

GERMANO – GERAL

OBRAS EXTERNAS - SOBERBO

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS IMPACTADAS

RELATÓRIO DE CONSOLIDAÇÃO DE DADOS E PREMISSAS DE PROJETO


PROJETO EXECUTIVO

R E V I S Õ E S								
	0	EMIÇÃO INICIAL	B	07/02/17	LS	MA	LR	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 Luisa Sangiorgi	Verificado Mônica Aleixo	Aprovado Lucas Ribeiro	Liberado José Carlos Virgili	Data 07/02/2017	O.S. 4500173376
------------------------------	-----------------------------	---------------------------	---------------------------------	--------------------	--------------------

 ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	Nº WALM: WBH154-16-SAMC-RTE-0001	Rev.: 0	PÁGINA: 01/26
	Nº PROJETISTA II: -		

 SAMARCO MINERAÇÃO S.A. DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO		Nº SAMARCO: G006900-G-1RT076
---	--	--

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	DADOS FORNECIDOS	4
3.0	PREMISSAS BÁSICAS	6
4.0	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	8
5.0	ANÁLISE E COMPILAÇÃO DE DADOS.....	10

1.0 INTRODUÇÃO

O presente documento consiste no relatório de consolidação das informações e dados fornecidos pela SAMARCO MINERAÇÃO S.A., a serem analisados no âmbito do Projeto Executivo de recuperação de áreas impactadas ao longo do Rio Doce, na região de Soberbo, a montante da UHE Risoleta Neves.

Os estudos a serem desenvolvidos contemplam:

- Mapeamento das erosões existentes em determinados acessos da região;
- Recuperação de área de empréstimo, localizada no Setor 8, através da técnica de empilhamento de sedimentos desidratados e material de bota-fora;
- Recuperação do Setor 5, composto por 3 (três) bacias de decantação e clarificação de sedimentos (Bacia 5A, 5B e 5C), com avaliação geotécnica dos maciços;
- Recuperação de 2 (duas) áreas de bota-fora, localizadas no Setor 8, as quais serão escavadas para conformar bacias de contenção de sedimentos, fornecendo material para recuperação/empilhamento da área de empréstimo.

A recuperação das áreas impactadas visa estabilizar regiões específicas localizadas às margens do Rio Doce, com a finalidade de mobilizar os sedimentos que se encontram no reservatório da UHE Risoleta Neves, aumentando as condições de segurança atuais da região e permitindo que a usina retome sua operação.

O acesso à região, partindo-se de Belo Horizonte até a usina, pode ser realizado pela BR-356 e MG-262, conforme apresentado na Figura 1.1.

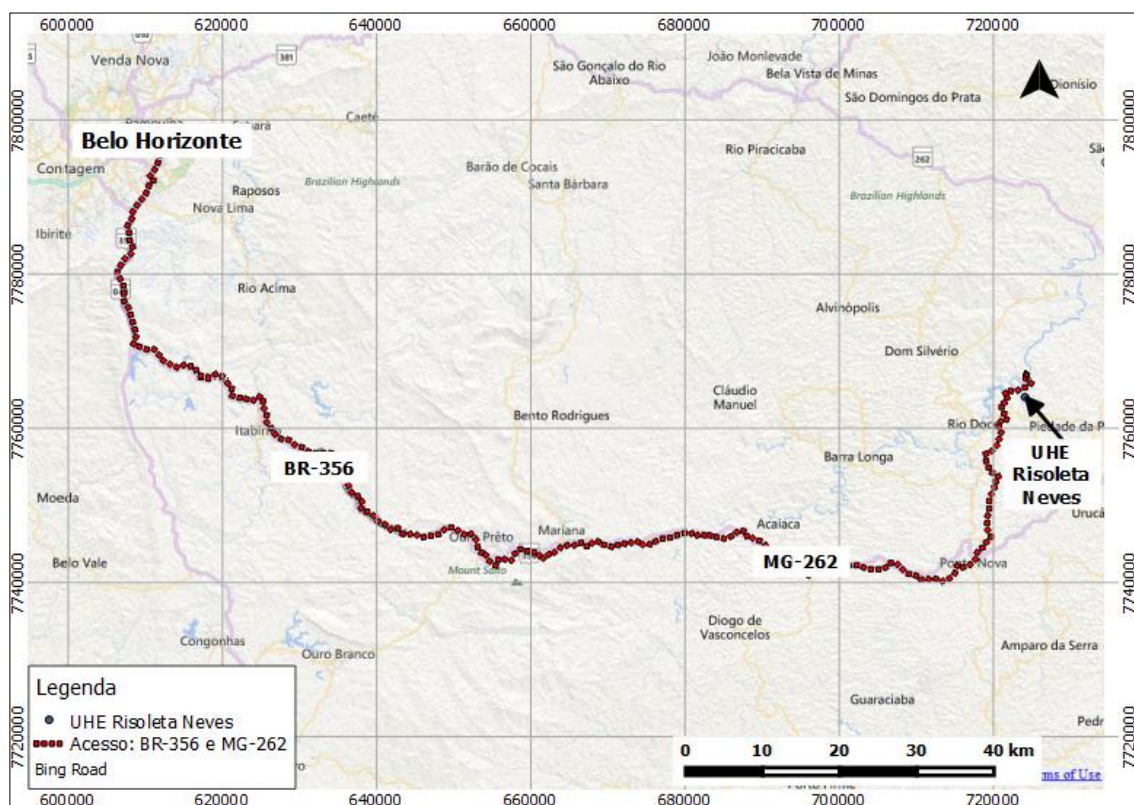


Figura 1.1 – Acesso à região de estudo

2.0 DADOS FORNECIDOS

Os documentos disponibilizados pela SAMARCO para o desenvolvimento dos estudos são listados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Lista de documentos disponibilizados pela SAMARCO

DOCUMENTO	DESCRIÇÃO
mapa de influencia.pdf	Planta de locação das áreas de estudo.
G006970-O-100001_R-01.pdf	Planta com imagem georreferenciada da área de estudo, proveniente de projeto elaborado pela SPEC Engenharia.
G006970-O-100001_R-01.DWG	
ORTO.jpg	
G006970-O-1RT003_R-01_Sondagens_UHE_Candongu.docx	Relatório de sondagens executadas nos acessos a UHE Risoleta Neves, elaborado pela GEOCONTROLE, em julho/2016.
Resumo Sondagem.xlsx	
G006980-K-100057_REV01.dwg	Levantamento planialtimétrico e imagem do Setor 8, contemplando a área de empréstimo a ser recuperada. Desenho elaborado pela ERG Engenharia, em fevereiro/2017.
G006980-K-100057_REV01.kmz	
G006980-K-100057_REV01.pdf	

