



FUNDAÇÃO
renova
reparar, restaurar, reconstruir

ADENDO AO PLANO DE TRABALHO

UHE RISOLETA NEVES, EM ATENDIMENTO A NOTA

TÉCNICA 0004/17 CT/ GRSA/ CIF DE 08/02/17

E NOTA TÉCNICA Nº 002-2017-

IBAMA/SISEMA/IEMA DE 22/06/17 (ANEXO II)

Belo Horizonte, 31 de julho de 2017.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Sumário

1)	SUMÁRIO EXECUTIVO.....	2
2)	OBJETIVO	3
3)	REQUISITOS CONFORME NOTA TÉCNICA CT/GRSA/CIF (ANEXOS A E B)	4
3.1)	REQUISITOS (02, 05, 27)	4
3.2)	REQUISITO (04).....	13
3.3)	REQUISITO (06).....	26
3.4)	REQUISITOS (07, 08, 09, 17, 19, 21 e 22).....	28
3.5)	REQUISITO (10).....	49
3.6)	REQUISITO (11).....	52
3.7)	REQUISITO (12).....	58
3.8)	REQUISITOS (13, 14, 15 e 16)	62
3.9)	REQUISITO (18).....	90
3.10)	REQUISITO (21).....	92
3.11)	REQUISITO (25).....	101
3.12)	REQUISITO (26).....	146
3.13)	REQUISITO (28).....	194



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

1) SUMÁRIO EXECUTIVO

NOTA TÉCNICA 004/17 CT/GRSA/CIF DE 08/02/17

No dia oito de junho de 2017 realizou-se a 11ª reunião da Câmara Técnica de gestão de rejeitos e segurança ambiental, cujo tema principal foram as ações na UHE Risoleta Neves (Candongá), propostas no plano de trabalho, protocolado no dia 17/04/17.

Em 26/07/2017, a Fundação Renova recebeu a Nota Técnica 0004/17 CT/GRSA/CUF estabelecendo alguns requisitos a serem atendidos.

Nos próximos capítulos apresentaremos as respostas dos requisitos mencionados na Nota Técnica supracitada.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

2) OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar uma atualização do cronograma detalhado da primeira fase da recuperação da UHE Risoleta Neves. Desta maneira, foram atualizadas todas as premissas e restrições evidenciadas entre o dia 17 de abril de 2017 – data onde foi emitido o plano de trabalho inicial – e o dia 25 de julho de 2017.

Conforme descrito ao longo deste documento, foram alteradas algumas premissas técnicas de construção de estruturas e sequenciamento de disposição de sedimentos dragados, bem como novas datas previstas para obtenção das autorizações necessárias para implementação do complexo de disposição de sedimentos na Fazenda Floresta, obra fundamental para a recuperação da UHE Risoleta Neves.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3) REQUISITOS CONFORME NOTA TÉCNICA CT/GRSA/CIF (ANEXOS A E B)

3.1) REQUISITOS (02, 05, 27)

Requisito 02 - Apresentar estudo e Plano Detalhado de enchimento intermediário até 30/06/2017 e final do reservatório da UHE Risoleta Neves – Candonga até 31/10/2017;

Requisito 05 - Apresentar, até 30/06/2017, detalhamento da elevação parcial do nível d'água e possibilidade de elevação da cota final do Barramento A em 3 metros;

Requisito 27 - Apresentar Plano detalhado de elevação inicial objetivando um "nível d'água ótimo" que contribua com a realização das atividades da Fase 1, nos termos da já expedida Deliberação CIF nº30 de 25/10/2016, assim como do enchimento final do reservatório até sua cota normal de operação. Prazo: Elevação inicial "nível d'água ótimo" até 30/06/2017 e enchimento final do reservatório até sua cota normal de operação até 31/10/2017;



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Em resposta aos requisitos acima, informamos que após a realização de um estudo prévio junto ao projetista dos barramentos sobre o alteamento do Barramento “A”, verificou-se uma série de dificuldades construtivas envolvendo reforço de fundação das estacas pranchas, a necessidade de execução de solda submersa. Além disto levando-se em consideração os prazos para desenvolvimento de engenharia, contratação e execução destes serviços definiu-se que esta alternativa apresentada no plano de trabalho não será mais considerada.

Inicialmente, durante Workshops e debates técnicos, que envolveram a engenharia, fornecedores, prestadores de serviço, consultores, cogitou-se a elevação do nível do reservatório como maneira direta e imediata para melhoria das águas a jusante do barramento UHE Risoleta Neves e condições operacionais de dragagem.

Esta hipótese baseia-se no comportamento hidráulico de barragens no qual com a elevação do NA do reservatório, tem-se um efeito de remanso (represamento do fluxo de água) e conseqüente redução da velocidade de fluxo e tensões de arraste, fazendo-se com que o material em suspensão precipite proporcionando a redução da turbidez na água.

Para comprovação desta hipótese e subsidiar uma análise quantitativa foram realizados estudos de modelagem hidrodinâmica, (modelagem matemática), tendo-se em vista a capacidade de realização de prognósticos por meio de simulação de cenários futuros, como a presença de estruturas ainda não construídas e ocorrência de condições ambientais extremas.

A seguir buscou-se de maneira resumida e objetiva apresentar as principais premissas e conclusões deste estudo, o qual será apresentado na íntegra em relatório específico.

ASPECTOS TÉCNICOS

Os estudos hidrodinâmicos são aplicados à corpos d'água naturais ou artificiais e para análise de escoamentos, ou seja, determinação dos campos de velocidade e de nível de água associados, sendo a principal ferramenta (pré-requisito) para a modelagem de transporte de sedimentos e para a modelagem de qualidade da água.

CARACTERIZAÇÃO BARRAMENTO B

O Barramento B, corresponde a estrutura de contenção de sedimento, constituída por perfis de estacas pranchas atirantadas e estacas metálicas tubadas de grande diâmetro, sistema combwall, localizada a cerca de 5,1 KM a montante do barramento conforme figura abaixo.



Figura 01 – Localização das estruturas de interesse

A figura abaixo apresenta uma vista superior do barramento B em sua fase final/conclusão de implantação.

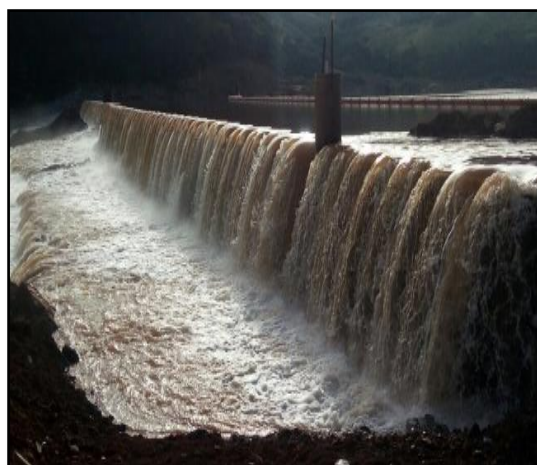


Figura 02 – Vista superior da barreira B

LEVANTAMENTO DOS DADOS DE CAMPO

Determinação da bacia de contribuição e dados de cheias.

Foram adotados os estudos hidráulicos que subsidiaram o projeto, implantação e operação da UHE Risoleta, de maneira a agregar segurança e confiabilidade frente a complexidade do assunto, para a determinação dos seguintes inputs da modelagem hidrodinâmica: vazões de cheias e período de retorno associados. A seguir são apresentados dos principais dados deste estudo.

