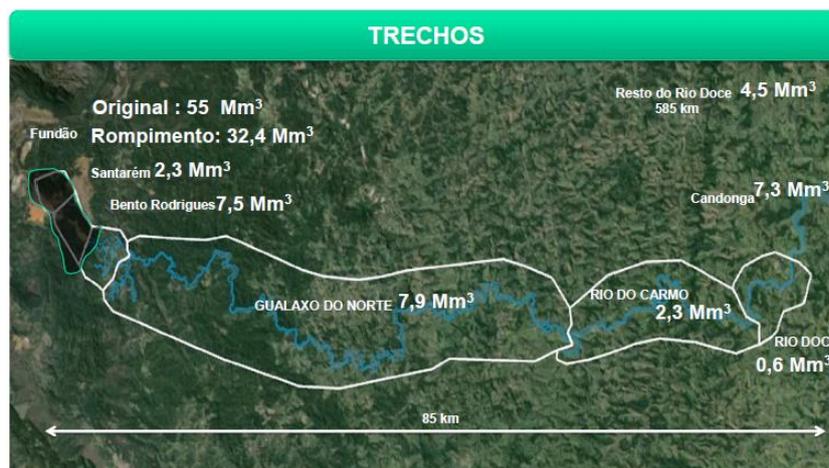


Figura 01: Volume de resíduos acumulados ao longo dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce

Na figura 2, tem-se um retrato da variação dos valores de turbidez entre os dias 16/03/16 a 06/04/16.

Percebe-se que os níveis de turbidez aumentam a jusante do Dique S3 ao longo do rio Gualaxo, demonstrando o efeito do carreamento do material depositado ao longo do mesmo.

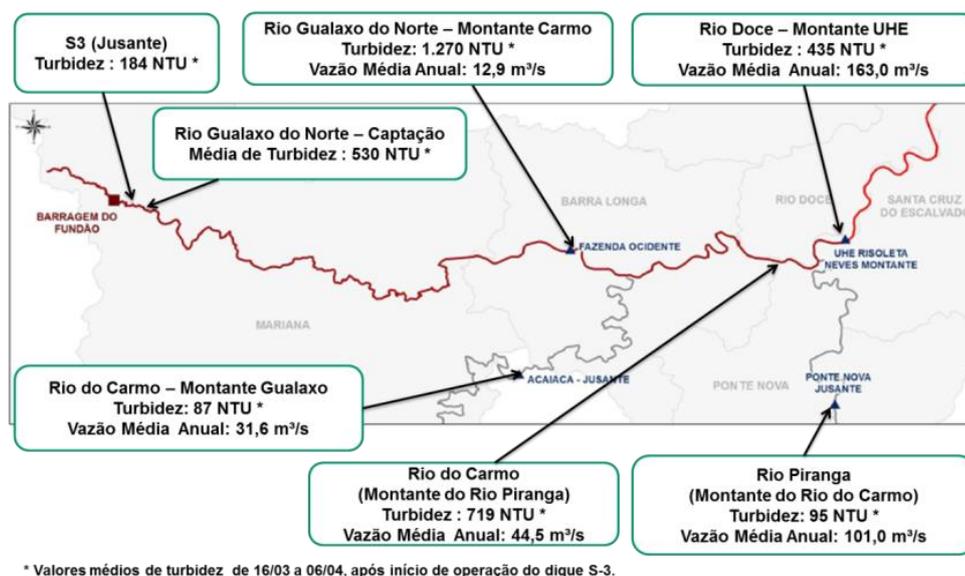


Figura 02: Variação do índice de turbidez ao longo dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce

Diante deste cenário, fica evidente que a finalidade deste Estudo Conceitual é descrever os processos de definições necessárias ao desenvolvimento das engenharias e implantações suficientes para interromper o carreamento de material promovendo a sedimentação e tratamento da água.

3. ESTUDO DE CASE: BAUMINAS AMBIENTAL

A Samarco fez uma busca de referências sobre incidentes similares ao ocorrido no dia 05/11/2015, identificando a empresa Rio Pomba Cataguases, atual Bauminas, cujo rompimento da barragem de rejeitos de bauxita, denominada de São Francisco, ocorreu em 2007, causando também danos ambientais em importantes rios da zona da mata de Minas Gerais e norte do Rio de Janeiro, sendo que os tratamentos e resultados posteriores tornaram-se referência em recuperação de áreas degradadas.

A Bauminas Ambiental se prontificou a disponibilizar toda a troca de experiências de sua equipe técnica com a equipe técnica da Samarco através de reuniões e visitas técnicas às suas instalações. A solução técnica utilizada pela Bauminas para sedimentar e tratar o curso d'água foi a execução de diques filtrantes e galgáveis, permitindo a formação de lagos.

4. TESTES DE LABORATÓRIO COM AMOSTRAS DO RIO GUALAXO DO NORTE

Em paralelo, as equipes Samarco e Bauminas realizaram coletas de amostras de água do rio Gualaxo do Norte e Rio Doce, que foram encaminhadas para o laboratório da Bauminas Ambiental, em Cataguases – MG, para realizar ensaios para simular a coagulação química em escala de bancada através de Jar Test, que é um procedimento adotado quando se deseja ter uma noção aproximada do pH em que ocorre a coagulação e a dosagem de coagulante necessária para a mesma, assim como testes de sedimentação em provetas. Os resultados destes ensaios

apontaram os melhores produtos a serem utilizados para o tratamento / sedimentação em função das recomendações da Resolução CONAMA 357/05, águas doces, classe 2. Para definição das dosagens reais a serem utilizadas nos respectivos diques deverão ser realizados ensaios “in loco” com a finalidade de confirmação dos resultados obtidos nos ensaios de laboratório.

Tendo em vista os resultados dos ensaios (Anexo 3), além de menor vazão, menores calhas, e o arraste de material sedimentado com aumento significativo de turbidez ao longo do Rio Gualaxo do Norte (Figura 02), o tempo de sedimentação é menor e mais rápido neste rio, conseqüentemente, tratamentos mais eficientes no mesmo.

5. IMPLANTAÇÃO DOS DIQUES DE REFINO NO RIO GUALAXO DO NORTE

A partir do estudo de case (item 3) e dos resultados de ensaios de laboratório, adotou-se também para o tratamento da água, a implantação de diques de refino no Rio Gualaxo do Norte, permitindo a formação de lagos, sedimentação, minimização dos danos ambientais decorrentes do incidente ocorrido no dia 05/Nov/2015, principalmente controle de sólidos carregados e tratamento da turbidez.

Com base no acima exposto e em função dos controles e monitoramento da qualidade da água ao longo do tempo, futuramente os diques de refino poderão ser removidos em etapas, dispondo as rochas que os compõem nas margens próximas e à jusante das estruturas, ou seja, trata-se de diques provisórios.

5.1. DEFINIÇÕES INICIAIS DE POSSÍVEIS LOCAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE DIQUES NO RIO GUALAXO DO NORTE

Com a finalidade de estudar a implantação de diques de refino, a verificação de prováveis áreas de alagamento foi realizada, inicialmente, através de pesquisas no Google Earth e, posteriormente, através de várias visitas técnicas realizadas aos locais previamente selecionados. Uma das principais premissas para definição destas áreas é que o alagamento ocorresse somente em áreas já impactadas.

Outros pontos importantes que foram levados em consideração na escolha das áreas potenciais estão listados a seguir:

- Proximidade com a fonte emissora de sedimentos;
- Potencial de área alagada;
- Largura da calha do rio;
- Declividade do rio;
- Facilidade de acesso;
- Interface com os proprietários;
- Impacto socioambiental.

Em 04/02/2016 foi realizada uma visita técnica conjunta entre Samarco e Golder Associates aos locais prováveis de tratamentos e de locação dos diques, representada por Alexandre Pulino e Sebastian Torrealba, cujo resultado imediato foi a recomendação de continuidade dos estudos.



Relatorio Visita de
Campo.pdf

A Samarco solicitou proposta técnica à Golder para participação em todo o processo de estudos, desenvolvimento da engenharia e, principalmente, definições de tratamentos e de sedimentação, através de software específico desenvolvido pelo Sebastian Torrealba (Golder).

As principais características conceituais estruturais, altimétricas, geométricas e locais das áreas sugeridas para implantação dos diques, são apresentadas nas Figuras 04 a 10, a seguir:

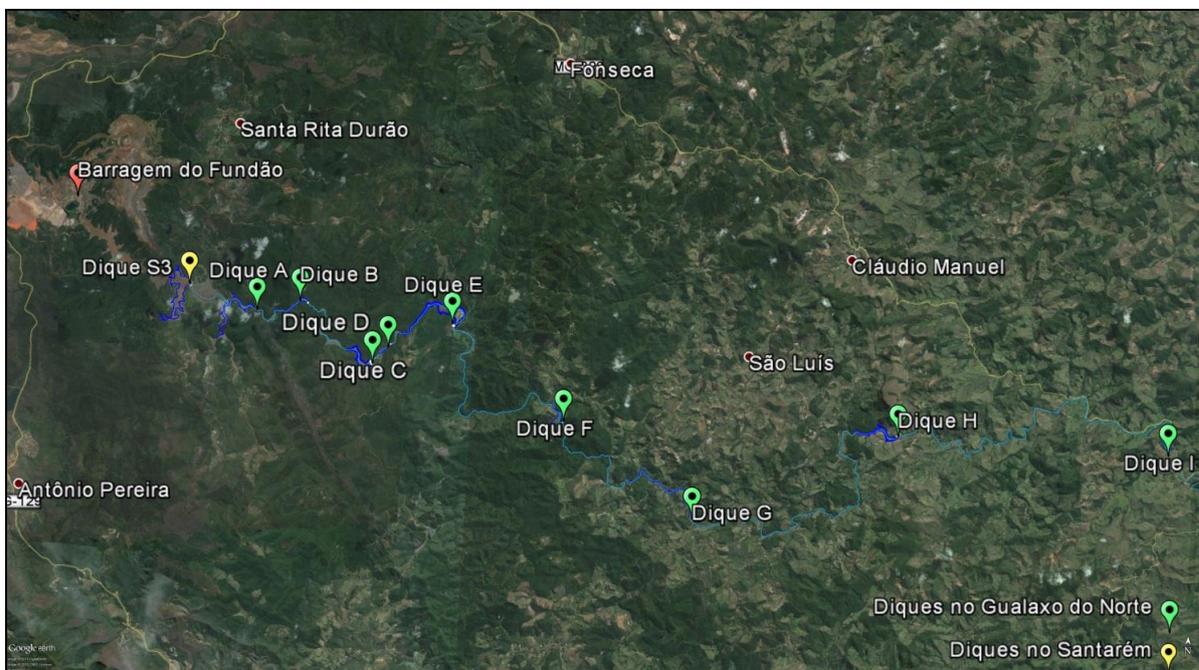


Figura 03: Vista geral dos pontos escolhidos

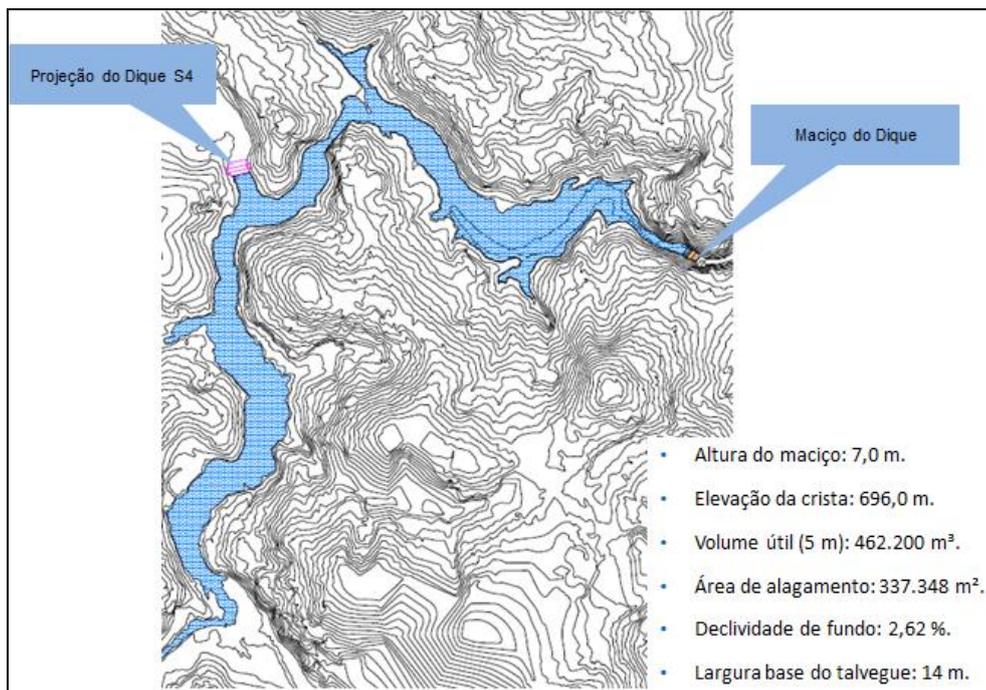


Figura 04: Características conceituais do Dique A

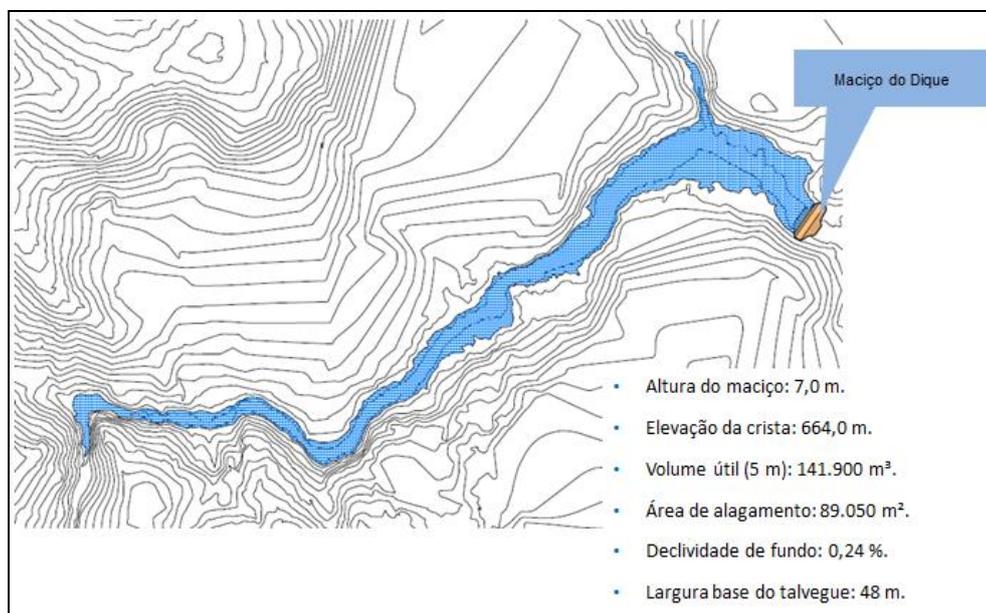


Figura 05: Características conceituais do Dique B

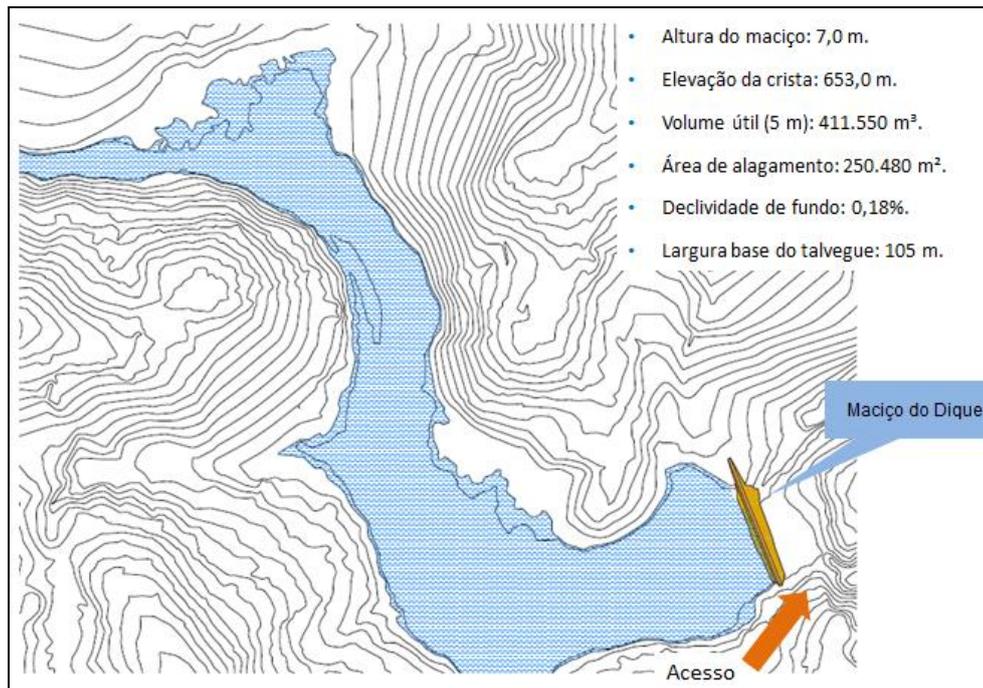


Figura 06: Características conceituais do Dique C

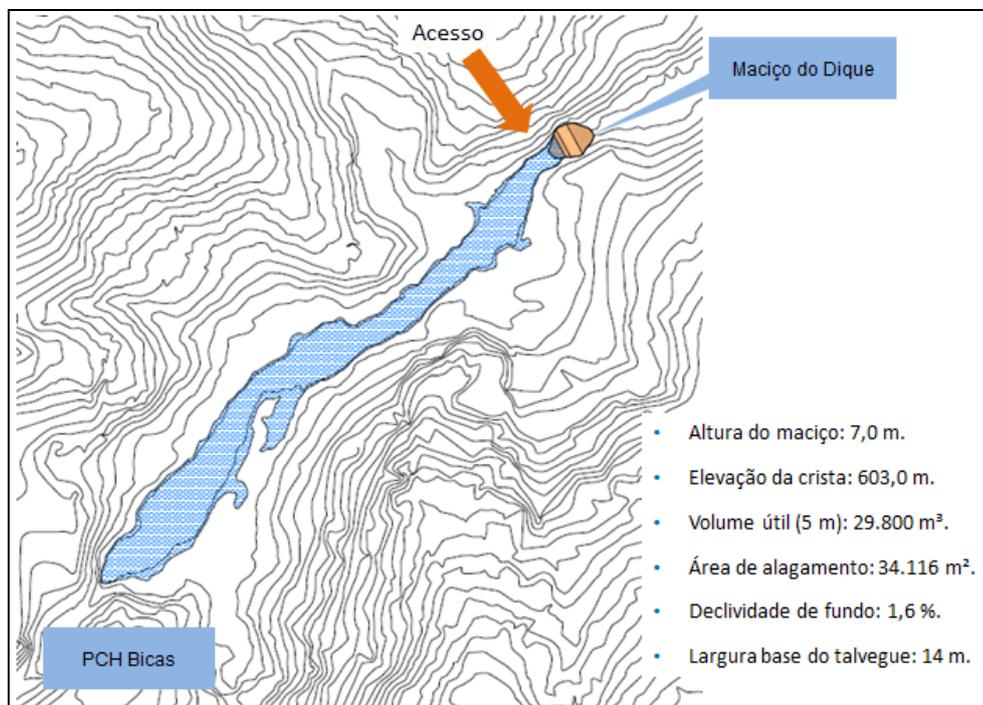


Figura 07: Características conceituais do Dique D

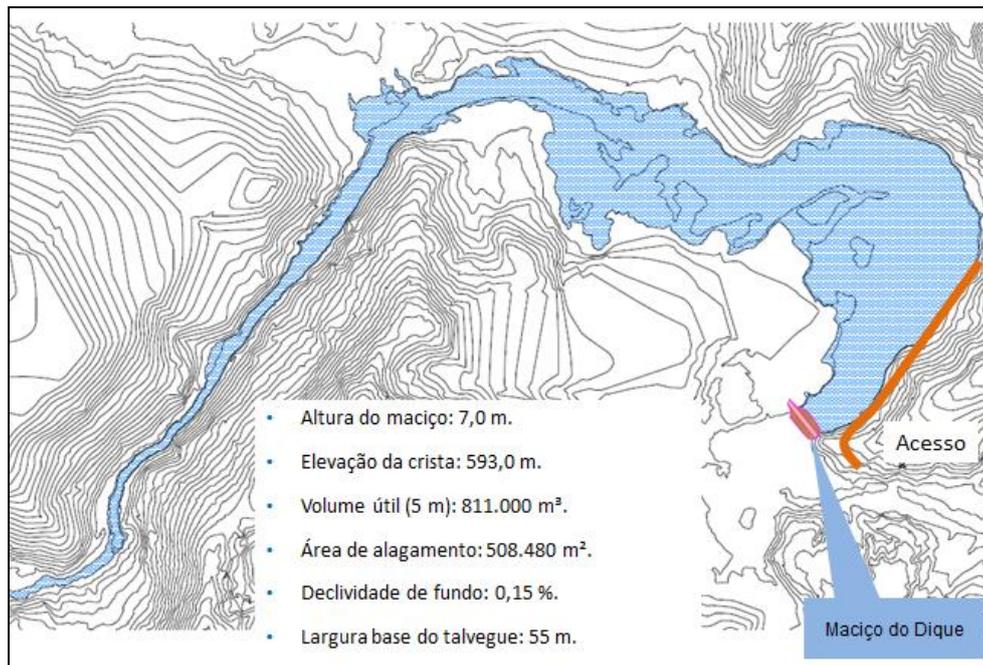


Figura 08: Características conceituais do Dique E

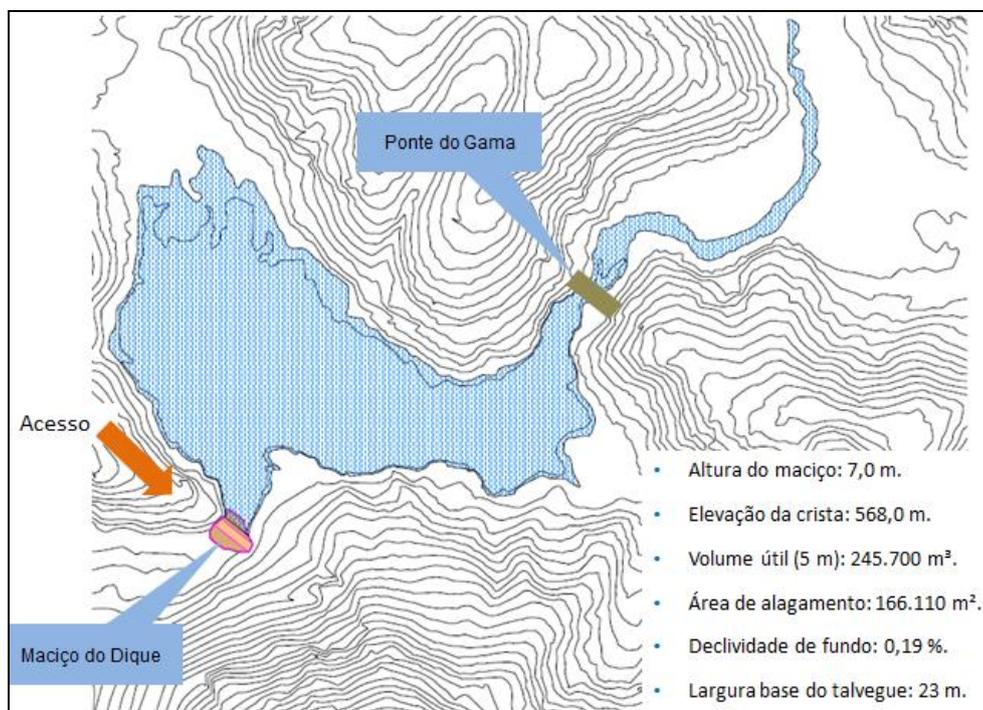


Figura 09: Características conceituais do Dique F

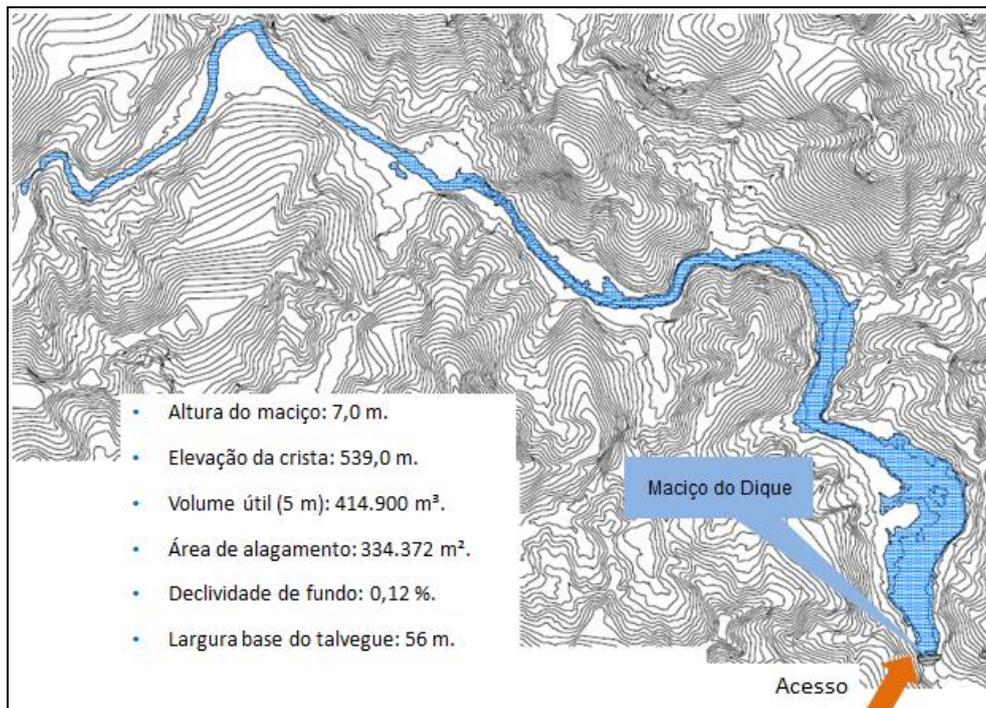


Figura 10: Características conceituais do Dique G

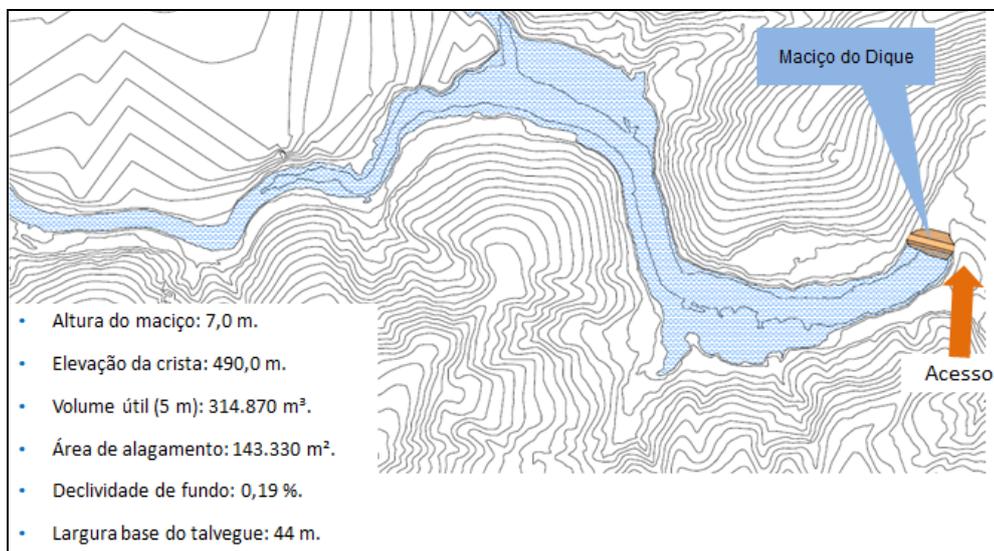


Figura 11: Características conceituais do Dique H

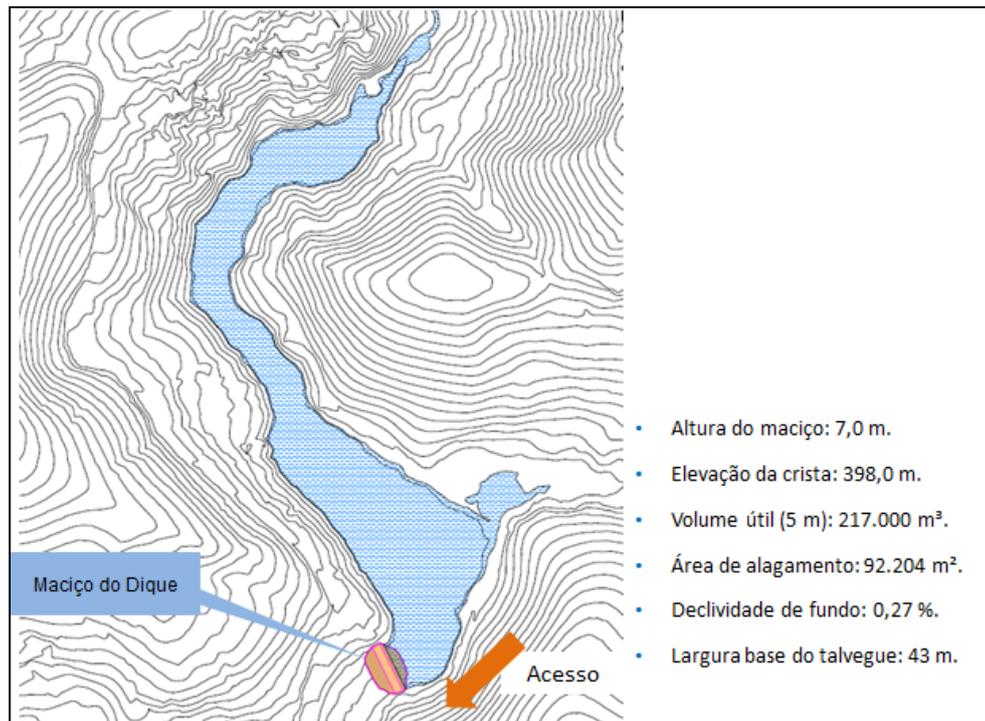


Figura 12: Características conceituais do Dique I

Durante o desenvolvimento da engenharia básica, para consolidação dos estudos conceituais, estão previstas novas inspeções locais de implantação dos diques, para melhor avaliação da camada de solo mole a ser removida através do método de aberturas de trincheiras utilizando retroescavadeiras e, se necessário for, poderão ser executadas sondagens mistas por empresas que já possuem contratos com a Samarco, obtendo resultados em tempo hábil para consolidação do projeto básico.

5.2. CRITÉRIOS DEFINIDOS PARA A ANÁLISE E QUALIFICAÇÃO DE LOCAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE DIQUES

Foram definidos os seguintes critérios para a análise de viabilidade técnica dos locais para a construção dos Diques, bem como a classificação de prioridades para a construção dos mesmos:

1. Acessos adequados à área para construção: trata-se de analisar se há acessos para os locais definidos para a construção dos diques, bem como avaliar a qualidade dos mesmos para o acesso do maquinário necessário para a obra.
2. Impedimento Jurídico: consiste na análise de eventual impedimento jurídico, de proprietário da área para a construção do dique ou análise se a área alagada atinge a faixa de servidão dos minerodutos da Samarco.