DOCUMENTO	DESCRIÇÃO
G006980-K-100057.jpg	Levantamento planialtimétrico das Bacias A, B e C, localizadas no Setor 5, elaborado pela ERG Engenharia, em dezembro/2016.
G006980-K-100055_Rev02.dwg	
G006980-K-100055_Rev02.kmz	
G006980-K-100055_Rev02.pdf	
SETOR 5.jpg	
G006980-K-100018_Rev00.dwg	Levantamento topográfico das áreas de bota-fora, localizadas no Setor 8, elaborado pela ERG Engenharia, em fevereiro/2016, representando o primitivo da região.
G006980-K-100018_Rev00.kmz	
G006980-K-100018_Rev00-FL1.pdf	
G006980-K-100018_Rev00-FL2.pdf	
G006980-K-100018_Rev00-FL3.pdf	
G006980-K-100042-Rev07.dwg	Levantamento topográfico atualizado das áreas de bota-fora, localizadas no Setor 8, elaborado pela ERG Engenharia, em fevereiro/2016. Deve ser sobreposto ao primitivo G006980-K-100018_Rev00.
G006980-K-100042-Rev07.kmz	
Relatório -Geologia Soberbo_Área 8 1 - Junho-2016 (2).docx	Relatório de avaliação da geologia do Setor 8.1, elaborado pela SIGA GEO em julho/2016.
GEOLOGIA da Área de CANDONGA-SET-RELATÓRIO DE ATIVIDADES.docx	Relatório das atividades desenvolvidas por profissional da Empresa do GRUPO PRESTAR, para prestação de serviços de suporte em geologia e geotecnia para a SAMARCO, no período de julho a setembro de 2016.
G000000-K-100062.dwg	Levantamento topográfico dos acessos existentes, elaborado pela ERG Engenharia, em novembro/2016.
G000000-K-100062.jpg	
G000000-K-100062.kmz	
G000000-K-100062.pdf	
Mapa geral das sondagens.dwg	Planta geral das áreas de estudo, com locação de sondagens programadas e executadas no Setor 8.
G006900-O-1RS018_REV00.doc	Relatório de sondagem mistas SM-01, executada na área de empréstimo localizada no Setor 8. Documento elaborado pela FUGRO em janeiro/2017.
G006900-O-1RS019_REV00.doc	Relatório de sondagem mistas SM-02, executada na área de empréstimo localizada no Setor 8. Documento elaborado pela FUGRO em janeiro/2017.

DOCUMENTO	DESCRIÇÃO
G006900-O-1RS020_REV00.doc	Relatório de sondagem mistas SM-03, executada na área de empréstimo localizada no Setor 8. Documento elaborado pela FUGRO em janeiro/2017.
G006900-H-1RT001_R-03.pdf	Relatório de Análises Hidráulicas – Área 8 Velho Soberbo – Projeto Executivo, elaborado pela ALLONDA AMBIENTAL em dezembro/2016.
DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS G006900-C-1MC004_R-04.pdf	Relatório de Dimensionamento das Estacas e Ancoragens dos Barramentos A e B – Projeto Executivo, elaborado pela SPEC Engenharia em setembro/2016.
ESTUDO DE REMANSO G006900-O-1RT002_R-02.pdf	Relatório do Estudo de Remanso do reservatório da UHE Risoleta Neves – Projeto Executivo, elaborado pela SPEC Engenharia em fevereiro/2016.
ESTUDOS DE SEDIMENTOLOGIA G006900-O-1RT003_R-01.pdf	Relatório dos Estudo de Sedimentologia do reservatório da UHE Risoleta Neves – Projeto Executivo, elaborado pela SPEC Engenharia em setembro/2016.

3.0 PREMISSAS BÁSICAS

As premissas estabelecidas pela SAMARCO a serem adotadas para o desenvolvimento dos estudos são descritas a seguir:

- O sistema de coordenadas a ser adotado na elaboração dos desenhos é o SIRGAS 2000.
- Com relação ao projeto de recuperação dos acessos, deverá ser realizado mapeamento das erosões existentes nos taludes de acessos, com a finalidade de identificar os trechos mais críticos, classificando-os em 3 níveis de criticidade: baixa, média ou alta. Após identificação das anomalias, deverão ser selecionados em torno de 20 pontos críticos e propostas até 3 alternativas para tratamento dos problemas apontados. O estudo dessas alternativas não é objeto deste trabalho.
- Para a recuperação da área de empréstimo, deverá ser estudada codisposição, na forma de empilhamento, de sedimentos desaguados e material de bota-fora (estéril), visando maximizar o volume disposto de sedimentos. A geometria a ser adotada para o empilhamento é descrita a seguir:

- Inclinação taludes: 2H:1V
 - Largura bermas: 5,0 m
 - Altura bancos: 10,0 m
- A geometria final do empilhamento de sedimentos e material de bota-fora, a ser executado na área de empréstimo, bem como a geometria final das bacias do Setor 5, serão validadas através de análises de estabilidade, sendo os parâmetros de resistência provenientes da análise dos resultados de ensaios de laboratório, sondagens realizadas na área e da experiência prévia da equipe técnica da WALM Engenharia com materiais semelhantes.
 - Por se tratar de projeto de recuperação de áreas, os taludes das estruturas deverão ser avaliados seguindo-se as recomendações da norma técnica brasileira de estabilidade de taludes/encostas – NBR 11.682 (ABNT, 2009). A norma estabelece que o fator de segurança mínimo requerido para deslizamentos é obtido pelo cruzamento de uma matriz que envolve o nível desejado de segurança contra a perda de vidas humanas e o nível desejado de segurança contra danos de materiais e ambientais, conforme explicitado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Fatores de segurança mínimos para deslizamentos

Nível de segurança contra danos materiais e ambientais	Nível de segurança contra danos a vidas humanas		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

Para a área de empréstimo, bem como para o Setor 5 e para as duas regiões de bota-fora, tem-se:

- Nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas: como nas áreas de estudo há movimentação e permanência eventual de pessoas, os taludes são classificados em Nível Baixo;
- Nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais: como as áreas de estudo estão localizadas às margens do Rio Doce, a montante da UHE Risoleta Neves, os taludes são classificados em Nível Alto;

- Portanto, conforme a classificação dos níveis de segurança de taludes, estabelecidos pela NBR 11.682, o fator de segurança mínimo requerido para deslizamento dos taludes das estruturas em estudo deverá ser igual a 1,40.
- As análises de estabilidade serão elaboradas utilizando-se o programa Slide, versão 6.0, desenvolvido pela Rocscience, adotando-se o critério de ruptura de Mohr-Coulomb, e a teoria do equilíbrio limite pelo Método de GLE/Morgenstern-Price. Serão analisadas as condições de operação normal e crítica.
- No Setor 5, as Bacias 5A e 5B serão totalmente assoreadas pelo sedimento desidratado, enquanto a Bacia 5C deverá permanecer vazia, até a retomada e enchimento do reservatório UHE Risoleta Neves, entretanto, deverá ser realizada análise de rebaixamento rápido para o talude de jusante.
- As duas áreas de bota-fora e o Setor 5 serão totalmente submersos pelo Rio Doce, quando a UHE Risoleta Neves retomar a operação. Com relação à área de empréstimo, esta ficará parcialmente submersa, sendo considerado que o NA normal do reservatório será na elevação 327,5.
- As proteções superficiais a serem adotadas para as áreas de estudo deverão levar em consideração a inclinação das superfícies com relação à inclinação natural do leito do Rio Doce. Dessa maneira, regiões que apresentarem inclinações iguais ou inferiores ao leito natural do rio Doce não necessitarão de tratamentos especiais de revestimentos.

4.0 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Ao longo do Rio Doce, a montante da UHE Risoleta Neves, estão depositados sedimentos provenientes do beneficiamento de minério de ferro. Dessa maneira, para que a usina possa retomar suas operações, é necessário remover este material, dispondo-o, de maneira segura, em regiões pré-estabelecidas pela SAMARCO.