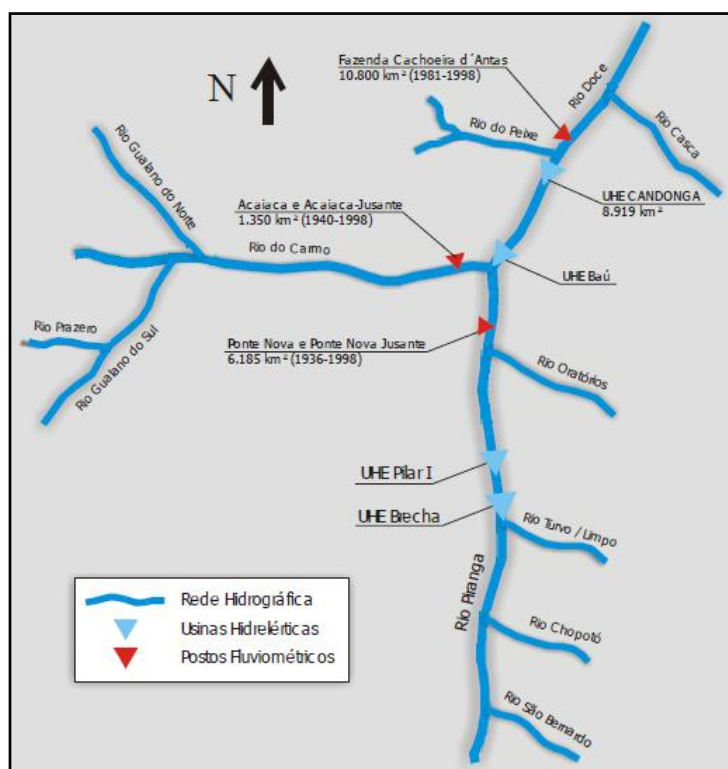


Figura 03 - Rede Hidrográfica Alta Bacia do Rio Doce

A seguir apresenta-se os valores de cheia e níveis dá água associados para os diferentes períodos de retorno.

Tabela 01 - Tabela vazões de cheias e períodos associados - UHE Risoleta Neves

TR (anos)	Q (m ³ /s)	NA (m)
2	650	315,65
10	1451	318,90
25	1897	320,40
100	2572	322,30
1000	3693	325,10

CARACTERIZAÇÃO TOPOGRÁFICA

Para elaboração da simulação foram realizados levantamento topográficos na área limite do reservatório, e levantamentos hidrográficos no leito do reservatório (batimetria), representando a condição atual.

A figura a seguir apresenta de maneira ilustrativa uma visão área da região do reservatório, destacando-se seu declives acentuados e afluentes encachoeirados.

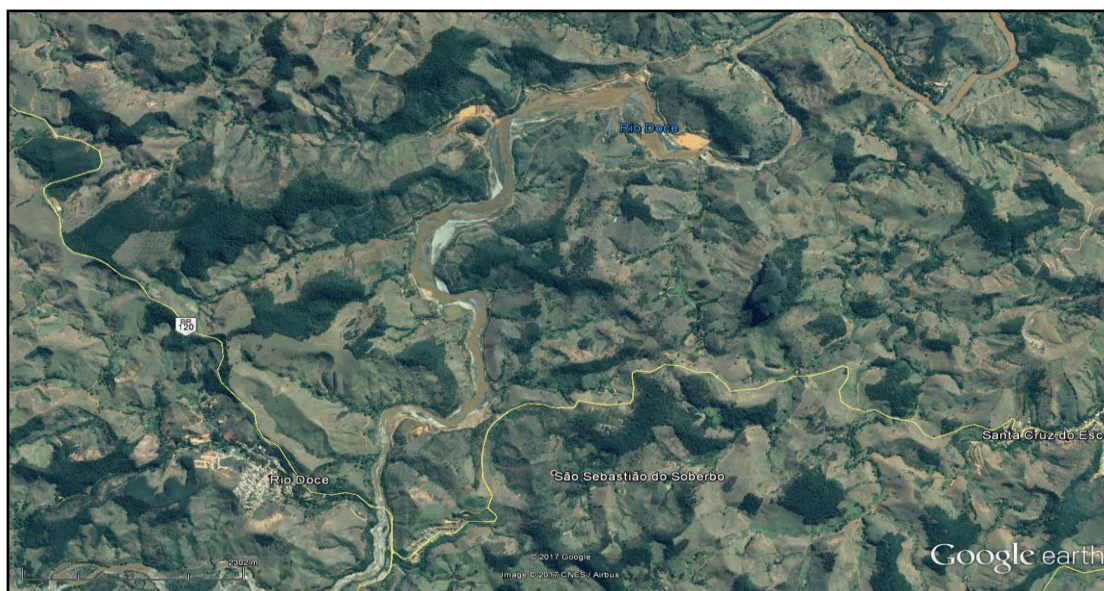


Figura 04 – Visão área da região do reservatório



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS

De maneira prática para efeito da simulação hidrodinâmica o sedimento a ser dragado foi caracterizado como material fino ($D_{50} < 0,1\text{mm}$) desagregado, constituído por teores médios de areia fina superiores a 80% e uma parcela variável complementar de silte e argila.

Destaca-se de sobre maneira a presença de material coloidal.

ANÁLISES HIDRÁULICAS

As simulações hidráulicas foram realizadas utilizando o modelo matemático River2D, desenvolvido pela Universidade de Alberta, Canadá amplamente utilizado nos meios técnicos do Brasil, o qual opera com as Equações de Saint Venant em 2 dimensões e um dos resultados que fornece é a velocidade de atrito.

As simulações hidrodinâmicas forma realizadas com o software - Delft3D-FLO, com grade de 5740 x 980 elementos sendo a cobertura por toda a área de interesse.