3. Dimensão alagável: consiste na análise da dimensão estimada, em m³, da área alagável após a construção do dique, área esta que será responsável pela deposição dos rejeitos à montante do dique.
4. Construtibilidade: trata-se da análise da complexidade da obra de construção do dique.



5. Complexidade Engenharia: trata-se da análise da complexidade da engenharia que deverá ser desenvolvida para a construção do dique.
6. Impacto socioambiental: Trata-se de avaliar se a construção e operação do dique poderão causar influências negativas à comunidade do entorno e/ou se a área alagada atingirá além da área já impactada, como acessos, residências, fazendas, etc.
7. Logística para retirada de rejeitos: consiste em avaliar a distância entre a área de deposição de rejeitos à montante do dique e a área de disposição final de rejeitos, bem como se existe e qual a qualidade do acesso entre estas áreas.
8. Favorabilidade do ponto de dosagem: trata-se da análise se é possível definir um ponto de dosagem de reagentes químicos à montante do dique e como este ponto atenderá aos critérios de processo para que ocorra a devida sedimentação dos rejeitos na área alagada. Serão avaliados a distância entre o ponto de dosagem e sedimentação, bem como se há condições naturais para favorecer a mistura adequada do(s) produto(s) químico(s) que serão dosados.

5.3. CONSIDERAÇÕES A CERCA DO CONCEITO DOS DIQUES

Com o propósito de subsidiar os estudos conceituais, foram realizadas visitas técnicas aos locais para inspeções geológico-geotécnicas e definições dos eixos dos diques pela equipe técnica Bauminas, Eng. Geólogo Alfredo Mucci da Bauminas, especialista em recuperação de áreas degradadas, e pelo Eng. Cláudio Silva, Doutor em geotecnia e professor da Universidade Federal de Viçosa – UFV).

Com base nas inspeções geológico-geotécnicas e nos dados de monitoramento hidrométrico (figura 03), os estudos conceituais elaborados pela equipe técnica Bauminas definiu pelo perfil estrutural para os diques conforme indicado na figura 04.