Este projeto faz parte dos trabalhos, em desenvolvimento na SAMARCO, que visam remover 1,6 Mm³ de sedimentos da região do reservatório da UHE compreendida em 400,0 m a partir da crista da barragem. Para viabilizar estes trabalhos, serão desenvolvidos estudos de recuperação de áreas impactadas ao longo do Rio Doce, os quais são explicitados a seguir:

1. Mapeamento das erosões dos acessos

As erosões existentes nos acessos da região deverão ser mapeadas e classificadas quanto ao nível de criticidade: alto, médio ou baixo. Posteriormente, deverão ser selecionadas as 20 anomalias consideradas mais críticas, e propostas alternativas de soluções para recuperação das mesmas.

2. Recuperação de área de empréstimo

A área de empréstimo, localizada no Setor 8, deverá ser recuperada através da técnica de empilhamento de sedimentos e estéril, maximizando o volume de sedimentos.

O estéril é proveniente de regiões de bota-fora, também localizadas no Setor 8 e os sedimentos são oriundos do leito do Rio Doce, devendo ser previamente desidratados.

A estrutura poderá ficar parcialmente submersa pelo rio após a retomada de operação da usina, e seus taludes deverão ser protegidos superficialmente adotando-se técnicas de bioengenharia.

3. Recuperação do Setor 5

O Setor 5 é composto por 3 (três) bacias de decantação e clarificação de sedimentos: Bacia 5A, Bacia 5B e Bacia 5C. As bacias 5A e 5B foram executadas a partir de escavações no terreno natural, e a Bacia 5C apresenta aterro lançado sem controle de compactação.

As bacias 5A e 5B serão completamente assoreadas pelos sedimentos desidratados, enquanto a Bacia 5C permanecerá vazia. Após a normalização do funcionamento da UHE, as três bacias ficarão completamente submersas pelo rio.

Portanto, os estudos contemplam avaliação geotécnica do maciço da Bacia 5C, e implantação de proteção superficial das três bacias do Setor. Ressalta-se que o tipo de proteção a ser adotado irá variar com a inclinação da superfície, em relação à inclinação natural do leito do Rio Doce.

4. Recuperação de áreas de bota-fora

As áreas de bota-fora, localizadas no Setor 8, serão escavadas, e seu material lançado no empilhamento a ser realizado na área de empréstimo, conforme explicitado no item 2.

Posteriormente à regularização do terreno, algumas regiões serão escavadas, a fim de conformar bacias de contenção de sedimentos desidratados, oriundos do leito do rio. O material resultante das escavações também será empilhado na área de empréstimo.

Deverão ser estudadas as melhores locações, bem como a geometria das bacias a serem escavadas. Após assoreadas, as bacias deverão ser protegidas superficialmente, considerando que toda a região dos botas-foras ficará submersa pelo rio, após retomada de operação da UHE Risoleta Neves.

A localização das áreas de estudo pode ser observada na Figura 4.1.



Figura 4.1 – Localização das áreas de estudo

5.0 ANÁLISE E COMPILAÇÃO DE DADOS



A seguir é apresentada a descrição dos documentos fornecidos pela SAMARCO, os quais irão auxiliar o desenvolvimento dos estudos.

- Mapa de Influência - SAMARCO

Foi fornecida planta de localização das regiões envolvidas no projeto, com demarcação das áreas de influência direta e indireta da SAMARCO. A planta está representada por imagem aérea da região, e o documento encontra-se em formato *.pdf*.

- Projeto Executivo – SPEC ENGENHARIA

Foi disponibilizado desenho, em *.dwg* e *.pdf*, referente ao projeto executivo dos diques intermediários, elaborado pela SPEC Engenharia, em março de 2016. O desenho consiste na planta de locação de

 DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO		-	nº SAMARCO G006900-G-1RT076	rev. 0	página nº 11
--	--	---	--------------------------------	-----------	-----------------

investigações geológico-geotécnicas localizadas no eixo do Dique A (Barramento A) e no eixo do Dique B (Barramento B).

Segundo este desenho, foram executadas 7 (sete) sondagens mistas no eixo do Dique A, e 5 (cinco) sondagens mistas no eixo do Dique B.

Além do desenho, foi disponibilizado arquivo *.jpeg* com imagem georreferenciada da região.

- Topografia Área de empréstimo – ERG Engenharia

Foi disponibilizado desenho, em *.dwg*, *.pdf* e *.kmz*, contendo levantamento planialtimétrico do Setor 8.0, no sistema de coordenadas SIRGAS 2000 (23S), elaborado pela ERG Engenharia em fevereiro de 2017.

O levantamento abrange apenas a região correspondente à área de empréstimo a ser recuperada, e no desenho são informadas as locações de 03 (três) sondagens mistas executadas na região. Juntamente com o levantamento, foi enviada imagem aérea da região.

A topografia fornecida embasará o projeto do empilhamento de sedimentos desidratados e material de bota-fora, a ser executado na área de empréstimo.

- Topografia Setor 5 – ERG Engenharia

Foi fornecido o levantamento topográfico do Setor 5, contemplando as bacias de contenção e clarificação de sedimentos 5A, 5B e 5C, elaborado pela ERG Engenharia em dezembro/2016, no sistema de coordenadas SIRGAS 2000 (23S).

Dentre os arquivos disponibilizados, encontra-se desenho em *dwg* e *.pdf*, bem como imagem aérea da região. A topografia embasará o projeto de avaliação geotécnica e recuperação das bacias.

- Topografia Áreas de bota-fora – ERG Engenharia

Foi disponibilizado levantamento topográfico das duas áreas de bota-fora a serem estudadas, localizadas no Setor 8. Dentre os documentos fornecidos, encontram-se desenhos em *dwg* e *.pdf*.

O levantamento foi elaborado pela ERG Engenharia em fevereiro/2016, no sistema de coordenadas SIRGAS 2000 (23S), e auxiliará os estudos de recuperação das áreas de bota-fora impactadas.

Foi disponibilizado o levantamento topográfico primitivo da região através do arquivo G006980-K-100018_Rev00.

- Topografia Acessos – ERG Engenharia

Foi fornecido desenho, em *.dwg*, *.pdf* e *.kmz*, contendo levantamento topográfico dos acessos existentes na região, no sistema de coordenadas SIRGAS 2000 (23S), elaborado pela ERG Engenharia em novembro de 2016. Juntamente com o desenho, foi enviada imagem aérea da região.

O levantamento auxiliará no projeto de mapeamento das erosões existentes nos acessos.

- Mapa geral de sondagens

Foi fornecida planta geral da região de Candonga, em arquivo *.dwg*, com locação de investigações geológico-geotécnicas programadas. Não foi identificado o sistema de coordenadas adotado, e a data do levantamento topográfico apresentado.

Este documento auxiliará o projeto de recuperação das áreas de bota-fora, uma vez que contempla a topografia desta região. Entretanto, foi observada divergência de elevação de 4,0 m entre os dois levantamentos representados na planta.

- Geologia Local – SIGA GEO

Foi disponibilizado relatório com avaliação geológica da Área 8.1 de Soberbo, elaborado pela SIGA GEO, em julho de 2016.

O documento apresenta as condições geológico-geotécnicas da região 8.1, com base em observações de campo e resultados de investigações realizadas na área. Foram elaborados três perfis geológicos transversais e um longitudinal, a partir de 7 (sete) sondagens a percussão e 4 (quatro) sondagens mistas, com profundidades variando entre 4,00 e 17,00 m, conforme apresentado na Tabela 5.1 e na Figura 5.1.