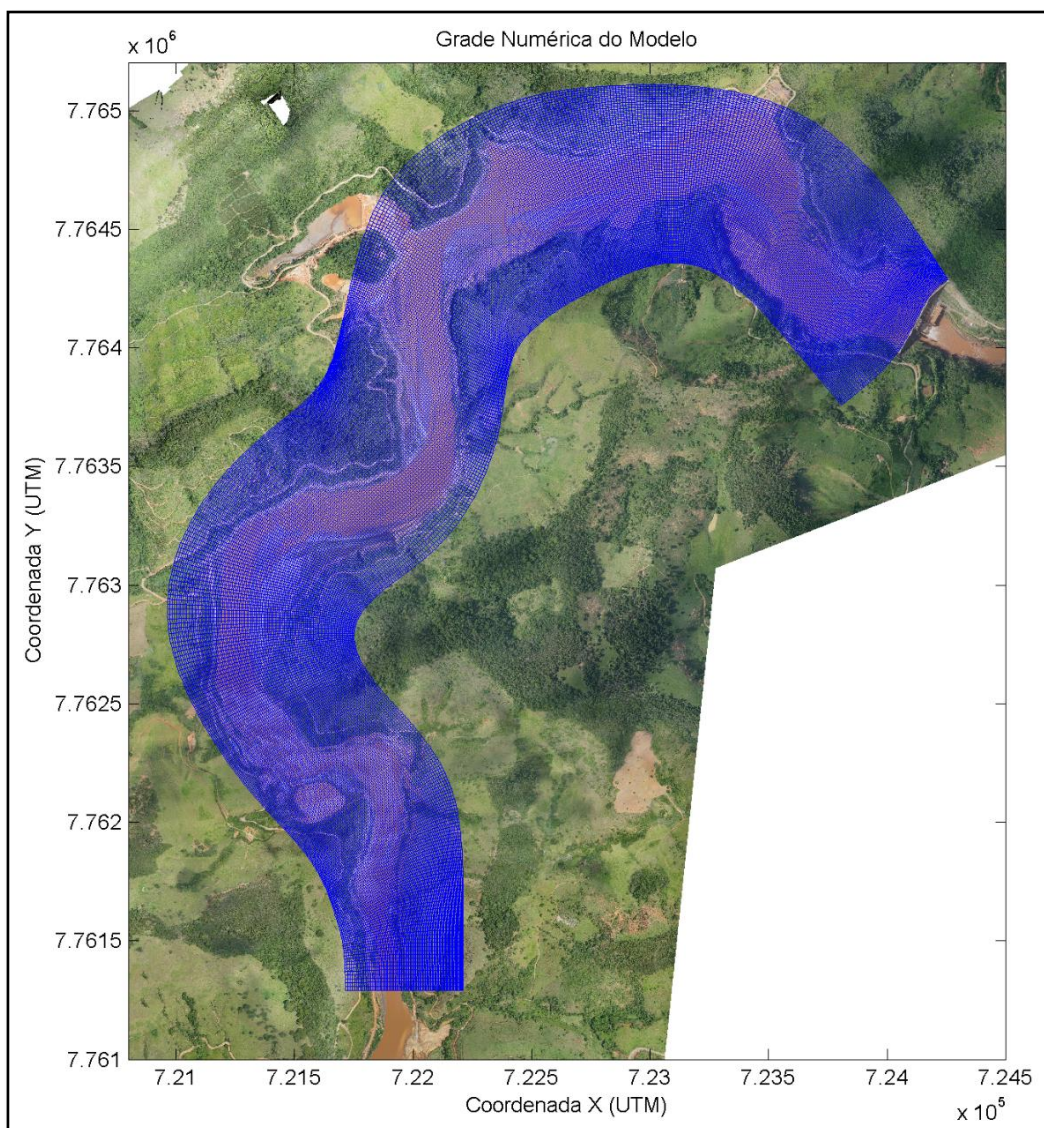


Figura 05 - Modelagem Hidrodinâmica reservatório

A seguir apresentamos os resultados da simulação principal (TR = 100 anos), a qual é adotada correntemente como referência das análises hidráulicas.

Foram analisadas as seguintes situações:

Cenário – I: Nível d'água EL. 312,00 (comportas totalmente abertas)

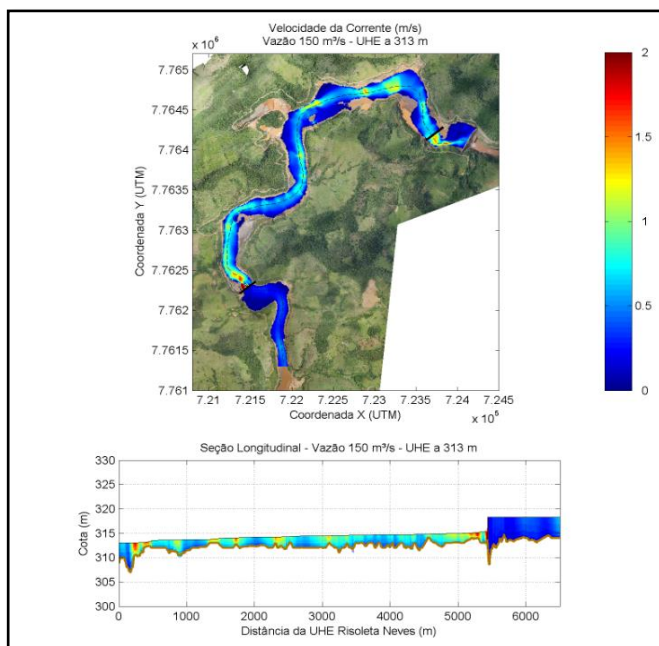


Figura 06 - Simulação Hidrodinâmica Q = TR – 100

Cenário – II: Nível d'água EL. 318,00 - nível d'água intermediário

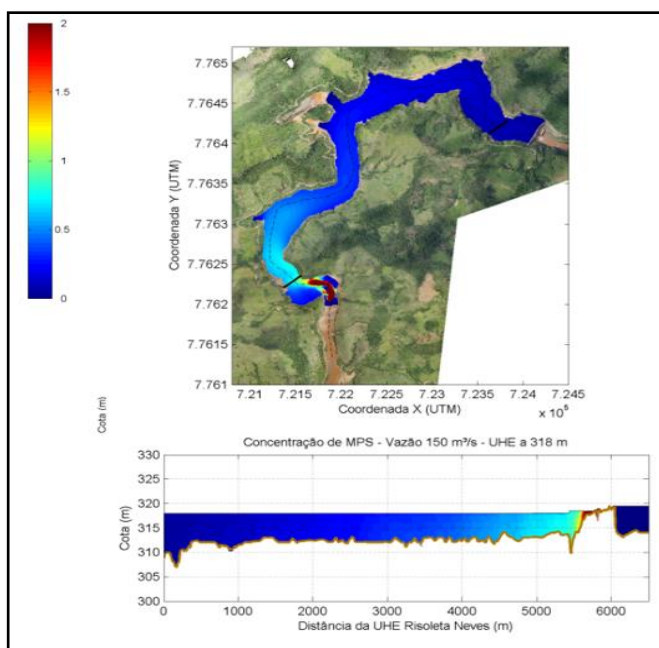


Figura 07 - Simulação Hidrodinâmica Q = TR – 100

Cenário – II: Nível d'água EL. 327,⁵⁰ - nível d'água máximo

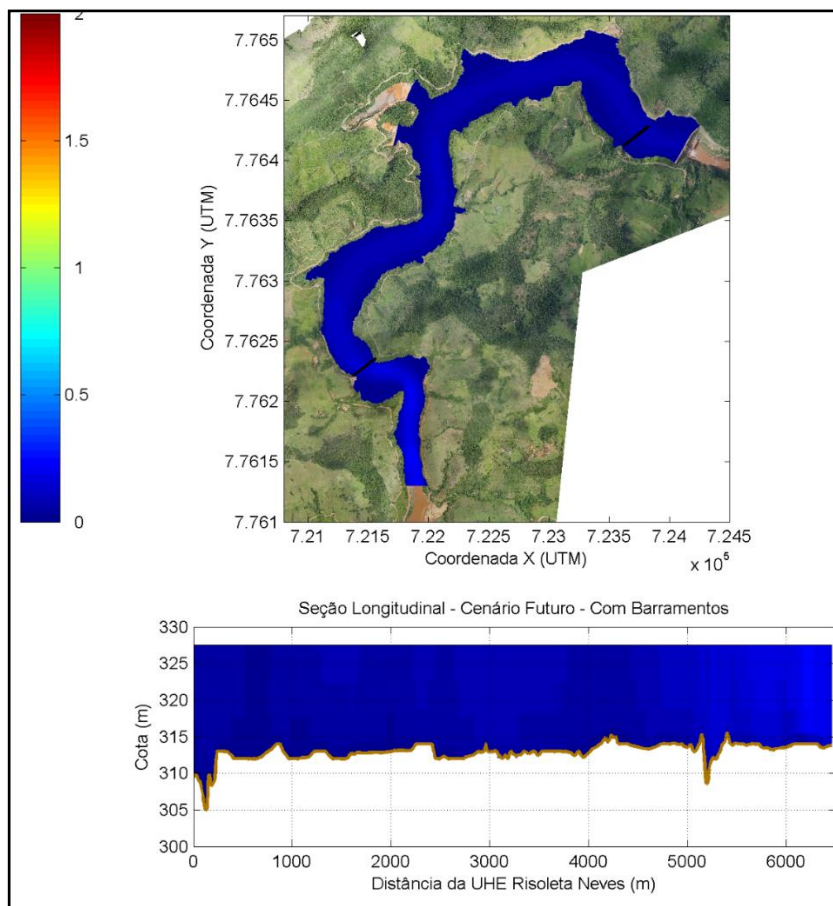


Figura 08 - Simulação Hidrodinâmica $Q = TR - 100$

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos resultados obtidos, pode se concluir que, comportamento do Rio Doce, não proporciona amortecimento do regime de cheias independente a elevação do NA do reservatório acarretando assim uma elevação da turbidez muito acima dos valores preconizados pelos órgãos ambientais.