MONITORAMENTO HIDROMÉTRICO: TRECHO 01

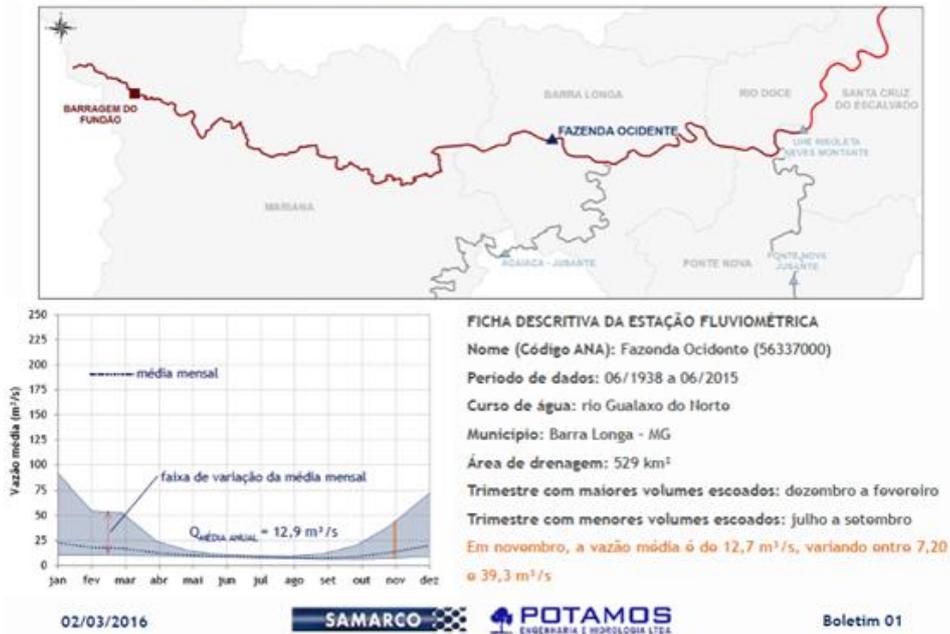


Figura 13: Dados hidrológicos considerados nos estudos conceituais

EXEMPLO DE PERFIL ESTRUTURAL

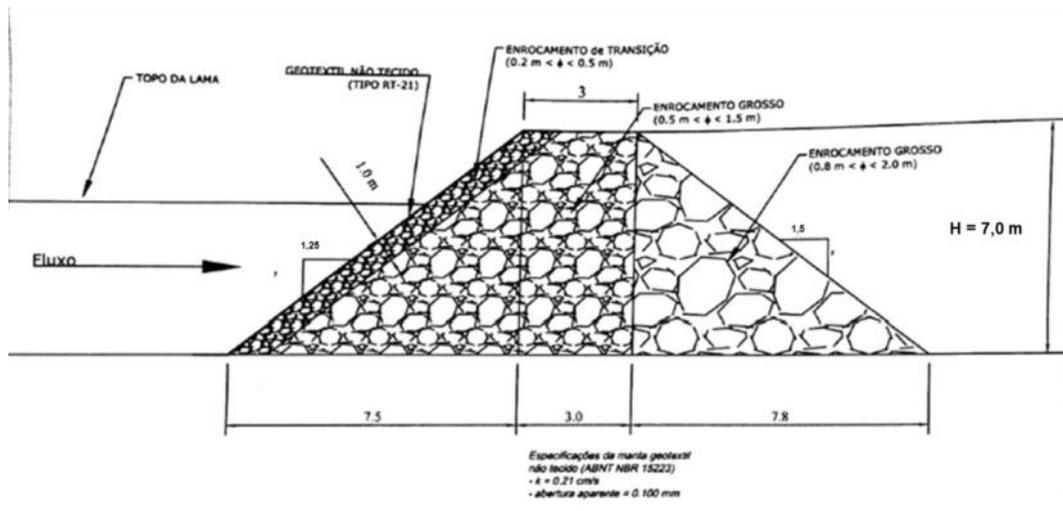


Figura 14: Perfil estrutural para os diques

Os eixos mais favoráveis para implantação dos diques foram definidos “in loco” em função da avaliação estimada da espessura da camada de solo mole existente, logística e facilidade de limpeza, dimensão transversal do leito do rio, favorabilidade de desvio do curso do rio e nas seções transversais obtidas sobre base topográfica a laser (LIDAR - Light Detection And Ranging). Esta base topográfica foi também utilizada para avaliação das áreas alagadas à montante dos diques.

Conforme apresentado na figura anterior, perfil estrutural do dique, o conceito adotado inicialmente na concepção consiste em diques de pequeno porte e galgáveis, construído em blocos de enrocamento, cuja altura total é de 7 metros, sendo que a altura útil para o armazenamento dos sedimentos seria de 5 metros e os outros 2 metros para o amortecimento de cheias.

A área alagada formada pelo espelho d'água no reservatório está compreendida na elevação da soleira, ou seja, na cota de início do vertimento do vertedouro. Nesta etapa do projeto, foram consideradas desprezíveis as informações de velocidade do curso de água, nos pontos sugeridos para locação dos diques, dado a relevância com relação à extensão das áreas alagadas.

A partir dos locais sugeridos para implantação dos diques e considerando as premissas do conceito inicial, foram então calculados os respectivos volumes para armazenamento dos sedimentos adotando como referência a base topográfica LIDAR. A rotina de cálculo do volume consiste no processamento dos dados de topografia com as informações complementares de caracterização dos diques, através do software AutoCAD Civil. Neste software, é construída uma superfície para trabalho e em seguida é inserido os dados de locação e geometria do dique. Feito isso, é indicado a faixa para cálculo do volume útil, compreendido no intervalo de elevações entre o fundo do rio e a cota definida para a soleira do vertedouro, conforme apresentado na figura 15, a seguir, e como resultado são extraídos os dados para construção das respectivas curvas cota-área-volume.

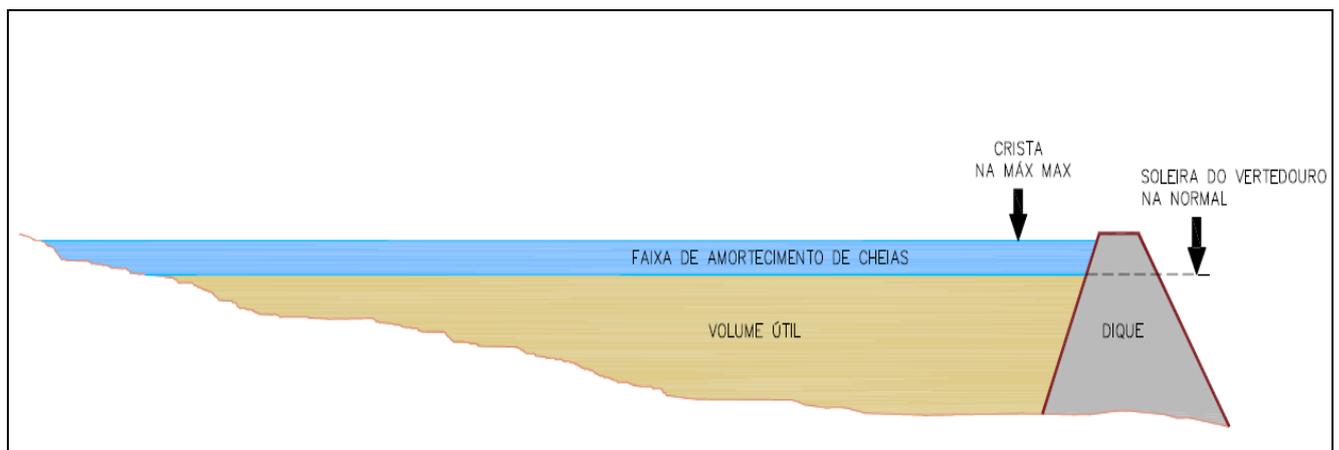


Figura 15: Seção transversal típica.

A seguir são apresentadas as curvas cota-área-volume para as 09 (nove) áreas sugeridas para implantação dos diques de contenção de sedimentos.