Tabela 5.1 – Sondagens executadas na Área 8.1 – Soberbo

FURO	COORDENADAS		COTA (m)	PROF. TOTAL (m)
	NORTE	ESTE		
SP-05-SOB	7.760.888,090	721.895,010	318,880	8,65
SP-06-SOB	7.760.792,580	721.991,220	325,900	9,12
SP-07-SOB	7.760.753,300	721.736,340	318,190	4,26
SP-08-SOB	7.760.678,210	721.762,540	324,500	8,55
SP-10-SOB	7.760.707,060	721.880,650	326,300	16,45
SP-20-SOB	7.760.748,940	721.810,860	323,600	7,80
SP-21-SOB	7.760.817,930	721.918,560	321,350	12,05

FURO	COORDENADAS		COTA (m)	PROF. TOTAL (m)
	NORTE	ESTE		
SM-01-SOB	7.760.955,440	721.966,960	322,150	15,30
SM-02-SOB	7.760.718,680	721.993,230	323,100	10,25
SM-03-SOB	7.760.810,680	721.806,720	323,700	14,40
SM-04-SOB	7.760.681,750	721.711,570	322,000	14,20

(Fonte: “Relatório -Geologia Soberbo_Área 8 1 - Junho-2016 (2)” – fornecido pela SAMARCO)

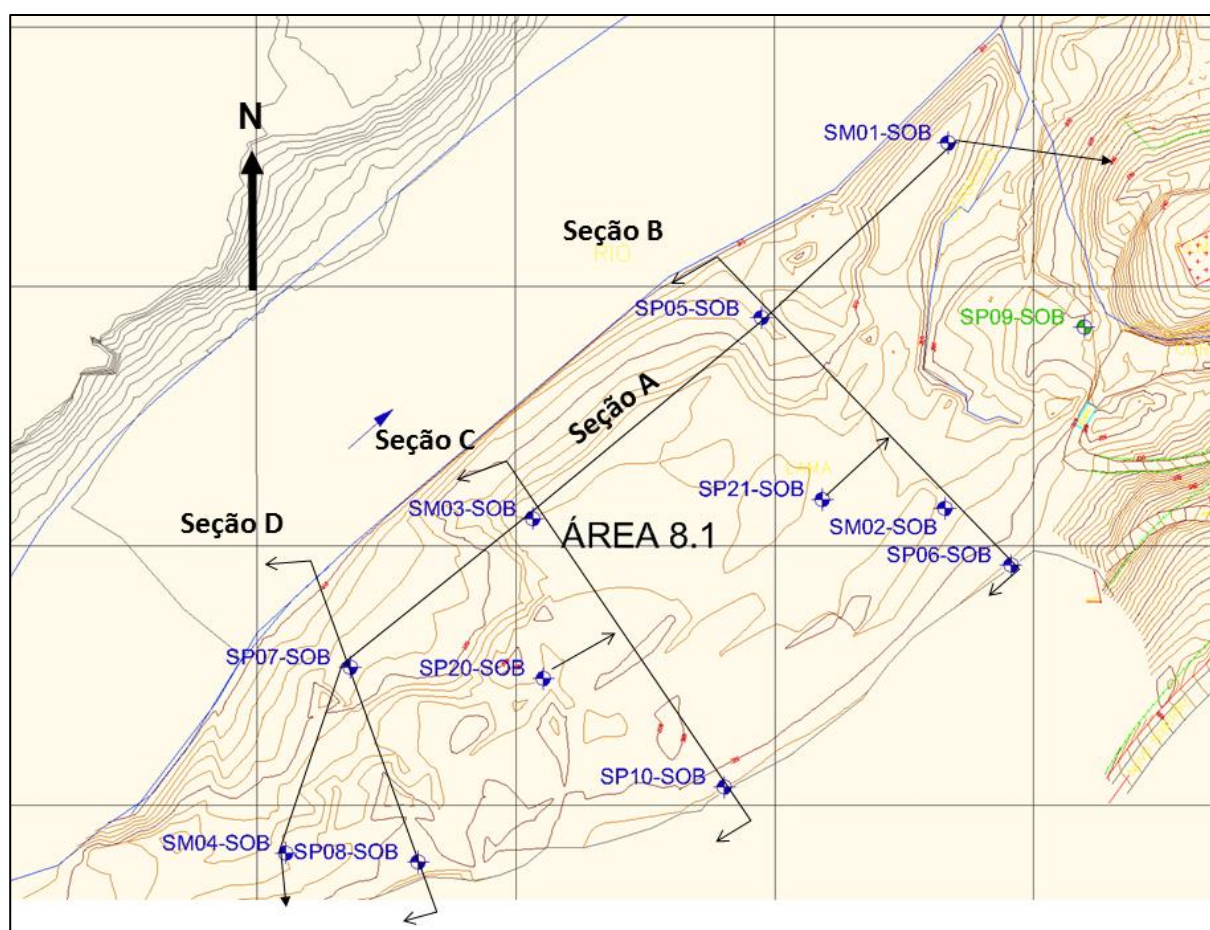


Figura 5.1 – Planta de locação das sondagens executadas (Fonte: “Relatório -Geologia Soberbo_Área 8 1 - Junho-2016 (2)” – fornecido pela SAMARCO)

As informações constantes no documento em questão auxiliarão no projeto de recuperação de áreas de bota-fora, fornecendo a caracterização geológico-geotécnica da região.

- Resultados de investigações geológico-geotécnicas - GEOCONTROLE

Foi disponibilizado relatório técnico, elaborado pela GEOCONTROLE em julho de 2016, contemplando os resultados de investigações geológico-geotécnicas realizadas a montante do reservatório da UHE Risoleta Neves, nos eixos dos barramentos A e B, e na região do Dique 4.

A Figura 5.2 e a Tabela 5.2 apresentam a locação das sondagens executadas, e a Tabela 5.3, a descrição litológica das mesmas.