- Dessa forma pode-se concluir pela inviabilidade as seguintes ações;
- Fechamento das comportas para enchimento do reservatório Nível Intermediário;
- Dragagem e disposição de material no Barramento B.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.2) REQUISITO (04)

Requisito 04 - O escopo da limpeza mínima entre o Barramento A e a UHE deve ser oficialmente validado pelo Consórcio Candonga, assim como demais aspectos relacionados (i.e. sustentabilidade da área livre de rejeitos que possam causar poluição e degradação a jusante, transtornos operacionais à UHE e nova necessidade de deplecionamento e enchimento para refazimento de dragagens nesta área) discutidos e garantidos pela Fundação Renova. Esclarecer se a geometria proposta constitui alteração ou trata-se da mesma geometria proposta antes da assinatura do TTAC;



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Em resposta aos requisitos acima, informamos que serão apresentadas nos próximos capítulos as Especificações Técnicas para a execução dos serviços de retirada dos sedimentos depositados nos Tubos de Sucção das três Unidades de Geração e no Canal de Fuga da Casa de Força da UHE Risoleta Neves e monitoramento e controle da atividade de dragagem onde serão estabelecidos os procedimentos de gestão que serão adotados durante as atividades.

DIRETRIZES DE EXECUÇÃO

Para os serviços de retirada de sedimentos dos Tubos de Sucção e demais serviços complementares, deverão ser observados os seguintes critérios operacionais:

- Caberá à empresa executora zelar pelo cumprimento das Especificações Técnicas e diretrizes gerais adiante apresentadas, em conformidade com as Normas Técnicas Brasileiras que regem estes tipos de serviços e em conformidade com as legislações de segurança e de medicina do trabalho vigentes, bem como as de proteção ao meio ambiente. Ressalta-se que todos os levantamentos deverão partir, obrigatoriamente, de Marcos Oficiais da Usina Risoleta Neves.

O acesso às instalações da UHE Risoleta Neves deverá necessariamente contemplar treinamento introdutório para conhecimento dos riscos e sistemas de segurança disponíveis para todos os envolvidos na operação. Durante o período de mobilização da proponente será realizado todo planejamento desta fase em conjunto com a equipe de operação da UHE.

É importante destacar que, em função dos serviços preliminares executados, poderão ser introduzidas modificações no escopo inicial e quantitativo estimados dos trabalhos, de maneira a se adequar às otimizações do projeto de engenharia.

ATIVIDADES A SEREM EXECUTADAS

Os trabalhos a serem executados estão apresentados nos itens a seguir, com as respectivas Especificações Técnicas e quantidades básicas aproximadas, e conforme sequência ilustrada na **Figura 01**.

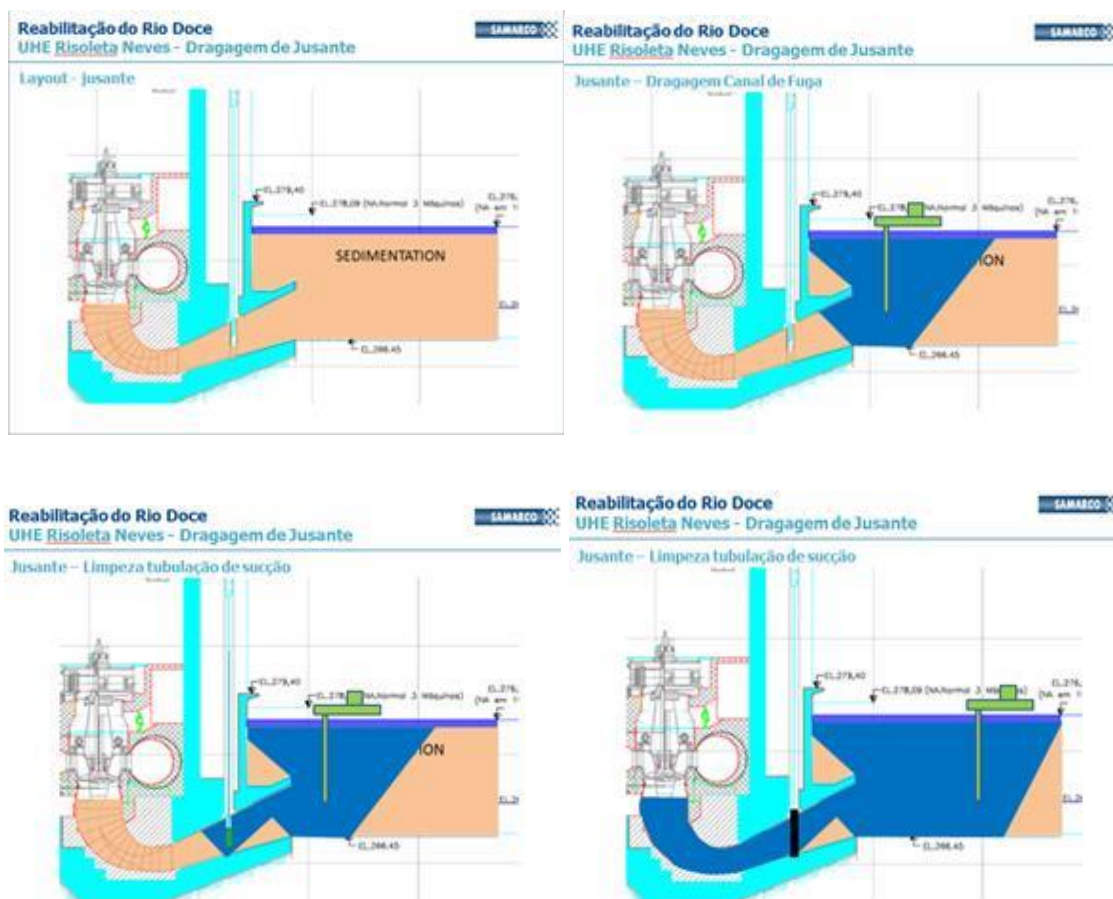


Figura 01 – Sequência de Dragagem de Jusante

DRAGAGEM DO CANAL DE FUGA EM FRENTE A CADA UNIDADE DE GERAÇÃO

A dragagem de sedimentos em frente à saída de cada Unidade de Geração da Casa de Força compreende o fornecimento e instalação de equipamentos, incluindo a descarga do material em “bags” e dosagem/aplicação de polímeros para desaguamento a 0,5 km a jusante do ponto de dragagem. Compreende a execução dos serviços de dosagem e adição de polímero, consistindo na operação da planta de dosagem (diluição, preparação e aplicação) do polímero, o qual será parte integrante do processo de encapsulamento de

rejeitos dragados em bags para a limpeza da tubulação de sucção e canal de fuga os quais serão instalados inicialmente na área a jusante do barramento principal.

A estrutura para implantação dos bag's será temporária, sendo que o local será preparado através do lançamento de material rochoso para conformação da área, conforme ilustrado nas **Figuras 02, 03 e 04**. Após o desaguamento, os “bags” serão cortados e o material depositado será removido mecanicamente e transportado para bota-fora localizado na área da Fazenda Floresta, utilizando acesso existente, a ser melhorado. Após a conclusão os serviços, toda a área de disposição dos “bags” será recomposta.