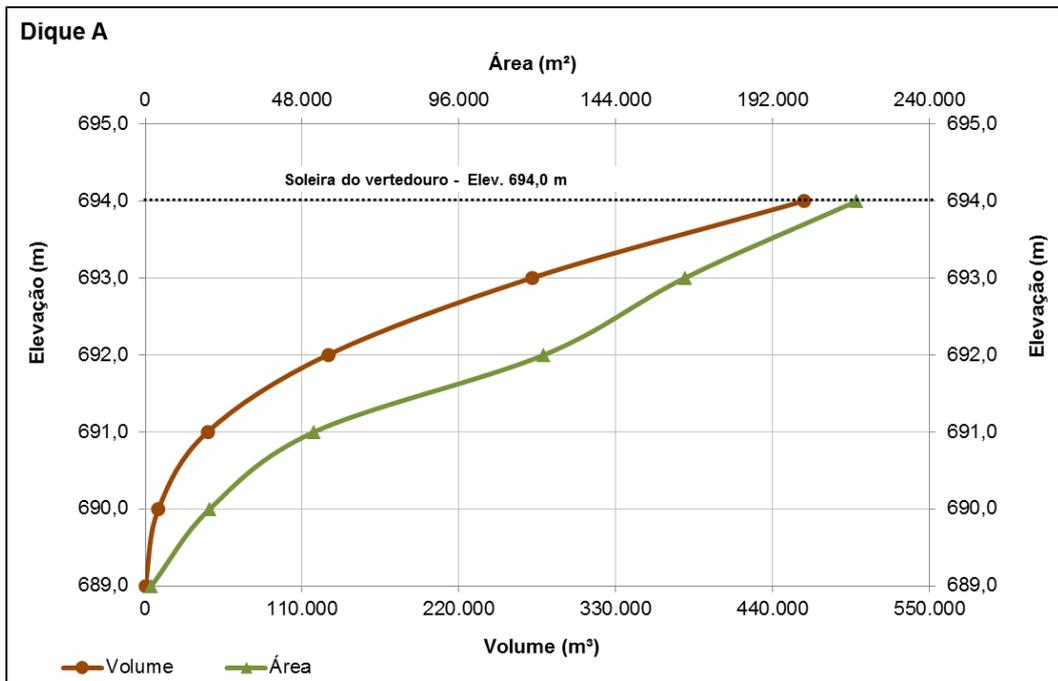


Figura 16: Curva cota-área para Dique A

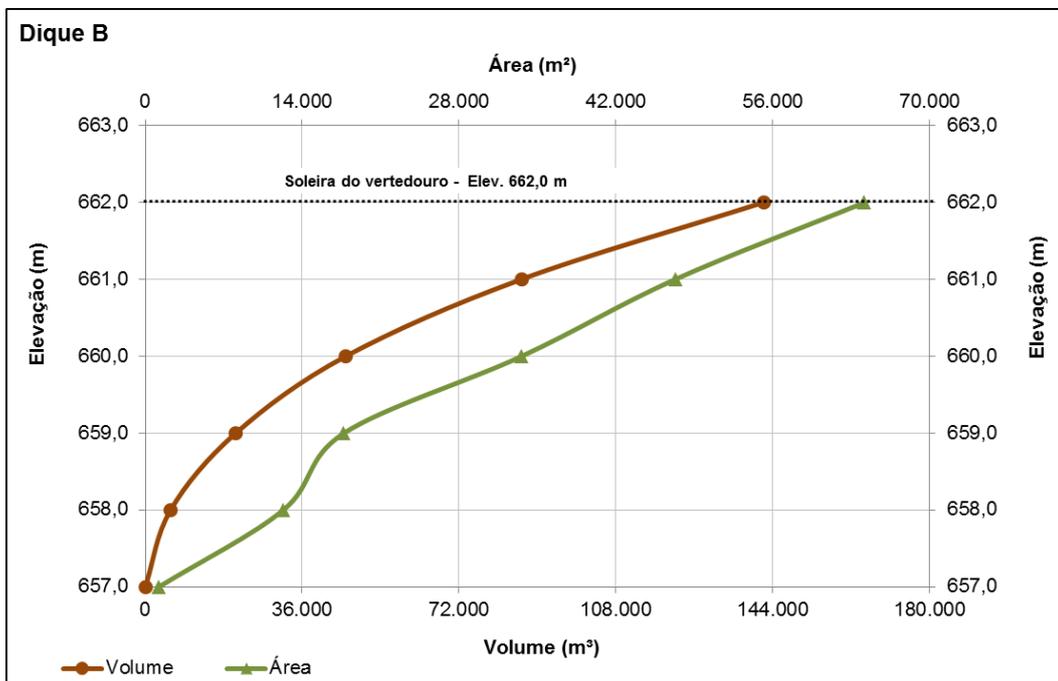


Figura 17: Curva cota-área para Dique B

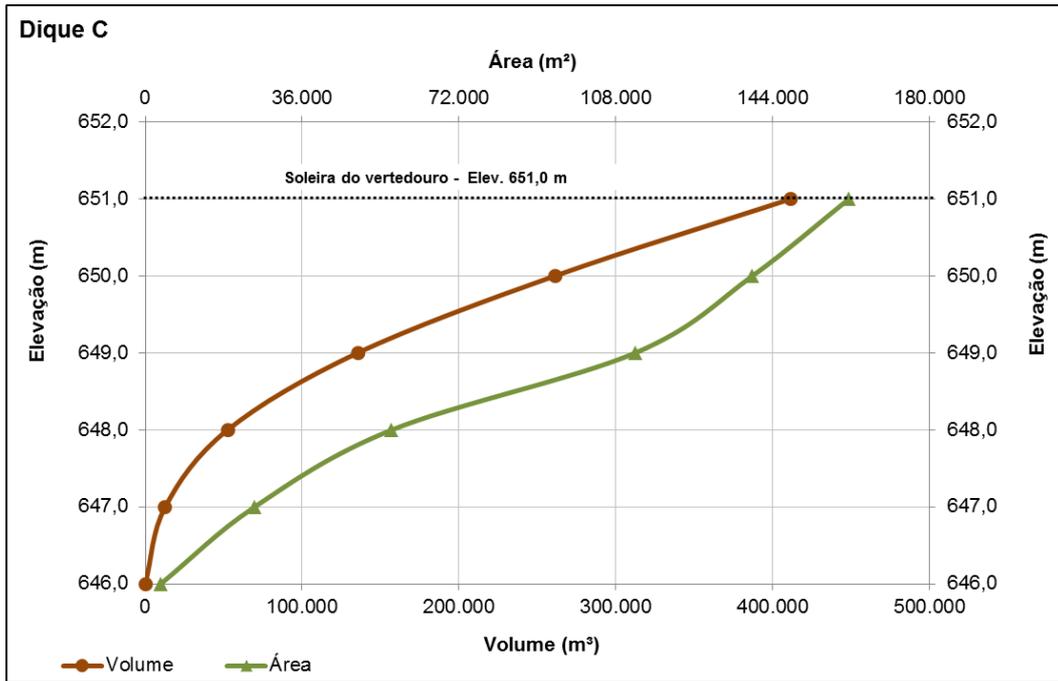


Figura 18: Curva cota-área para Dique C

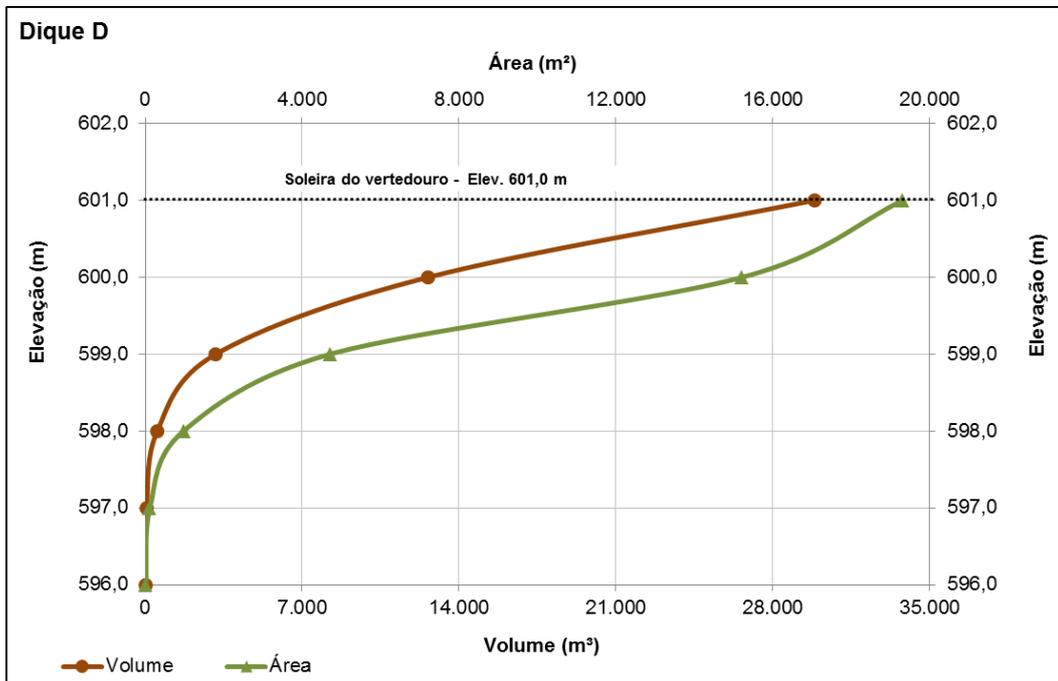


Figura 19: Curva cota-área para Dique D

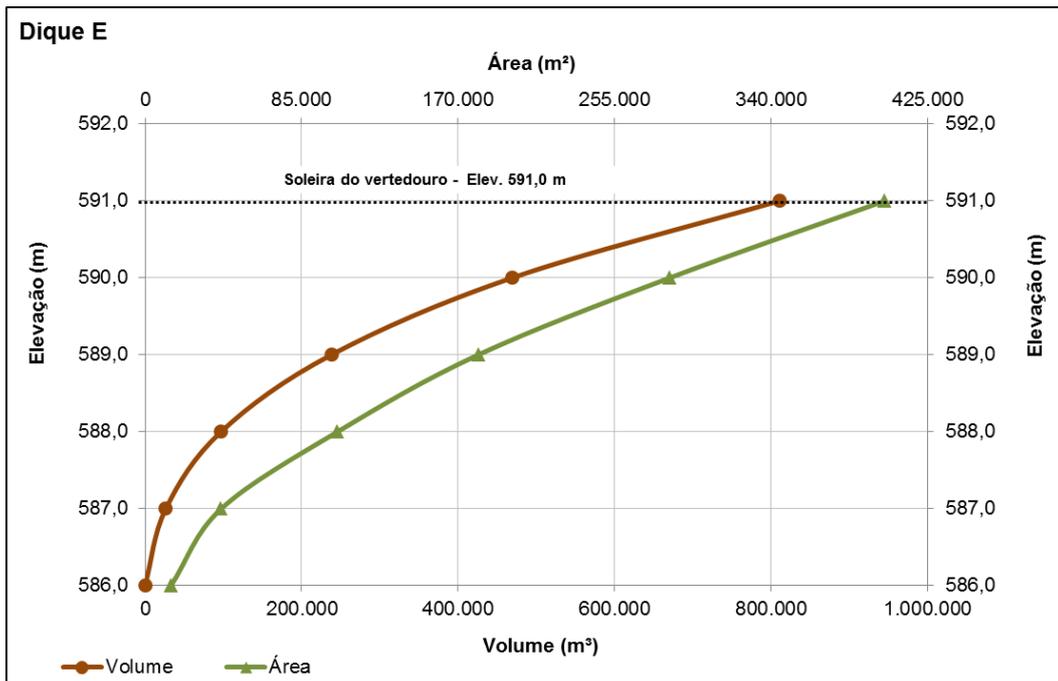


Figura 20: Curva cota-área para Dique E

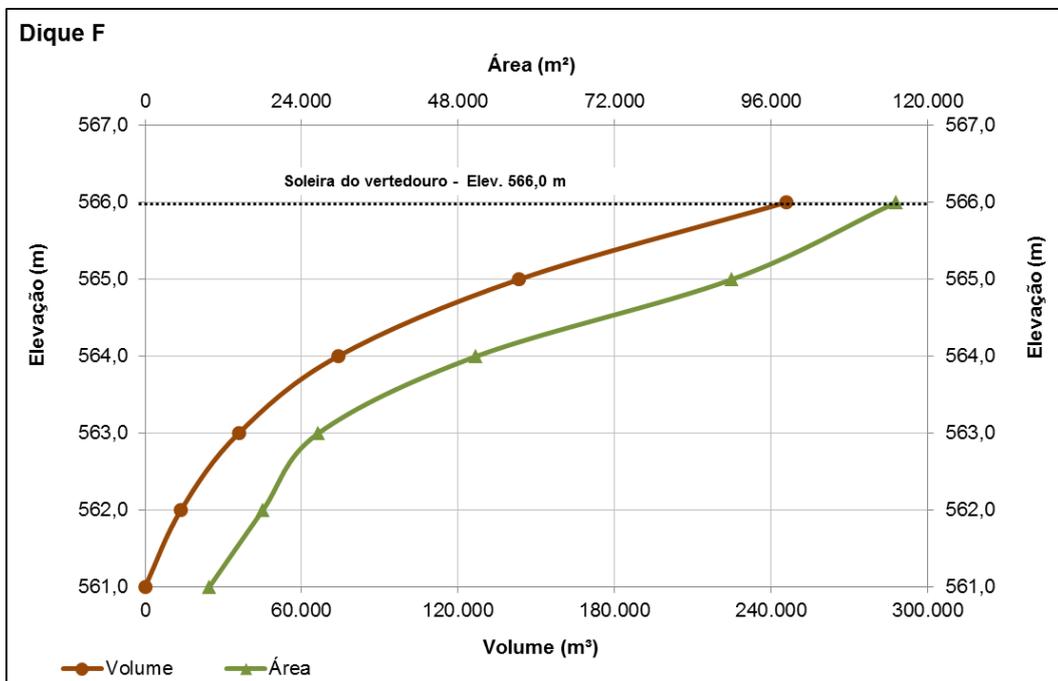


Figura 21: Curva cota-área para Dique F

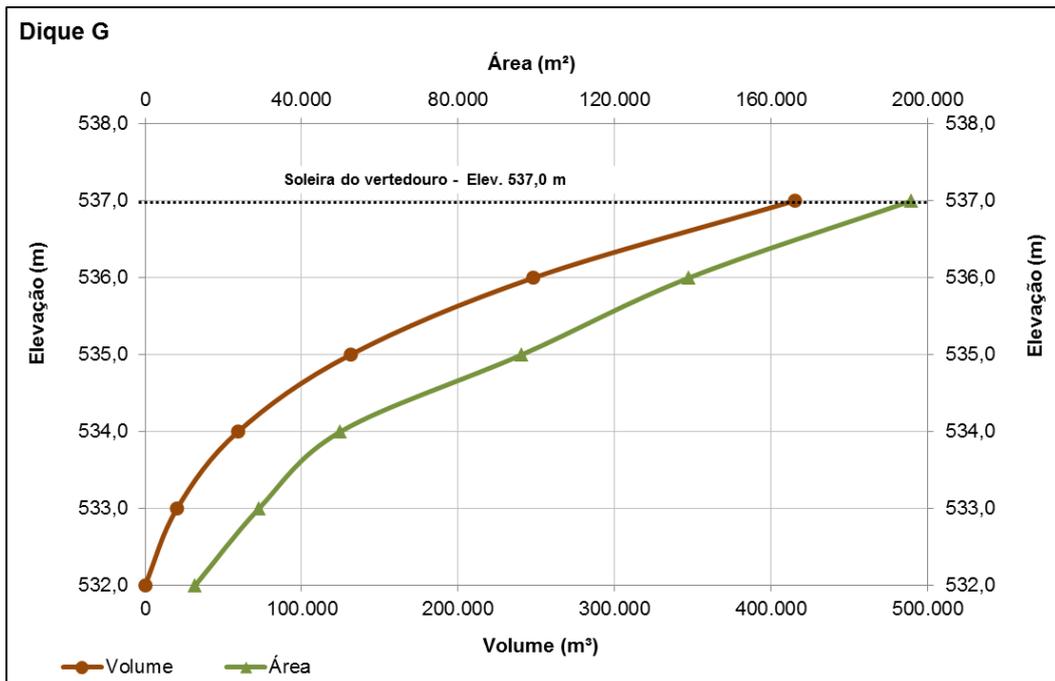


Figura 22: Curva cota-área para Dique G

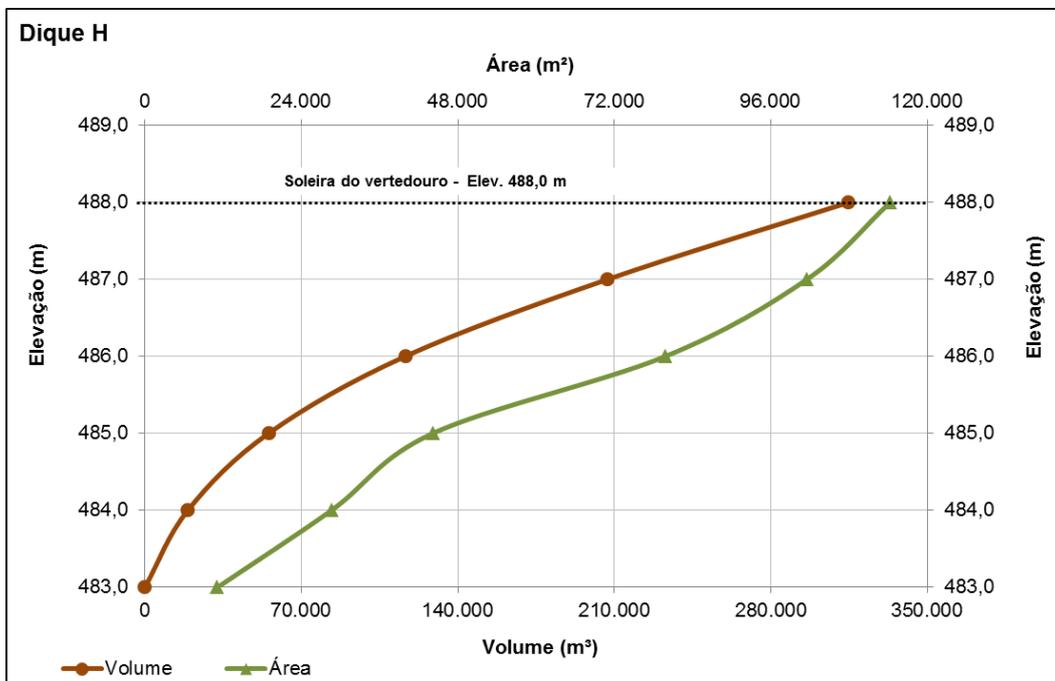


Figura 23: Curva cota-área para Dique H

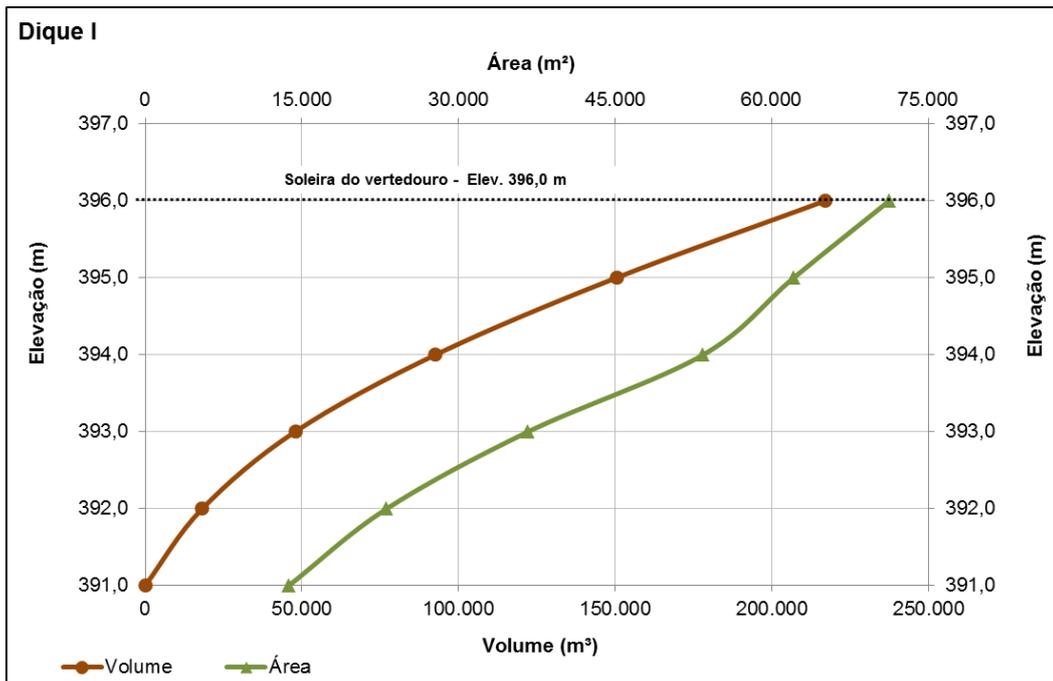
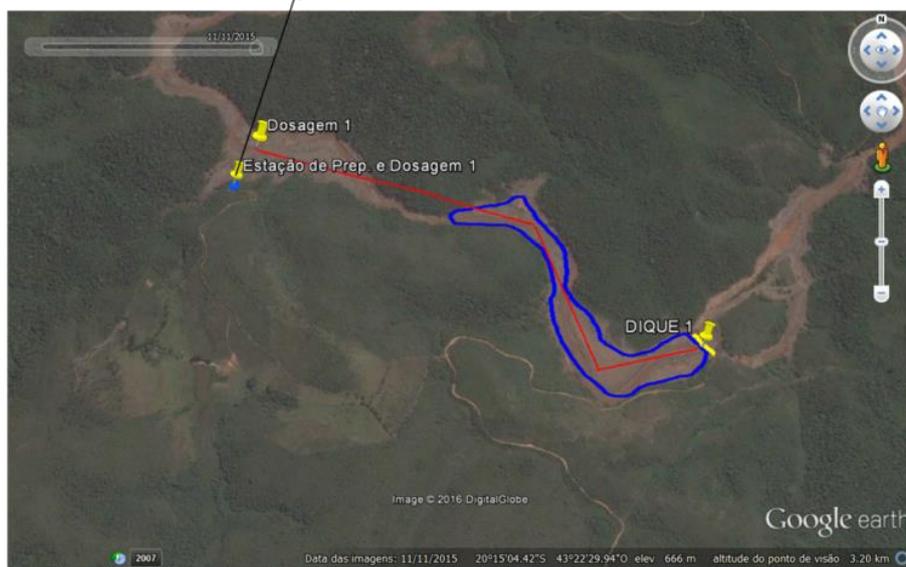


Figura 24: Curva cota-área para Dique I

5.4. DEFINIÇÕES SOBRE OS PONTOS DE DOSAGEM

Os prováveis pontos de dosagens de coagulantes na calha do rio, antecedendo a uma correnteza (gradiente hidráulico) para homogeneização/mistura dos reagentes e aumento de sua eficiência, são apresentados nas seguintes figuras 13 a 15.

Estação de preparação/dosagem de reagentes # 1 (20°15'16,6"S / 43°22'16,82"O)
(X UTM 7759498,13 / Y UTM 670109,02)



DISTÂNCIA APROXIMADA DA DOSAGEM ATÉ O DIQUE 1 = 2,0 km

Figura 25: Área para a Dosagem 01



Figura 26: Área para a Dosagem 02



Figura 27: Área para a Dosagem 02



5.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS POSSÍVEIS LOCAIS PARA DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS

As áreas para disposição final de rejeitos atenderá a demanda para armazenamento final dos materiais sedimentados dentro dos reservatórios dos diques, que serão instalados ao longo do rio do Gualaxo do Norte, que faz parte da solução para adequação da qualidade da água.