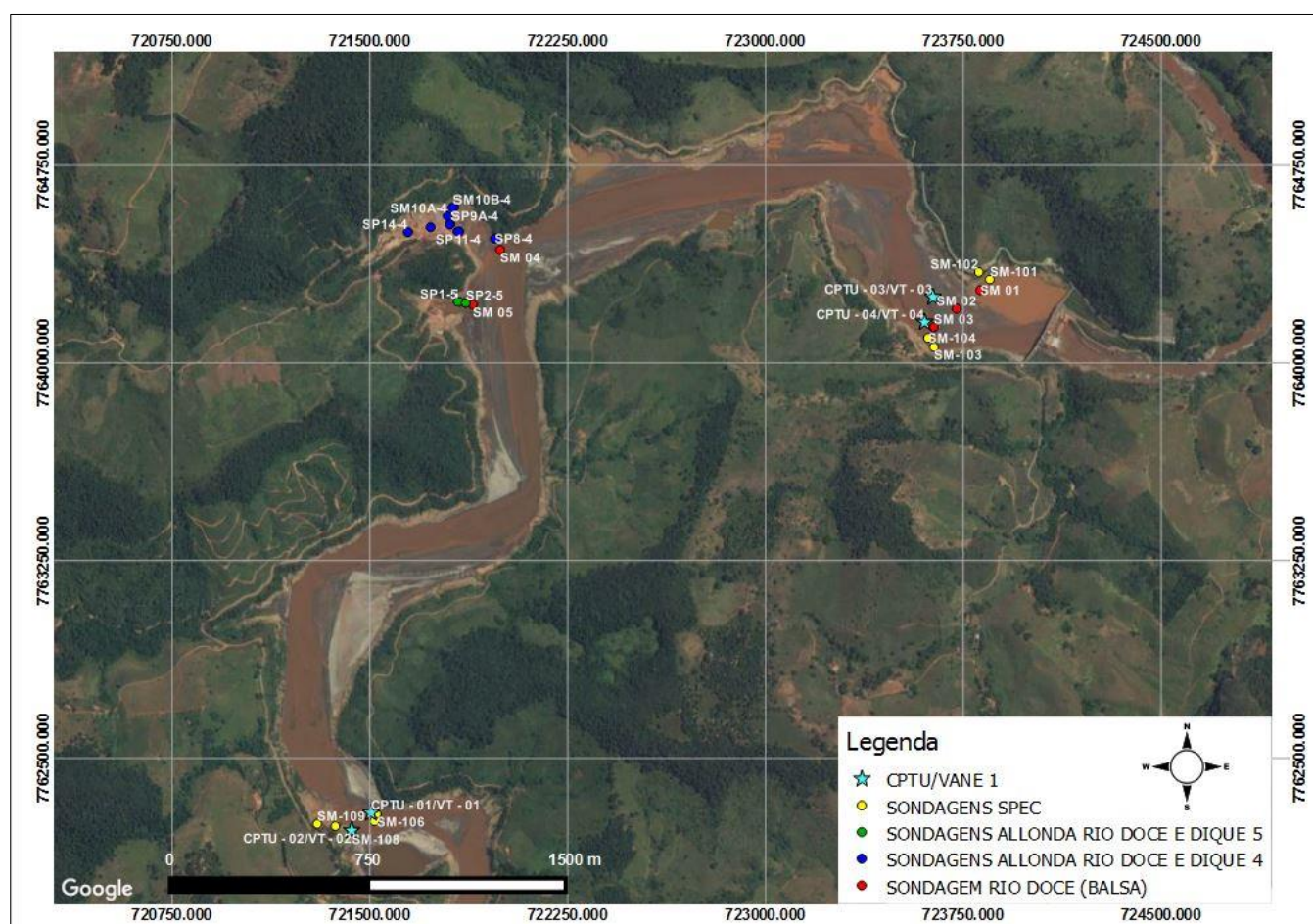


Figura 5.2 – Locação das sondagens executadas a montante da UHE (Fonte: “Relatório -Geologia Soberbo_Área 8 1 - Junho-2016 (2)” – fornecido pela SAMARCO)

Tabela 5.2 – Sondagens executadas a montante da UHE Risoleta Neves

FURO	COORDENADAS		COTA (m)	PROF. TOTAL (m)
	NORTE	ESTE		
Sondagens Rio Doce (Balsa)				
SM 01	7764278,2	723813,116	309,69	21,53
SM 02	7764137,7	723636,551	307,775	17,1
SM 03	7764207,6	723723,502	307,807	41
SM 04	7764431,4	721991,592	311,923	25,45
SM 05	7764223,5	721887,764	312	21,1
Sondagens Allonda Rio Doce e Dique 4				
SP8-4	7764474	721971,439	-	24
SM10A-4	7764559,7	721797,313	-	8,56
SM10B-4	7764592,7	721816,128	318,32	11,21
SP9A-4	7764529,6	721807,882	326,56	10,63

FURO	COORDENADAS		COTA (m)	PROF. TOTAL (m)
	NORTE	ESTE		
SP9B-4	7764528	721805,017	326,69	4,8
SP11-4	7764500,7	721835,427	326,39	11,29
SP12-4	7764517	721732,401	326,88	12,12
SP14-4	7764498,9	721646,872	325,59	6,14
Sondagens Allonda Rio Doce e Dique 5				
SP1-5	7764234	721836	312	23,55
SP2-5	7764229	721861	312	24,5
Sondagens SPEC				
SM-101	7764318,4	723849,479	318,125	10,3
SM-102	7764346,6	723808,135	318,791	12,9
SM-103	7764062	723637,887	327,406	25
SM-104	7764097	723615,113	324,145	21
SM-106	7762288,1	721527,84	315,765	19,35
SM-107	7762261	721519,04	316,955	22
SM-108	7762222,4	721433,6	315,585	10,5
SM-109	7762250,7	721302,376	328,206	13,19
SM-110	7762242,6	721371,002	320,534	19,51

Tabela 5.3 – Descrição litológica das sondagens executadas a montante da UHE Risoleta Neves

FURO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA DAS SONDAgens		
	Litologia	N ^{SPT} médio	Profundidade (m)
SM 01	Lâmina d'água.	-	0 - 2.50
	Solo de textura areno-argilosa, cor marom e vermelho, baixa consistência.	6	2.50 - 4.50
	Solo residual de gnaiss, de textura areno-aiosa, matriz de resistência média a dura, cor alaranjada.	16	4.50 - 15.50
	Saprolito de gnaiss de cor verde e cinza, muito brando.	30	15.50 - 17.50
	Gnaiss alterado, muio fraturado e pouco resistente.	30	17.50 - 21.53
SM 02	Lâmina d'água.	-	0 - 5.00
	Rejeito. Solo de cor vermelha, textura areno-argilo-siltosa, mole, lamoso, inconsolidado, ferruginoso.	6	5.00 - 34.00
	Aluvião. Solo de textura arenosa, cor castanho, composto por quartzo, fração areia e cascalho.	12	34.00 - 37.00
	Gnaiss laminado resistente, muito fraturado e pouco alterado, cor cinza e branco.	-	37.00 - 41.00

FURO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA DAS SONDAGENS		
	Litologia	N ^{SPT} médio	Profundidade (m)
SM 03	Lâmina d'água.	-	0 - 5.00
	Rejeito silico-ferruginoso de textura areno-argilosa e baixa compactidade.	2	5.00 - 7.45
	Saprolito de gnaiss de cor verde, cinza e branco, extremamete brando e alterado.	21	7.45 - 14.00
	Gnaiss laminado são e muio fraturado, resistente.	-	14.00 - 17.10
SM 04	Lâmina d'água.	-	0 - 1.50
	Rejeito silico-ferruginoso, solo de textura areno-argilo-siltosa, aspecto lamoso, cor vermelho, muito úmido, mole, sem consistência.	0 a 1	1.5 - 7.95
	Solo de cor laranja, textura areno-argilosa, contendo restos de madeira e matéria orgânica. Compactidade fofa.	3	7.95 - 23.50
	Gnaiss de cor branco e cinza, pouco laminado, pouco alterado (passagem de 5cm alterada no topo, resistente e pouco fraturado.	-	23.50 - 26.95
SM 05	Lâmina d'água.	-	0 - 2.00
	Rejeito silico-ferruginoso, solo de textura areno-argilo-siltosa, matriz muito mole, fina, cor vermelha.	0 a 1	2.00 - 16.00
	Solo de cor laranja, textura areno-argilosa, contendo restos de madeira e matéria orgânica.	6 a 7	16.00 - 18.00
	Gnaiss fraturado e alterado até 19.10m. Após, gnaiss são, resistente, cinza, pouco fraturado e com descontinuidades oxidadas.	-	18.00 - 21.10
SM10A-4	Aluvião (ou aterro'?) argiloso, com areia e seixos de quartzo.	3	0 - 2.30
	Aluvião arenoso com cascalho de quartzo.	13	2.30 - 5.00
	Gnaiss verde, cinza e branco, laminado, foliado e finamente bandado, medianamente fraturado, são e resistente.	-	5.00 - 8.56
SM10B-4	Solo de matriz areno-siltosa, compactidade medianamente compacta com seixo de quartzo.	0 a 1	0 - 1.45
	Solo residual de gnaiss, de textura argilo-silto-arenosa com vestígios de micas. Na base do intervalo ocorre transição para solo residual areno-siltoso. Consistência média a rija.	1	1.45 - 8.00
	Gnaiss são, pouco fraturado, resistende e de cor cinza e branco.	-	8.00 - 11.21
SP8-4	Lâmina d'água.	-	0 - 0.50
	Rejeito silico-ferruginoso de cor vermelho e marrom escuro, inconsolidado, aspecto lamoso de textura areno-siltosa com argila sem resistência.	0 a 1	0.50 - 8.50
	Argila siltosa com matéria orgânica e detritos vegetais esparsos (raízes), sílico ferruginoso. Material inconsolidado, aspecto sem resistência.	1 a 2	8.50 - 16.50
	Saprolito de gnaiss de cor verde e ocre, textura areno-siltosa com traços de mica. Compactidade muito compacto.	30/10cm	16.50 - 18.50