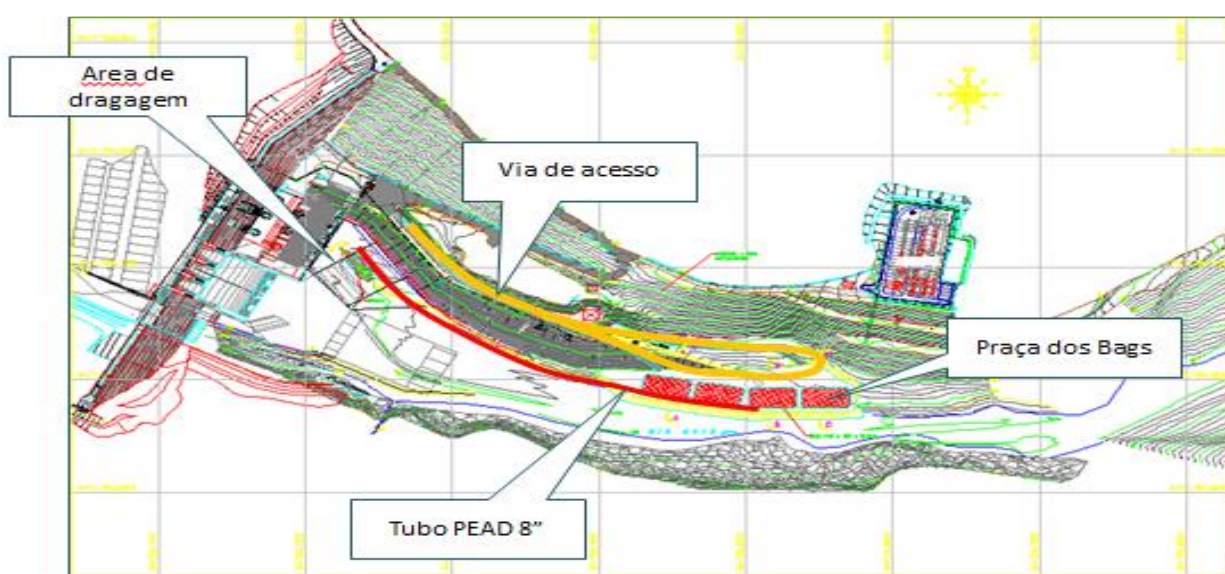


Figura 02 – Planta Geral

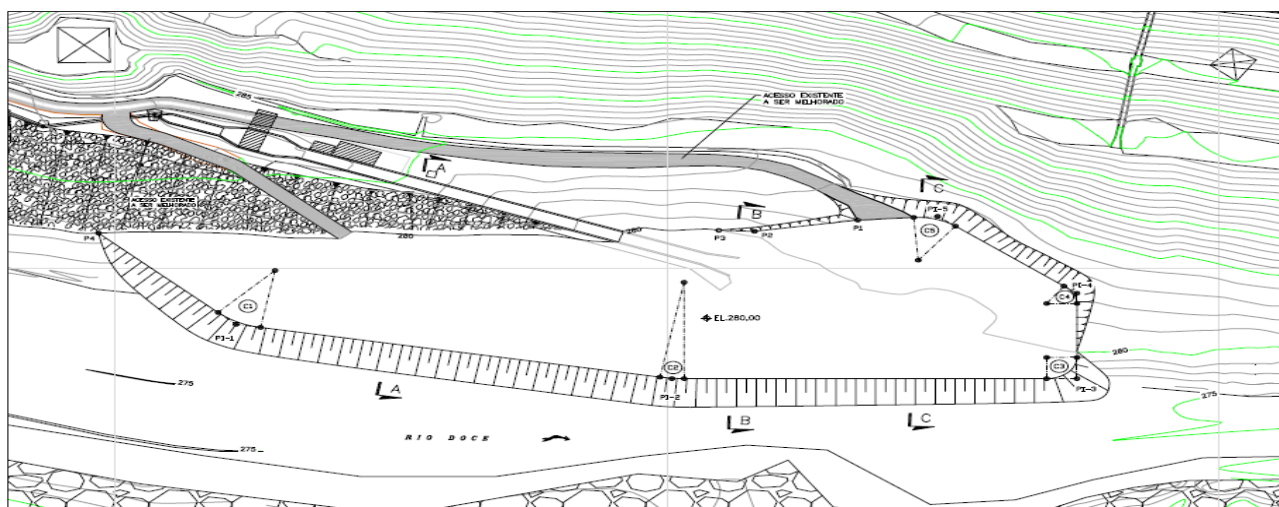


Figura 03 – Detalhe área de implantação dos bag's e acessos para transporte dos sedimentos

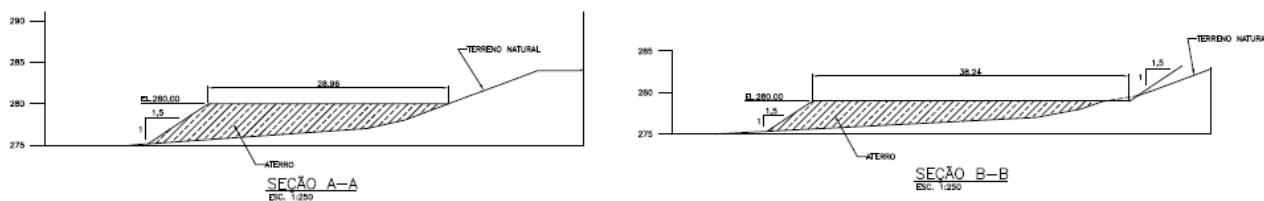


Figura 04 – Detalhe seções da área de implantação dos bag's

LIMPEZA DAS RANHURAS DAS COMPORTAS, TIPO “STOP LOG”, DE JUSANTE

Para a execução da limpeza das ranhuras das comportas tipo “stop-log”, de jusante, a Contratada deverá instalar os equipamentos e realizar o hidro jateamento e o bombeamento de forma simultânea.

A instalação da bomba de polpa e do sistema de hidro jateamento deverá ser feita através do poço das comportas, utilizando o pórtico rolante existente como equipamento de movimentação. O pórtico rolante tem capacidade de 10 t e atua em toda a extensão onde a limpeza será necessária.

A limpeza das ranhuras das comportas deverá ser realizada de modo concomitante com a dragagem do Canal de Fuga, na saída das Unidades Geradoras, priorizando a sequência da Unidade 01, na margem esquerda para a Unidade 03, junto ao Vertedouro.

O processo de limpeza das ranhuras das comportas deverá ser executado com a utilização de hidro jateamento, para desagregação de materiais, e utilização de bomba de polpa submersível para dragagem.

A tubulação de recalque deve ser conectada aos “bags” de desagramento no platô a jusante e distante a 0,5 km do ponto de dragagem.

Se por uma inviabilidade técnica não puder ser executada a instalação do conjunto bomba e hidro jateamento, o posicionamento destes equipamentos deverá ser feito por mergulhadores, com experiência em espaços confinados.

A confirmação tátil da limpeza das soleiras e guias das comportas deverá ser feita pelos mergulhadores.

A equipe de mergulho deverá ser composta de cinco mergulhadores e um supervisor de mergulho (equipe mínima conforme NORMA N 15) considerando também a equipe de apoio. A operação deverá ocorrer somente em duplas, onde as mesmas estarão munidas de sistema de comunicação e equipamento de dragagem, compatível e posicionado sobre flutuante.