O método a ser empregado para a realização das limpezas dos reservatórios ainda será definida na fase de consolidação dos estudos básicos, em função das definições a cerca da periodicidade e volumes acumulados nos diques.

Inicialmente, a busca por áreas potenciais para a disposição dos sedimentos foi feita realizada através de pesquisas pelo Google Earth, e em seguida, através de visitas técnicas de campo realizadas nos locais previamente selecionados.

As principais premissas assumidas para auxiliar na escolha das áreas para disposição de final de rejeitos estão destacadas a seguir.

- Priorizar áreas de propriedade Samarco;
- Proximidade com os locais de instalação dos diques;
- Proximidade a acessos;
- Locais com baixo potencial de impacto ambiental (supressão vegetal);
- Interface com proprietários;
- Interferências com estruturas e/ou projetos existentes.

6. CLASSIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS LOCAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE DIQUES

Uma vez que já foram definidos os critérios para a análise e qualificação dos locais para a construção de diques e estudados os pontos de dosagem, locais para a deposição de rejeitos, os acessos, bem como realizada a avaliação de riscos, pode-se agora, a partir de uma visão mais ampla dos fatores que influenciam o projeto, classificar e qualificar os locais para a construção dos diques.

Conforme já mencionado, os critérios definidos para analisar e qualificar os locais para a construção dos diques são:

1. Acessos adequados à área para construção
2. Impedimento Jurídico
3. Dimensão alagável
4. Construtibilidade
5. Complexidade de Engenharia
6. Impacto socioambiental



7. Logística para retirada de rejeitos
8. Favorabilidade do ponto de dosagem

Para definir o grau de importância de cada critério, foi utilizada a metodologia AHP (Analytic Hierarchy Process).