FURO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA DAS SONDAgens		
	Litologia	N ^{SPT} médio	Profundidade (m)
	Gnaiss alterado, média resistência, fraturado.	-	18.50 - 19.50
	Saprolito de gnaiss.	-	19.50 - 20.50
	Gnaiss são, pouco fraturado, muito resistente de cores cinza, branco e verde.	-	20.50 - 24.00
SP9A-4	Trecho lavado, destruído e não recuperado.	-	0 - 8.00
	Solo residual de gnaiss de textura argilo-arenosa, com fragmenos de quartzo angulosos na base do perfil.	18	8.00 - 10.63
SP9B-4	Horizonte destruído por lavaem por tempo, sem recuperação.	-	0 - 4.80
SP11-4	Colúvio de textura areno-argilosa, contendo seixo de quartzo, cor castanho.	14	0 - 2.45
	Colúvio argilo-arenoso com grânulos de quartzo, cor avermelhado.	28	2.45 - 5.45
	Solo residual de gnaiss de cor verde e branco e textura areno-silto-argilosa.	19	5.45 - 10.45
	Saprolito de gnaiss de cor verde e porções avermelhadas	30/14cm	10.45 - 11.25
SP12-4	Solo residual argiloso de gnaiss de cor rosea.	9	0 - 2.47
	Solo residual de textura areno-silto-argilosa, cores verde e castanho com pontos brancos.	11	2.47 - 10.45
	Saprolito de gnaiss de cores verde e branco contendo vestígios de mica.	31	10.45 - 12.12
SP14-4	Solo residual de textura argilosa, cor rosea.	14	0 - 2.45
	Solo residual de gnaiss-areno-siloso de cor branco-ocre.	30	2.45 - 5.45
	Saprolito de gnaiss de cor verde, branco e cinza.	30/14cm	5.45 - 6.14
SP1-5	Lâmina d'água.	-	0 - 1.50
	Rejeito inconsolidado de textura areno-argilo-siltosa, cor vermelho, fofo, sem resistência. Apresenta na base mateial transformado na forma de seixos de saprolito de gnaiss de consistência média.	0 a 1	1.50 - 13.70
	Passagem cascalheira composta por quartzo-seixos angulosos.	30/0cm	13.70 - 17.55
	Saprolido de gnaiss com fragmentos angulosos de quartzo-seixos.	-	17.55 - 20.55
	Gnaiss pouco alterado, resistente, fraturado, de cor cinza e branco, finamente bandado.	-	20.55 - 23.55
SP2-5	Lâmina d'água.	-	0 - 2.00

FURO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA DAS SONDAGENS		
	Litologia	N ^{SPT} médio	Profundidade (m)
	Rejeito silico ferruginoso, inconsolidado, de textura areno-siltosa, sem resistência, aspecto lamoso, cor vermelho.	0 a 1	2.00 - 8.50
	Solo de textura areno-argilosa, inconsolidado de baixa resistência / mole, contendo vestígios de mica, matéria orgânica e restos de madeira.	3 a 4	8.50 - 17.00
	Passagem fragmentada composta por quartzo e seixos de gnaiss angulosos.	30/5cm	17.00 - 20.05
	Gnaiss pouco resistente, muito alterado e fraturado.	-	20.05 - 21.50
	Gnaiss pouco e medianamente alterado, resistente, muito fraturado, de cor verde e cinza.	-	21.50 - 24.50
SM101	Colúvio, solo de textura argilo-areno-siltosa, cor marrom, consistência baixa, contendo resíduos de matéria orgânica.	4 a 5	0 - 2.00
	Solo residual de gnaiss, cor marrom, cinza, branco e verde, textura areno-silto-argilosa, compactidade média, contendo mica e argilominerais.	17	2.00 - 5.45
	Saprolito de gnaiss, textura areno-silto-argilosa, cor branco e verde, compactidade dura.	34	5.45- 8.00
	Gnaiss pouco alterado, finamente bandado, cores cinza, branco e verde, fraturado, resistente.	-	8.00 - 10.30
SM102	Colúvio, textura argilo-areno-siltosa, consistência fofa a média, cor rósea, contém restos de matéria orgânica.	14	0 - 1.00
	Solo residual, textura argilo-silto-arenosa, consistência mediana contendo troços de mica e argilominerais.	21	1.00 - 3.37
	Saprolito de gnaiss, cor cinza e verde escuro, matriz areno-silto-argilosa, compactidade média a dura, contendo micas abundantes.	30/11cm	3.37 - 7.00
	Gnaiss alterado, pouco resistente, finamente bandado, muito fraturado, cores verde, cinza e branco.	-	7.00 - 10.20
	Gnaiss são, cores verde, cinza, azul e branco, muito fraturado, resistente, finamente bandado.	-	10.20 - 12.90
SM103	Colúvio - Solo argilo-areno-siltoso, cor marrom, compactidade média, pouco plástico.	11	0 - 1.50
	Solo residual de gnaiss, matriz areno-argilo-siltosa, cor rosea variando para esverdeado, contendo vestígios de micas brancas, plasticidade baixa, compactidade média a compacto.	16	1.50 - 10.50
	Saprolito de gnaiss, matriz areno-argilo-siltosa, cor verde e branco, contendo vestígios de micas e argilominerais alterados, compactidade compacto a muito compacto.	33 a 34	10.50 - 20.50
	Gnaiss muito alterado, muito fraturado, pouco resistente.	-	20.50 - 22.50
	Gnaiss medianamente alterado, muito fraturado, resistência média.	-	22.50 - 23.60
	Gnaiss cinza e branco, finamente laminado, resistente, medianamente fraturado, são.	-	23.60 - 25.00
SM104	Colúvio - solo de textura areno-siltosa no topo, gradando para areno argiloso na base, matriz medianamente compacta, cor vermelho alaranjado, plasticidade baixa a média.	13 a 14	0 - 7.55