FECHAMENTO DAS COMPORTAS

Após confirmação e liberação da equipe de mergulho, deverá ser feito o fechamento das comportas.



Figura 03 – Foto do canal de fuga e vertedouro

RETIRADA DOS SEDIMENTOS DOS TUBOS DE SUCÇÃO

Após o fechamento das seis comportas deverá ser feita a substituição das bombas existentes no poço de esgotamento por bombas submersíveis de polpa, com capacidade para rejeito de minério, e iniciado o processo de retirada dos sedimentos depositados nos Tubos de Sucção, utilizando o sistema de esgotamento já previsto para a Casa de Força.

Espera-se que os sedimentos tenham ocupado todo o volume abaixo da elevação 268,00 m (abaixo das turbinas) nos Tubos de Sucção, a montante das comportas.

Os sedimentos serão lançados no Canal de Fuga e daí, através da draga, encaminhados aos “bags”.

Se durante o processo de retirada dos sedimentos dos Tubos de Sucção ocorrer obstrução das tubulações destinadas ao esgotamento, deverá ser utilizado o sistema de hidro jateamento para a desobstrução, em conjunto com uma análise visual qualitativa pelas escotilhas de acesso às turbinas, presentes na galeria de drenagem EL. 268,00m.



Figura 04 - UHE Risoleta Neves

QUANTIDADES BÁSICAS APROXIMADAS DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DE CAMPO

Dragagem e limpeza do canal de fuga para envelopamento em “bags”

- ✓ Volume mínimo a ser removido: 25.00m³
- ✓ Distância de Recalque aproximada:..... 600m
- ✓ Profundidade máxima de dragagem: 14m
- ✓ Vazão mínima: 180m³/h
- ✓ Percentual de sólidos:..... 30% a 35% em média
- ✓ Peso específico lama de rejeito de minério:.....aprox.. 3,0 g/cm³
- ✓ Tubulação: 700 m de tubulação, da frente de serviço até o recalque no bag

PEAD 4”, PE 100/PN 10 Conexão por luva a cada 12 metros.

Flutuadores de polietileno para cabos e tubulações



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Bomba de polpa para limpeza das ranhuras das comportas tipo stop log's de jusante:

- ✓ Capacidade de bombeamento base água: 220 m³ /h.
- ✓ Capacidade de bombeamento polpa de rejeito de minério: entre 55 – 75m³//h.
(Função do peso específico).
 - ✓ Concentração máxima de sólidos no bombeamento: 65%.
 - ✓ Densidade da polpa: 4,6 g/cm³
 - ✓ Profundidade máxima de submergência: 28 m.
 - ✓ Pressão de sucção / recalque: 3,8 bar .
 - ✓ Alimentação elétrica: 440 v.

Desmonte por indução evitando danos às estruturas.

Dados do Hidro jateamento:

- ✓ Hidrojato de alta e média pressão – Características:
- ✓ Pressão de trabalho: 150 bar
- ✓ Vazão aproximada: 150 litros por minuto
- ✓ Alcance (comprimento de mangueira): 150 m

Bombas de Polpa. (boosters auxiliares terrestres):

- ✓ Vazão: 80 m³/h
- ✓ Diâmetro da tubulação: 4”;
- ✓ Altura manométrica total: 27,5 mca
- ✓ Densidade da polpa: 4,60
- ✓ Rotação: 1650 rpm.
- ✓ Revestimento em PEAD.

PLANO DE MONITORAMENTO

Para controlar a qualidade da água durante o processo de dragagem, alguns locais de amostragem da água do rio Doce foram definidos levando em consideração todas as operações em andamento. Portanto, em cada local onde há interferência entre a operação e a água do rio, há um ponto de coleta de água antes e um depois considerando o fluxo de água do rio. Tem-se como objetivo medir e controlar o impacto causado pela tarefa em execução. Pode-se tomar como exemplo o Setor 1, que recebe sedimento dragado e fica entre os pontos 5 e 4.

Segue abaixo relação dos pontos que serão monitorados durante a execução da dragagem com utilização das áreas de disposição dos setores 1, 4 e 5. Alguns pontos serão monitorados continuamente durante a execução, destacados abaixo. Outros pontos serão monitorados apenas quando utilizadas as áreas de disposição, ou quando houver dragagem à jusante do reservatório.

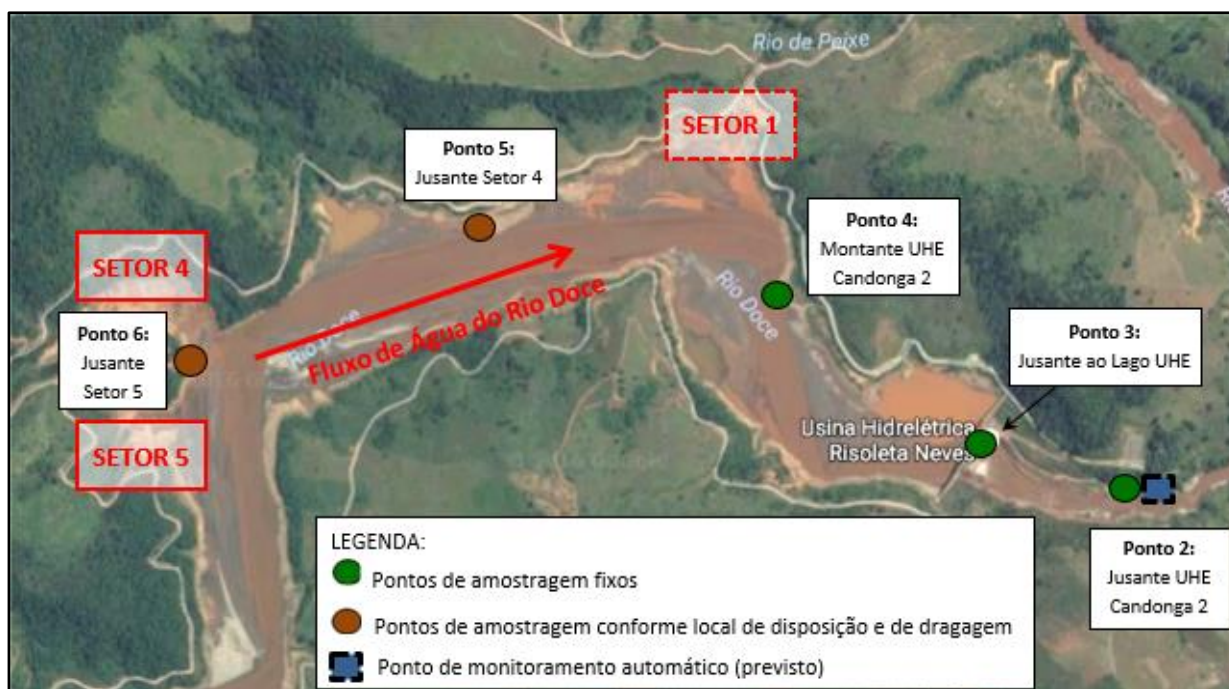


Figura 05 - Pontos para monitoramento dos setores

No monitoramento realizado durante a fase de deplecionamento, foram utilizados outros pontos de amostragem a montante e a jusante. O ponto a jusante das operações, que será considerado, será o Ponto 3 (Jusante ao Lago UHE), na região da entrada do vertedouro do barramento principal.

O ponto considerado a montante da área de operação foi estabelecido de modo a estar a montante de todas as operações de dragagem em execução, inclusive anterior às áreas de disposição. Atualmente este ponto está localizado na região da ponte que liga as cidades de Santa Cruz do Escalvado e Rio Doce. Este ponto é denominado por Montante ao Lago UHE (Ponto 7). Vale ressaltar que o mesmo deverá ser alterado à medida que outros setores e/ou intervenções sejam realizadas à montante desta coordenada. Sendo assim, deverá ser feito uma revisão deste plano sempre que houver a necessidade de alguma atividade operacional fora da área atualmente monitorada.