6.1. AHP - Analytic Hierarchy Process

Pode-se considerar o Analytic Hierarchy Process (AHP) como uma técnica estruturada para apoio à tomada de decisão em ambientes complexos em que diversos critérios são considerados para a priorização e seleção de alternativas ou projetos.

É uma ferramenta muito útil para priorizar e selecionar alternativas, como por exemplo, a necessidade deste projeto de julgar as opções de locais levantadas para a construção de diques ao longo do rio Gualaxo do Norte.

O AHP foi desenvolvido na década de 1970 por Thomas L. Saaty e foi extensivamente estudado a partir dessa época. Atualmente é aplicado para a tomada de decisão em diversos cenários em que pessoas trabalham em conjunto para tomar decisões e onde percepções humanas, julgamentos e consequências possuem repercussão de longo prazo (BHUSHAN; RAI, 2004).

Basicamente, o resultado prático da aplicação da técnica AHP é a redução do fator empírico comumente usado pelas pessoas para definir o grau de importância de critérios a serem utilizados para a comparação entre soluções distintas para determinado problema. Assim, após a aplicação da técnica AHP, tem-se o peso ou a importância de cada critério estabelecido para que a solução desejada seja atingida, ou seja, determina-se matematicamente a “probabilidade” numérica de cada uma das alternativas tem de atender a meta estabelecida.

Para maiores detalhes técnicos da ferramenta, sugere-se a bibliografia:

https://en.wikipedia.org/wiki/Analytic_hierarchy_process

6.2. Aplicação da AHP

A primeira etapa para a aplicação da técnica consiste em desenvolver uma tabela ou matriz, como por exemplo, a demonstrada na tabela 01, para tornar possível a comparação par-a-par entre todos os critérios definidos.

Para exemplificar, temos na primeira comparação o critério da coluna A (acessos adequados à área para construção) versus o critério da coluna B (impedimento jurídico). Neste caso, o consenso da equipe julgadora foi de que o critério A tem o mesmo grau de importância que o critério B, daí o valor 01 na coluna “scale”. Já, na segunda comparação, o critério da coluna B (dimensão alagável) foi considerado mais importante (nota 3, numa escala de 1 a 9) que o critério da coluna A (acessos adequados à área para construção).

Após o término de todas as comparações, o algoritmo determina a importância de cada critério e o grau de “consistência” do julgamento. A consistência do julgamento é um importante fator a ser

observado pela equipe, uma vez que este índice verifica se houve alinhamento entre os julgamentos dos critérios, devendo este índice ser menor que 10%.

Para um melhor entendimento do que é verificado pelo grau de consistência, tem-se, por exemplo, a seguinte situação: SE o critério 1 é mais importante que o critério 2, e SE o critério 2 é mais importante que o critério 3, ENTÃO ESPERA-SE QUE critério 1 seja mais importante que o critério 3.

Na tabela 02 tem os resultados do grau de consistência do julgamento e os pesos ou grau de importância de cada critério avaliado para a classificação dos locais de construção dos diques.

Criteria		more important ?	Scale
i	j	A or B	(1-9)
1	2	A	1
1	3	B	3
1	4	A	1
1	5	A	3
1	6	A	3
1	7	A	1
1	8	A	3
2	3	B	3
2	4	B	2
2	5	B	1
2	6	A	2
2	7	A	2
2	8	A	3
3	4	A	3
3	5	A	3
3	6	A	1
3	7	A	1
3	8	A	5
4	5	A	3
4	6	A	3
4	7	A	1
4	8	A	1
5	6	A	1
5	7	B	1
5	8	A	3
6	7	A	1
6	8	A	3
7	8	A	3

Tabela 01: Comparação par-a-par dos critérios para a classificação dos Diques

Criterion	Comment	Weights	Rk
1 Acessos adequados à área para construção		14,47%	3
2 Impedimento Jurídico		12,03%	4
3 Dimensão alagável		24,53%	1
4 Construtibilidade		14,73%	2
5 Complexidade Engenharia		8,30%	7
6 Impacto socioambiental		9,46%	6
7 Logística para retirada de rejeitos		11,64%	5
8 Favorabilidade do ponto de dosagem		4,84%	8

Consistency Ratio	9,2%
--------------------------	-------------

Tabela 02: Resultados da aplicação da técnica AHP

6.3. Classificação e Qualificação dos Diques

Inicialmente, definiu-se que cada local estudado para construção dos diques receberia nota de 0(zero) a 5(cinco) em cada critério. Caso haja alguma uma nota “zero” em algum critério, significa que há impedimento e restrição ou o custo/benefício é alto para a construção do dique no local.

Na tabela 03 tem-se o resultado da avaliação dos locais para a construção dos diques segundo os critérios definidos anteriormente.

AVALIAÇÃO DOS LOCAIS PARA A CONSTRUÇÃO DOS DIQUES SEGUNDO OS CRITÉRIOS DEFINIDOS - NOTAS INDIVIDUAIS										
CRITÉRIOS	% IMPORTÂNCIA (FONTE AHP)	PONTUAÇÃO								
		DIQUE A	DIQUE B	DIQUE C	DIQUE D	DIQUE E	DIQUE F	DIQUE G	DIQUE H	DIQUE I
Acessos adequados à área para construção	14,47	0	0	2	2	4	4	5	3	4
Impedimento jurídico / físico	12,03	3	3	5	3	3	0	3	0	3
Volume alagável	24,53	4	1	4	0	5	2	4	3	2
Construtibilidade	14,73	1	1	5	4	5	3	4	5	5
Complexidade engenharia	8,30	1	1	3	3	3	3	3	2	1
Impacto socio e ambiental	9,46	3	5	5	5	5	5	0	3	3
Logística para retirada de rejeitos	11,64	0	0	3	1	5	1	1	1	3
Favorabilidade do ponto de dosagem	4,84	0	0	5	5	5	1	1	5	1

Tabela 03: Resultados da avaliação dos locais para construção dos diques

Para servir de base para a determinação da notas, foi definido que as mesmas deveriam seguir as seguintes regras:

- Critério: Acessos adequados à área para construção

Nota 0: não há acesso e é complexo construir (investimento alto e impacto ambiental)

Nota 1: o acesso é precário, necessitando grandes adequações.

Nota 2: o acesso é precário, necessitando pequenas adequações.

Nota 3: o acesso é adequado, necessitando de melhorias.

Nota 4: o acesso é de estrada de chão com largura, leira e raio de curvatura adequados.

Nota 5: o acesso é de asfalto com largura, leira e raio de curvatura adequados.

- Critério: Impedimento jurídico / físico

Nota 0: o proprietário da área de construção do dique está em litígio com a Samarco e/ou a área alagada atinge a faixa de servidão dos minerodutos.

Nota 3: é possível haver negociação com o proprietário da área de construção do dique.

Nota 5: a área de construção do dique pertence à Samarco.

- Critério: Dimensão alagável

Nota 0: volume alagável estimado menor que 50.000m³

Nota 1: volume alagável estimado maior ou igual a 50.000m³ e menor que 200.000m³

Nota 2: volume alagável estimado maior ou igual a 200.000m³ e menor que 299.000m³

Nota 3: volume alagável estimado maior ou igual a 300.000m³ e menor que 399.000m³

Nota 4: volume alagável estimado maior ou igual a 400.000m³ e menor que 499.000m³

Nota 5: volume alagável estimado maior ou igual a 499.000m³

- Critério: Construtibilidade

Nota 1: a execução da obra no local requer alta complexidade.

Nota 3: a execução da obra no local requer média complexidade.

Nota 5: a execução da obra no local requer baixa complexidade.

- Critério: Complexidade de engenharia

Nota 1: a engenharia do projeto do dique no local será de alta complexidade.

Nota 3: a engenharia do projeto do dique no local será de média complexidade.

Nota 5: a engenharia do projeto do dique no local será de baixa complexidade.

- Critério: Impacto socioambiental

Nota 0: há restrição para a construção do dique no local, uma vez que no entorno há muito trânsito da comunidade.

Nota 1: a área de alagamento atingirá além da área já impactada, havendo residências e/ou fazendas nas proximidades.

Nota 3: a área de alagamento atingirá além da área impactada e/ou afetará os acessos próximos.

Nota 5: a área de alagamento ficará limitada à área já impactada.

- Critério: Logística para retirada de rejeitos

Foi criada uma tabela para ponderar dois fatores: (a) distância entre a área de deposição de rejeitos e a área de disposição final de rejeitos, com peso de 80% devido ao fator custo de deslocamento ser considerado muito importante e (b) condições dos acessos entre estas duas áreas, com peso de 20%.

Para o fator “a”, quanto maior a distância, menor a nota atribuída e para o fator “b” foram usadas as mesmas notas definidas para o critério “acessos adequados à área para construção”.

Após a atribuição das notas e ponderação, foram atribuídas as notas finais conforme:

Nota 0: nota ponderada com valor menor que 1(um).

Nota 1: nota ponderada com valor maior ou igual a 1(um) e menor que 2(dois).

Nota 3: nota ponderada com valor maior ou igual a 2(um) e menor que 5(cinco).

Nota 5: nota ponderada com valor maior ou igual a 5(cinco).

- Critério: Favorabilidade do ponto de dosagem

Nota 0: não há área à montante do local para a construção do dique favorável para a instalação de ponto de dosagem.

Nota 1: a área à montante do local para a construção do dique tem favorabilidade baixa para a instalação de ponto de dosagem.

Nota 3: a área à montante do local para a construção do dique tem favorabilidade média para a instalação de ponto de dosagem.

Nota 5: a área à montante do local para a construção do dique tem favorabilidade alta para a instalação de ponto de dosagem.

Na tabela 04 tem-se o resultado ponderado das notas de cada local para construção dos diques, resultando na recomendação de 03(três) locais. Estes locais serão validados posteriormente durante o desenvolvimento da engenharia básica.

PONDERAÇÃO DE NOTAS SEGUNDO OS PESOS DOS CRITÉRIOS - CLASSIFICAÇÃO FINAL										
CRITÉRIOS	% IMPORTÂNCIA (FONTE AHP)	DIQUE A	DIQUE B	DIQUE C	DIQUE D	DIQUE E	DIQUE F	DIQUE G	DIQUE H	DIQUE I
Acessos adequados à área para construção	14,47	0,000	0,000	28,940	28,940	57,880	57,880	72,350	43,410	57,880
Impedimento jurídico / físico	12,03	36,090	36,090	60,150	36,090	36,090	0,000	36,090	0,000	36,090
Volume alagável	24,53	98,120	24,530	98,120	0,000	122,650	49,060	98,120	73,590	49,060
Construtibilidade	14,73	14,730	14,730	73,650	58,920	73,650	44,190	58,920	73,650	73,650
Complexidade engenharia	8,30	8,300	8,300	24,900	24,900	24,900	24,900	24,900	16,600	8,300
Impacto socio e ambiental	9,46	28,380	47,300	47,300	47,300	47,300	47,300	0,000	28,380	28,380
Logística para retirada de rejeitos	11,64	0,000	0,000	34,920	11,640	58,200	11,640	11,640	11,640	34,920
Favorabilidade do ponto de dosagem	4,84	0,000	0,000	24,200	24,200	24,200	4,840	4,840	24,200	4,840
SOMA	185,620	130,950	392,180	231,990	444,870	239,810	306,860	271,470	293,120	
HÁ RESTRIÇÃO?		SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO
CLASSIFICAÇÃO FINAL		0	0	392,18	0	444,87	0	0	0	293,12

Tabela 04: Resultados da avaliação dos locais para construção dos diques

Estes três locais serão, a partir de agora, denominados:

- Dique C: Dique GD1 (Gualaxo Dique 01).
- Dique E: Dique GD2 (Gualaxo Dique 02).
- Dique I: Dique GD3 (Gualaxo Dique 03).