FURO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA DAS SONDAGENS		
	Litologia	N ^{SPT} médio	Profundidade (m)
	Solo residual de gnaiss, cor verde, branco e cinza, matriz areno-silto-argilosa, compactidade média a muito compacta, com vestígios de mica.	28 a 29	7.55 - 13.05
	Saprolito de gnaiss, cor verde, cinza, branco e preto, matriz areno-siltosa, muito compacta.	-	13.05 - 16.45
	Gnaiss alterado, pouco resistente, muito fraturado, bandado.	-	16.45 - 17.50
	Gnaiss pouco alterado, resistente, muito fraturado, bandado, cores cinza, branco, verde e azul.	-	17.50 - 21.00
SM106	Lâmina d'água.	-	0 - 1.00
	Solo de textura areno-siltosa, matriz fofa, composição quartzo-feruginosa, granulometria predominantemente areia fina e média no topo e média a grossa da fração arenosa da base, cor marrom e cinza. Rejeito areno-siltoso.	2 a 3	1.00 - 9.60
	Solo de textura argilo-areno-siltosa, matriz mole, composição silico-ferruginosa, granulometria fina, cor predominantemente marrom, com passagem areno-siltosa na base (traços de solo de alteração com traços de rejeito).	4	9.60 - 15.45
	Solo residual de gnaiss, matriz areno-siltosa, de compactidade média a compacta.	36/20cm	15.45 - 16.50
	Gnaiss são, resistente, medianamente fraturado, bandado, cores variáveis entre branco, cinza e verde.	-	16.50 - 19.35
SM107	Lâmina d'água.	-	0 - 1.00
	Rejeito areno-siltoso de cor marrom a cinza, compactidade média a compacta, composição sílico-ferruginosa.	16 a 17	1.00 - 3.00
	Rejeito - solo de textura areno-siltosa com pouca argila, composição silico-ferruginosa, cor marrom escuro e cinza, fofo, sem resistência, inconsistente.	0 a 1	3.00 - 18.60
	Granito-gnaiss foliado, cor branco com passagem cinza, máfica resistente, pouco alterado, fraturado.	-	18.60 - 20.50
	Gnaiss cinza são, resistente, finamente laminado, pouco fraturado.	-	20.50 - 22.00
SM108	Lâmina d'água.	-	0 - 1.00
	Solo areno-siltoso, fofo, silico-ferruginoso, granulometria areia fina a média com silte, cor marrom. Rejeito areno-siltoso.	5	1.00 - 2.45
	Solo argilo-arenoso, mole, silico-ferruginoso, granulometria fina da fração arenosa, plasticidade média, cor marrom. Rejeito argiloso.	5 a 6	2.45 - 4.45
	Solo residual de granito - gnaiss bandado, cor branco e ocre, matriz areno-siltosa, muito compacta.	30/13cm	4.45 - 6.00
	Saprolito de granito - gnaiss máfico, rico em micas escuras, matriz areno-siltosa, muito compacta.	30/7cm	6.00 - 8.00
	Granito - gnaiss são, resistente, pouco a medianamente fraturado, cores variáveis entre branco, cinza e verde, finamente bandado com passagens máficas escuras e ricas em micas, foliadas, integra no topo do intervalo.	-	8.00 - 10.50
SM109	Solo residual de gnaiss, textura argilo-areno-siltosa, matriz mole a média consistência, plasticidade baixa, cor rose a esverdeada, contendo restos de micas e argilominerais.	23 a 24	0 - 9.00

FURO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA DAS SONDAgens		
	Litologia	N ^{SPT} médio	Profundidade (m)
	Saprolito de gnaiss, textura areno-silto-argilosa, consistência rija.	29/8cm	9.00 - 10.00
	Gnaiss alterado, pouco resistente, fraturamento médio.	-	10.00 - 11.45
	Gnaiss pouco alterado com passagens medianamente alteradas, muito fraturado, média resistência, finamente bandado.	-	11.45 - 13.90
SM110	Colúvio, solo de textura argilo-areno-siltosa, consistência baixa e mediana, plasticidade média, cor rosea, contendo granulos de quartzo e raízes.	5 a 6	0 - 3.45
	Aluvião arenoso, composto por areia média a grossa, quartzosa, compacidade média.	9	3.45 - 4.47
	Solo residual de gnaiss de cor variegadas entre vermelho, verde, branco e roseo, textura argilo-silto-arenosa com resquícios de mica e argilominerais na matriz, consistência média-alta.	26	4.47 - 12.00
	Gnaiss finamente bandado, alterado, pouco resistente, muito fraturado, cores branco, cinza e verde.	30/1cm	12.00 - 16.51
	Gnaiss levemente alterado, finamente bandado, cores branco, verde e cinza, muito fraturado, resistente. Passagem alterada de 18.01 a 18.35m	-	16.51 - 19.51

Foram realizados ensaios de permeabilidade em 5 furos, conforme explicitado a seguir:

➤ Ensaios de infiltração:

- SM10B-4 (2,0 a 3,0 m em solo aluvionar)
- SM10A-4 (2,0 a 3,0 m em solo residual)

➤ Ensaios de perda d'água:

- SP2-5 (21,50 a 24,50 m em gnaiss alterado fraturado)
- SP8-4 (21,0 a 24,0 m em gnaiss são, pouco alterado)
- SP1-5 (20,55 a 23,55 m em gnaiss pouco alterado)

Ademais, foram realizadas investigações de campo do tipo CPTU e Ensaio de Palheta (Vane Test) em 5 pontos distintos, a fim de se obter as resistências não drenadas para ambos ensaios. A compilação dos resultados destes ensaios está apresentada na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Ensaios CPTU e Vane Test

Furos	Coordenadas			CPTU		VANE TEST		Su (kPa) CPTU (Tabela)	Su (kPa) CPTU (Gráfico)
				Prof. (m)	Su méd. (kPa) / Prof. (m)	Prof. (m)	Su méd. (kPa)		
	Norte	Este	Cota						
01	7762293,356	721506,048	316,262	17,90	5.57 / 4.2 a 6.15	1,40	51,40	2,69	5,5
02	7762226,004	721432,844	316,174	4,60	0.87 / 2	1,90	45,00	-	40
03	7764251,98	723634,051	312,909	18,03	0.62 / 4.03 A 9.03	1,00	58,50	-	12
04	7764156,23	723602,342	312,872	7,80	1.92 / 3.2 A 5.2	4,00	3,20	-	5
OBS: os ensaios de Vane Test não apresentam correspondência de resistência em num dos ensaios com os respectivos CPTU realizados. Isto se justifica pela forma de deposição dos materiais no reservatório que se deu de forma heterogênea.									

A partir dos resultados dos ensaios CPTU e Vane Test, observou-se que:

- Os gráficos apresentados no relatório não condizem com os dados tabelados disponibilizados pela GEOCONTROLE. A SAMARCO deve solicitar revisão dos resultados dos ensaios realizados.
- Os ensaios de Vane Test não apresentam correspondência de resistência em nenhum dos ensaios com os respectivos CPTU realizados (avaliando mesma profundidade de ensaio do Vane). Isto se justifica pela forma de deposição dos materiais no reservatório que se deu de forma heterogênea.

- Relatório de Sondagens Área de Empréstimo - FUGRO

Foram disponibilizados 3 (três) Relatórios de Sondagens, correspondentes às três sondagens mistas (SM-01, SM-02 e SM-03) executadas na área de empréstimo localizada no Setor 8. Os relatórios foram elaborados pela FUGRO, em janeiro de 2017.