Outro ponto a ser monitorado está situado no município de Sem-Peixe. Este ponto deve ser monitorado de forma contínua, para verificar a turbidez e total de sólido suspenso à jusante da hidrelétrica Risoleta Neves. Na Figura abaixo pode ser visto a localização do ponto de Sem-Peixe (Sem Peixe 2).



Figura 06 - Ponto de monitoramento montante ao lago



Figura 07 - Ponto de monitoramento em Sem Peixe

PLANO DE AMOSTRAGEM

O plano de amostragem para os pontos citados anteriormente deve ser realizado utilizando os seguintes critérios:

A – A coleta e análise de água devem ser realizadas sempre que houver dragagem de material;

B – Deve ser realizada coleta à montante e à jusante do Setor sempre antes de começar a dragar;

C - A coleta de água à montante e à jusante do(s) ponto(s) de transbordo de material dragado deve ser feita a cada 60 minutos para teste de turbidez e teor de sólidos suspenso;

D – Sempre que houver dragagem deve haver coleta nos pontos “Ponto 2”, “Ponto 3”, “Ponto 4” e “Ponto 7”;

E – Devem ser utilizadas as informações de vazão do Rio Doce e o índice pluviométrico sempre que houver dragagem;

F – Não é preciso fazer coleta e monitoramento de turbidez nos pontos que não estão relacionados com a dragagem;

G – A referência para tomada de ação na operação, seja ela, parar a dragagem ou alterar o processo deve ser a comparação entre o valor de turbidez do Ponto 3 e o Ponto 7, ou seja, o Ponto 3 deve ser menor ou igual que 120% ao Ponto 7.

Plano de Monitoramento Hídrico				
Tipo de ponto	Ponto Amostragem	Etapa	Frequência	Parâmetros
●	Ponto 1	Contínuo	1 h	Turbidez e TSS
●	Ponto 2	Contínuo	1 h	Turbidez e TSS
●	Ponto 3	Contínuo	1 h	Turbidez e TSS
●	Ponto 4	Contínuo	1 h	Turbidez e TSS
●	Ponto 5	Ativo para Setor 1 ou 4	1 h	Turbidez e TSS
●	Ponto 6	Ativo para Setor 4 ou 5	1 h	Turbidez e TSS
●	Ponto 7	Contínuo	1 h	Turbidez e TSS

Figura 08 - Plano de monitoramento hídrico



Figura 09 - Medidor fixo de turbidez e teor de sólido suspenso



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho é dinâmico e precisará de adequações à medida que for avançando, mas espera-se que, com as ações de controle e monitoramento, haja uma operação de dragagem sem agravamento da qualidade hídrica do rio causada pela operação. Contudo, a Fundação Renova tem concentrado esforços para realizar a dragagem de sedimentos na região de Candonga de forma controlada para acelerar a recuperação ambiental da região.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.3) REQUISITO (06)

Requisito 06: Programa de Medição líquida e sólida com vistas a monitorar o reservatório da UIIE Candonga e realizar balanços de massa incluindo batimetrias sistemáticas ao longo de todo o reservatório, montante e jusante assim como implantar seções transversais de medição líquida e sólida tanto em suspensão quanto de arraste sendo uma a montante da área de influencia do remanso do reservatório e outra a jusante da UHE. As medições devem obedecer as normas técnicas e boas práticas pertinentes e serem realizadas com periodicidades suficiente para estabelecimento das curvas chave e realização do balanço de massas. A periodicidade mínima de medição da fração sólida será semanal no período úmido e quinzenal no período seco.

Prazo de apresentação detalhada do programa: 31/07/2017



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Em resposta ao requisito acima, serão desenvolvidos estudos hidrossedimentológicos, englobando a análise e traçado de curvas-chaves de sedimentos e a estimativa da descarga sólida total afluente e defluente ao reservatório. Esses estudos serão realizados a partir dos registros históricos da rede de monitoramento fluviométrica e sedimentométrica existente na bacia do rio Doce, operada pela Agência Nacional de Águas – ANA - e pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM. Quando possível, também serão utilizadas, em caráter complementar, informações disponibilizadas pela rede de monitoramento quali-quantitativa operada pela SAMARCO/RENOVA.

Tais informações serão incorporadas a um modelo de simulação computacional para análise dinâmica do transporte de sedimentos no trecho de interesse. Por meio desses estudos será possível realizar o balanço de massas dos sedimentos afluentes e defluentes ao reservatório, bem como avaliar a dinâmica de deposição ao longo de toda a sua extensão.

Com o desenvolvimento e resultados do referido trabalho, será possível obter elementos técnicos para embasar a construção de um sólido plano ou programa de monitoramento de descargas sólidas e líquidas, sobre a perspectiva de monitorar o balanço de massas no reservatório, a vida útil do reservatório e da usina e a qualidade da água a ser entregue no rio Doce.

Nesse plano ou programa será feita a especificação de seções fluviais para instalação de estações fluviométricas, sedimentométricas e de qualidade da água, a montante a jusante do reservatório da usina, bem como a indicação: (i) dos equipamentos a serem instalados e utilizados nas campanhas de medição de descargas líquidas e sólidas e na coleta de amostras de sedimentos; (ii) dos métodos de medição a serem empregados de acordos com as melhores práticas nacionais e internacionais de hidrometria; (iii) da especificação de campanhas de monitoramento batimétrico e topográfico do reservatório; (iv) da especificação de ensaios de laboratório a serem executados; e (iii) da frequência e periodicidade da campanhas de medição e ensaios.

Referente a medição de descarga sólida serão adotados os procedimentos hidrométricos praticados atualmente pela ANA e IGAM, nos quais preveem a medição apenas de sólidos transportados em suspensão, dada a dificuldade prática e logística de se medir o material transportado por arraste, além da dificuldade de encontrar equipamentos e profissionais qualificados para execução dessas últimas medições.

Para cálculo da descarga sólida de arraste, serão utilizados métodos indiretos tendo como base as fórmulas empíricas relacionadas em CARVALHO (N. O. Carvalho, Hidrossedimentologia Prática, 2ª edição, editora Interciênica, 2008), que correlacionam a descarga sólida de arraste a partir da descarga sólida em suspensão, granulometria do material e temperatura da água.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.4) REQUISITOS (03, 07, 08, 09, 17, 19, 21 e 22)

Requisito 03 - Ambas as alternativas (Cenário 1 e Cenário 2) devem ser perseguidas, contudo, ação intrínseca às duas alternativas, deve necessariamente buscar segurança e incremento dos esforços das atividades concernentes a reduzir os prazos de implantação, finalização e início de operação do complexo de disposição de rejeitos da Fazenda Floresta, o que pode, inclusive, adiantar o cronograma final da Fase 1;

Requisito 07 - Barramentos A, B e C: Definir e explicitar datas-marco de cada uma das principais estruturas e atividades para acompanhamento dos órgãos de controle;

Requisito 08 - Barramento A: Adotar a data de 18/08/2017 como “data-alvo” para enchimento parcial “ótimo” do reservatório, visando mitigar questões ambientais e contribuir com os trabalhos de reabilitação da UHE;

Requisito 09 - Barramento C: Que as ações de implantação do Barramento C sejam fortemente incrementadas, inclusive com adoção de turnos adicionais, visando que este barramento esteja finalizado antes do início do período chuvoso;

Requisito 17 - Apresentar cronograma de instalação das estruturas das Bacias 1 e 2, e as adequações já previstas em projeto;

Requisito 19 - Prever a realização de trabalhos no complexo de disposição de rejeitos da Fazenda Floresta em, no mínimo, dois turnos, sendo desejável a implantação de terceiro turno até a conclusão de suas principais estruturas;

Requisito 21 - Linha de PEAD: apresentar cronograma de maneira mais detalhada, indicando status fundiário de todo o percurso, prazos de início da instalação, evolução e finalização, assim como incremento de esforços para diminuição dos prazos;

Requisito 22 - Linha de PEAD: apresentar detalhamento dos cronogramas e destacar datas-marco, como de início, evolução, término das implantações e início de operação de cada estrutura, que deverão servir de indicadores de adimplimento do escopo x cronograma proposto;



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Em resposta aos requisitos acima, informamos que o planejamento das obras foi realizado seguindo uma sequência lógica definida no cronograma de serviços e as especificidades de cada frente de serviço.