7. INFORMAÇÕES ADICIONAIS SOBRE AS ÁREAS DOS DIQUES CLASSIFICADOS

7.1. Pontos de dosagem

7.2. Locais para disposição final de rejeitos

Dado os estudos realizados e pesquisas elaboradas quanto à identificação e qualificação dos locais mais adequados para disposição final de rejeitos, foram definidas algumas opções para locação dos mesmos, conforme apresentado na figura 28, a seguir.

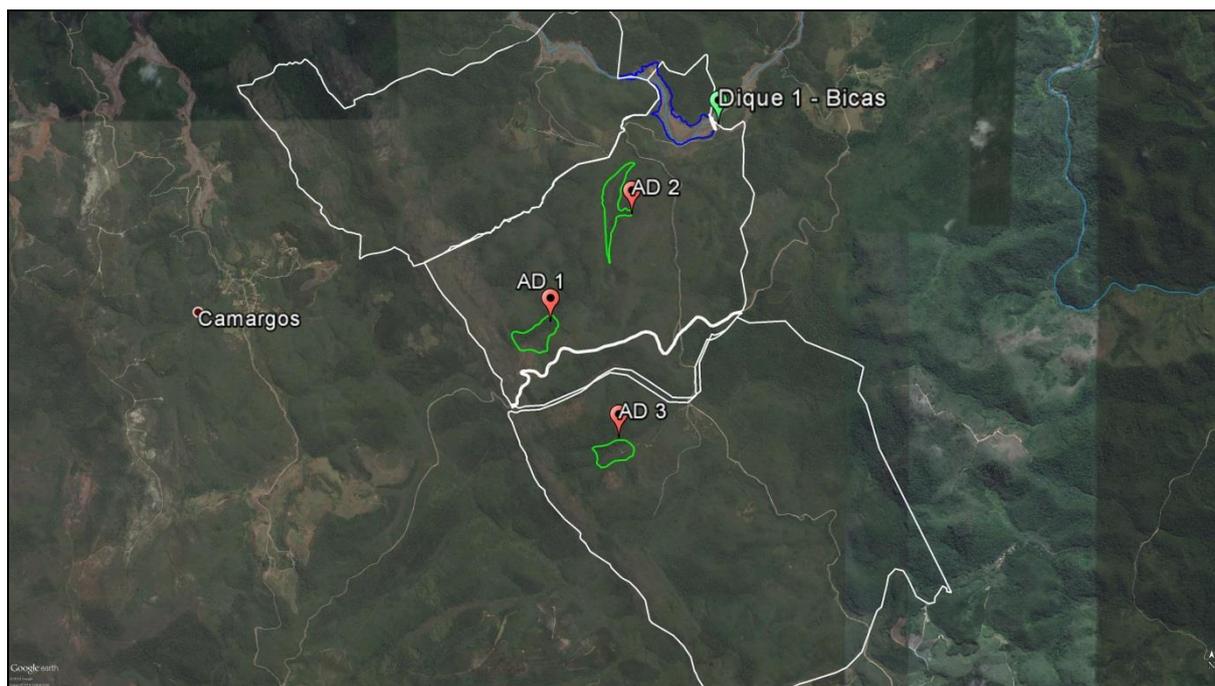


Figura 28: Áreas 01, 02 e 03 em estudo para a disposição de rejeitos

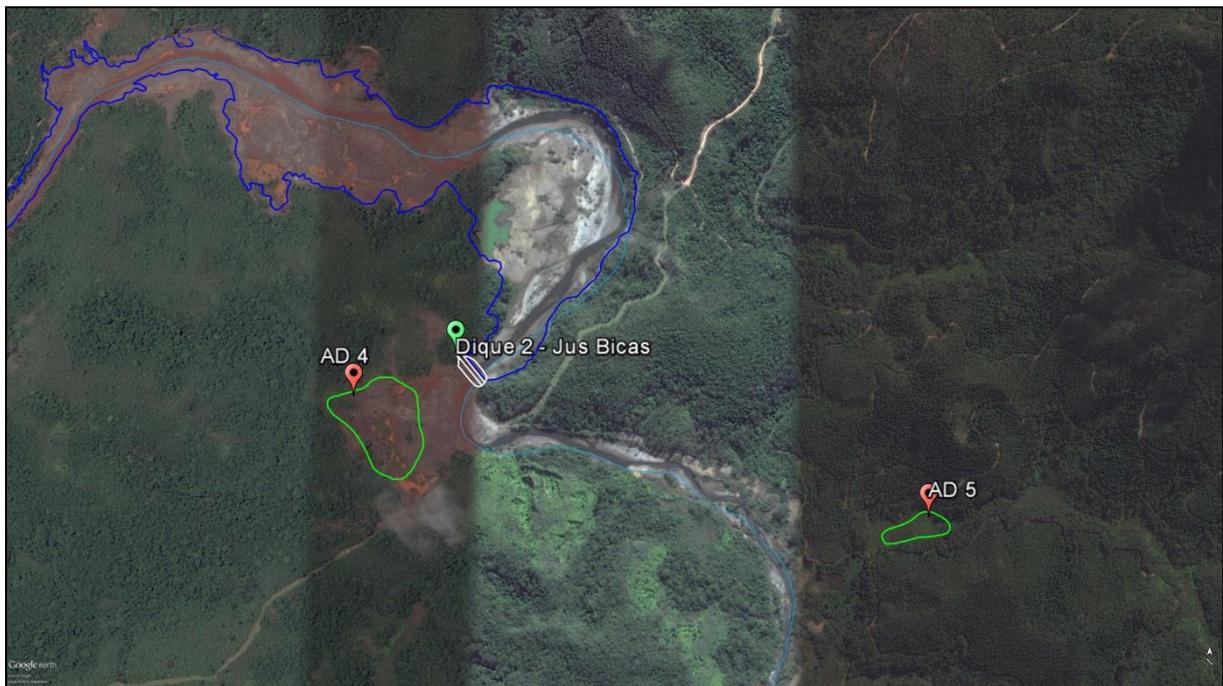


Figura 29: Área 04 e 05 em estudo para a disposição de rejeitos

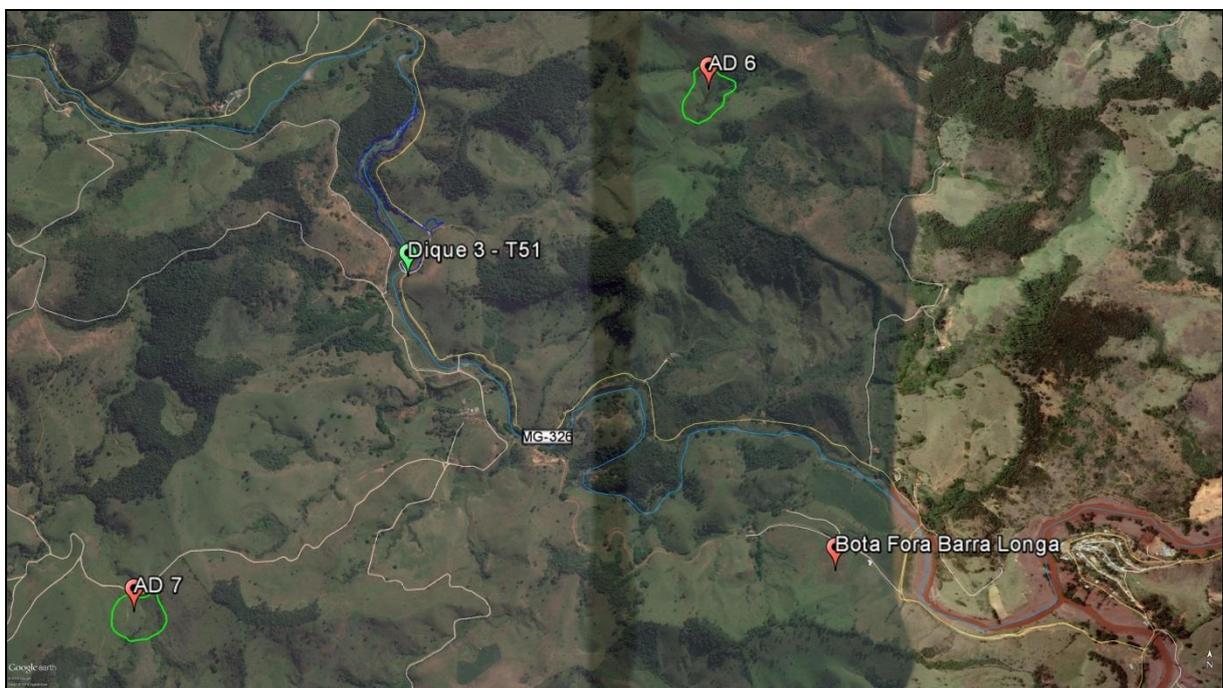


Figura 30: Áreas 06 e 07 em estudo para a disposição de rejeitos

7.3. Adequações necessárias aos acessos dos diques, dos pontos de dosagens e locais para disposição final de rejeitos.



As atividades previstas em relação aos acessos dos diques e pontos de dosagens são:

- Identificação da rota mais segura e de menor custo para o acesso aos pontos dos diques e sistemas de dosagens;
- Avaliação qualitativa dos acessos identificados;
- Quando necessário, garantir liberação ou autorização junto aos órgãos governamentais para uso dos acessos e/ou definição de horários de restrição para evitar interferências no uso comunitário;
- Planejar e executar as correções necessárias aos acessos;
- Garantir a manutenção dos acessos;
- Elaborar Plano de Comunicação e Segurança para utilização dos acessos.

8. RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalmente, estão também previstos os seguintes estudos no projeto básico:

- Elaboração da análise de riscos;
- Elaboração de estudos geotécnicos, geológicos, hidrológicos-hidráulicos e hidrossedimentológicos;
- Estudos de impactos ambientais complementares;
- Estrutura para transposição de peixes.

A contratação da engenharia básica/detalhada subsidiará, além do desenvolvimento dos projetos específicos dos diques, a elaboração dos documentos técnicos necessários à contratação das correspondentes obras civis de forma que sejam executadas ainda neste período de seca, planejando e programando execução de 3 (três) diques simultaneamente.

9. ANEXOS

No anexo 1, são apresentados os resultados de análises granulométricas (Mastersize) em 5 pontos ao longo do Gualaxo do Norte.



ANEXO 1.pptx

No anexo 2, são apresentados os resultados dos testes de laboratório realizados com amostras coletadas no Rio Gualaxo do Norte e Rio Doce no dia 27/01/2016, antes do início de operação do dique S3.



ANEXO 2.pptx

No anexo 3, são apresentados os resultados dos testes de laboratório realizados com amostras coletadas no Rio Gualaxo do Norte no dia 15/02/2016, antes do início de operação do dique S3; e amostras coletadas no Rio Gualaxo do Norte no dia 22/02/2016, após o início de operação do dique S3.



ANEXO 3.pptx