As coordenadas de execução e a profundidade das sondagens estão apresentadas na Tabela 5.5, e a descrição litológica das mesmas, na Tabela 5.6.

Tabela 5.5 – Sondagens Mistas executadas – Área de empréstimo

FURO	COORDENADAS		COTA (m)	PROF. TOTAL (m)
	NORTE	ESTE		
SM-01	7.760.634,216	721.352,048	327,447	31,00
SM-02	7.760.629,136	721.294,942	329,823	20,00
SM-03	7.760.609,584	721.253,164	332,040	20,00

(Fonte: Relatórios G006900-O-1RS018_REV00, G006900-O-1RS019_REV00, G006900-O-1RS020_REV00 e desenho G006980-K-100057_REV01 – fornecidos pela SAMARCO)

Tabela 5.6 – Descrição litológica sondagens executadas – Área de empréstimo

FURO	PROFUNDIDADE		N _{SPT}	CLASSIFICAÇÃO
	DE	ATÉ		
SM-01	1,00	1,45	16	Silte argiloso (médio a rijo)
	2,00	2,45	11	
	3,00	3,45	9	
	4,50	4,45	12	
	5,00	5,45	10	
	6,00	6,45	8	
	7,00	7,45	10	
	8,00	8,45	9	Areia fina siltosa (medianamente compacta a compacta)
	9,00	9,45	11	
	10,00	10,45	9	
	11,00	11,45	14	
	12,00	12,45	21	
	13,00	13,45	22	
	14,00	14,45	38	
	15,00	15,45	28	
	16,00	16,45	38	Silte arenoso (compacto a muito compacto)
	17,00	17,45	36	
	18,00	18,29	-	
	19,00	19,30	-	
	20,00	20,38	52	
	21,00	21,19	-	
	22,00	22,45	20	
	23,00	23,45	19	
	24,00	24,24	-	Anfibolito (medianamente coerente, medianamente alterado)
	25,00	25,45	28	
	26,19	27,00	-	
	27,00	28,50	-	Silte argiloso (rijo a duro)
	30,00	31,00	-	
SM-02	1,00	1,45	15	Silte argiloso (rijo a duro)
	2,00	2,45	14	
	3,00	3,45	14	
	4,50	4,45	39	

FURO	PROFUNDIDADE		N _{SPT}	CLASSIFICAÇÃO
	DE	ATÉ		
	5,00	5,45	18	Areia fina siltosa (compacta a muito compacta)
	6,00	6,20	30	
	7,00	7,45	52	
	8,00	8,40	51	
	9,00	9,45	34	
	10,00	10,45	50	
	11,00	11,29	30	
	12,00	12,20	30	
	13,50	15,00	-	Anfibolito (medianamente alterado a extremamente alterado)
	16,50	18,00	-	
	19,00	20,00	-	
SM-03	1,00	1,45	5	Silte argiloso (mole a médio)
	2,00	2,45	7	
	3,00	3,45	12	Silte argiloso (rijo a duro)
	4,50	4,45	12	
	5,00	5,45	16	
	6,00	6,45	19	
	7,00	7,45	20	
	8,00	8,45	28	
	9,00	9,45	27	
	10,00	10,45	31	
	11,00	11,45	37	
	12,00	12,08	-	Silte arenoso (muito compacto)
	13,00	13,05	-	
	14,00	14,10	-	
	15,50	17,00	-	Anfibolito (medianamente alterado)
	18,50	20,00	-	

- Relatório de Análises Hidráulicas – Área 8 Velho Soberbo – ALLONDA

Foi disponibilizado o Relatório de Análises Hidráulicas da Área 8 do Velho Soberbo, elaborado pela Allonda Ambiental, em dezembro de 2016.

O documento apresenta os resultados dos estudos hidrológicos e hidráulicos, com as dimensões da proteção necessária ao corpo do Dique 8 das ações do escoamento durante as cheias previstas na fase de construção do dique e após o enchimento do reservatório.

Dessa maneira, foram realizadas simulações em modelo unidimensional para estimar níveis d'água, velocidades e tensões de arraste nas seções, permitindo a avaliação das condições hidráulicas do local após implantação dos diques e o dimensionamento da eventual proteção contra erosões. Para estudar detalhes, foram realizadas simulações em modelo bidimensional.

As tabelas 3.3-3 e 3.2-2 do citado relatório apresentam respectivamente os valores das velocidades nas condições atuais e futuras do rio, seja:

- Tabela 3.2-3 -Velocidades nas seções (m/s) na região de implantação dos diques e do bota fora, para as condições atuais e
- Tabela 3.3-3 -Velocidades nas seções (m/s) na região de implantação dos diques e do bota fora, para as condições futuras.

Na região de bota fora, situada entre as progressivas 7940 m a 8575 m, as proteções deverão ser conforme explanada na Tabela 3.2-4 e esquematizado na Figura 3.2-5 do mesmo relatório de análises hidráulicas do Setor 8. Com base nas informações obtidas os diâmetros das proteções do trecho da região de bota fora são os seguintes:

Trecho –Diâmetro (m):

- S8C-S9C - 7940 m a 8149 m – 20 cm
- S9C-S10C - 8149 m a 8212 m – 30 cm
- S10C-S11C - 8212 m a 8331 m – 35 cm
- S11C-S12C - 8331 m a 8446 m – 30 cm
- S12C-S14C - 8446 m a 8575 m – 35 cm

As conclusões resultantes dos estudos realizados foram:

- Os diâmetros médios máximos da proteção em enrocamento do Dique 8 são de 45,0 cm.
- As tensões de arraste diminuem significativamente para as condições de reservatório cheio.
- O diâmetro médio da proteção do material dragado é em torno de 25,0 cm.
- Para a área de bota-fora, os diâmetros médios máximos da proteção em enrocamento do dique são de 35,0 cm.



O relatório disponibilizado servirá de base para os estudos de recuperação das áreas impactadas, a serem realizados pela WALM, no que diz respeito às proteções superficiais necessárias às áreas de bota-fora, à área de empréstimo e às bacias do Setor 5.

- Estudos dos Barramentos A e B – SPEC Engenharia

Foram fornecidos 3 (três) relatórios, elaborados pela SPEC Engenharia entre janeiro e setembro de 2016, concernentes aos estudos necessários à implantação de dois barramentos (A e B) submersos localizados a 400,0 e 5.200,0 m, respectivamente, em relação ao eixo da UHE Risoleta Neves.

Os barramentos A e B terão suas cristas fixadas nas elevações 313,0 e 321,0 m, respectivamente, e serão construídos com a finalidade de permitir a dragagem dos sedimentos depositados entre o Barramento A e a UHE. Dessa maneira, após a dragagem, a operação da usina poderá ser retomada.

Os relatórios fornecidos apresentam os dimensionamentos dos barramentos, constituídos por estacas tubulares de aço; as simulações realizadas para os estudos de remanso; bem como os estudos relativos à sedimentologia do reservatório da UHE Risoleta Neves, os quais serão utilizados para embasamento do projeto em questão.

 DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO		-	nº SAMARCO G006900-G-1RT076	rev. 0	página nº 26
--	--	---	---------------------------------------	-----------	-----------------



ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA.

FILIAL BELO HORIZONTE
Rua Antônio de Albuquerque, 156, 13º andar, Funcionários.
30112-010 – Belo Horizonte - MG
Tel.: (31) 3234-4003 / 3324-4003
www.walmambiental.com.br