Além disso, nas etapas de planejamento e de execução necessariamente serão considerados os requisitos de segurança e incremento dos esforços das atividades concernentes a reduzir os prazos de implantação.

Como pode ser observado no cronograma de permanência de equipamentos, serão disponibilizados os recursos necessários para evolução simultânea das frentes de serviço, mecanizando ao máximo os processos executivos e garantindo, assim, o cumprimento dos prazos.




ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

MARCOS DE ACOMPANHAMENTO (ANEXO VI)

Tabela 01 – Marcos de Acompanhamento



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

 RECUPERAÇÃO DA UHE RISOLETA NEVES MARCOS DE ACOMPANHAMENTO	
Tarefa	Término
Barreiras Metálicas	31/10/2017
Conclusão do Barramento A	31/08/2017
Conclusão Barramento B	11/04/2017
Conclusão do Barramento C	31/10/2017
Estruturas Fazenda Floresta / Demais Interferências	14/03/2018
Conclusão parcial das obras da Fazenda Floresta para disposição do material dragado (Bacias e Dique Intermediário)	10/11/2017
Conclusão total das obras da Fazenda Floresta para disposição do material dragado (Dique Principal el 375)	20/11/2017
Conclusão total das obras da Fazenda Floresta para disposição do material dragado (Dique Principal el 390)	22/01/2018
Conclusão Vertedouro setor 4	14/03/2018
Dragagem	30/05/2018
Conclusão Dragagem região 400m até El. 297,00m	30/05/2018
Conclusão Dragagem do Canal de Fuga	30/10/2017
Conclusão dragagem/Limpeza CF Tubo de Sucção	30/10/2017
Conclusão das obras de instalação de água de selo para as Turbinas	31/08/2017
Retorno da UHE Risoleta Neves	30/05/2018
Restituição da Curva Chave de Jusante	04/11/2017
Liberação para enchimento (ACP, CIF, SUPRAN, etc.)	30/05/2018
Check List – liberação para enchimento do reservatório da usina até elevação 327,50m	30/05/2018
Meio Ambiente / Estudos	25/06/2018
Estudos Hidrológicos	31/10/2017
Estudos hidrosedimentológicos	31/10/2017
Estudos Energéticos	08/02/2018
PRAD reservatório	18/04/2018
Recuperação dos taludes ME e MD	18/04/2018
Consolidação/Definição do licenciamento ambiental das obras no reservatório da usina	30/05/2018
Conclusão da Recuperação Ambiental dos setores utilizados como disposição	30/05/2018

REGIME DE TRABALHO



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Com o objetivo de garantir o cumprimento dos marcos de controle estabelecidos para o retorno da UHE Risoleta Neves, e ainda, maximizando a produção no período seco, os serviços de terraplenagem serão executados em 02 (dois) turnos de trabalho.

PRATICABILIDADE (ANEXO VII)

Estabelecido, a seguir, para cada grupo de serviço e para cada mês a disponibilidade horária mensal, no intuito de definir parâmetros confiáveis que orientam o planejamento da obra e o consequente dimensionamento de recursos.

O elemento fundamental neste estudo é o gráfico de Dias de Chuva apresentado a seguir e as premissas básicas adotadas são as seguintes.

Para os dias de chuvas com índice até que 5mm atrapalham os serviços em 50% da jornada programada;

b) dias de chuva com índice superior a 5mm e até 10mm acarretam paralisação de 75% da jornada programada;

c) dias de chuva com índice superior a 10mm e até 20mm acarretam paralisação de 100% da jornada programada;

d) dias de chuva com índice superior a 20mm acarretam paralisação de 100% da jornada programada além de outros 50% da jornada seguinte.

Segue abaixo as tabelas com a praticabilidade adotada de acordo com as características de cada obra.

Tabela 02 – Estudo de praticabilidade para terraplenagem

ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

ESTUDO DE PRATICABILIDADE ADOTADO PARA O PLANEJAMENTO DA FAZENDA FLORESTA

CALENDÁRIO	MÊS	DIAS ÚTEIS (sábado trabalhado)	JORNADA DE TRABALHO	5% PERDA DISPONIBILIDADE MECÂNICA	JORNADA ABATENDO DISPONIBILIDADE MECÂNICA	8,8% PERDAS OPERACIONAIS	JORNADA ABATENDO DISPONIBILIDADE OPERACIONAIS	% DE IMPRATICABILIDADE	HORAS IMPRATICÁVEIS	HORAS PRATICÁVEIS NO MÊS	HORAS PRATICÁVEIS NO DIA
		A	B	C = A*5%	D = B-C	E = D*8,8%	F = D-E	G	H = F*G	I = F-H	J = I/A
TERRAPLENAGEM	abr-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	23%	83,69	277,31	11,09
	mai-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	10%	37,45	323,55	12,94
	jun-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	6%	21,13	339,87	13,59
	jul-17	26,00	433,33	21,67	411,66	36,23	375,44	6%	21,47	353,97	13,61
	ago-17	26,00	433,33	21,67	411,66	36,23	375,44	7%	24,53	350,91	13,50
	set-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	16%	56,20	304,80	12,19
	out-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	32%	115,83	245,17	9,81
	nov-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	48%	174,01	186,99	7,48
	dez-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	58%	208,86	152,14	6,09
	jan-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	52%	185,97	175,03	7,00
	fev-18	24,00	400,00	20,00	380,00	33,44	346,56	34%	116,47	230,09	9,59
	mar-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	38%	138,46	222,54	8,90
	abr-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	23%	83,69	277,31	11,09
	mai-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	10%	37,45	323,55	12,94
	jun-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	6%	21,13	339,87	13,59
	jul-18	26,00	433,33	21,67	411,66	36,23	375,44	6%	21,47	353,97	13,61
	ago-18	26,00	433,33	21,67	411,66	36,23	375,44	7%	24,53	350,91	13,50
	set-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	16%	56,20	304,80	12,19
	out-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	32%	115,83	245,17	9,81
	nov-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	48%	174,01	186,99	7,48
	dez-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	58%	208,86	152,14	6,09

NOTAS:
1) Considerado não trabalhado os feriados Nacionais, Estaduais e Municipais.
2) Jornada de trabalho: 1º Turno - 07:00hs às 16:20hs (1h de intervalo) e 2º Turno - 16:30hs às 01:40hs (1h de intervalo)
3) Horas não trabalhadas por dia: Indisponibilidade mecânica do equipamento 5% e Perdas operacionais 8,8%.

Tabela 03 – Estudo de praticabilidade para diques

ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

CALENDÁRIO	MÊS	DIAS ÚTEIS (sábado trabalhado)	JORNADA DE TRABALHO	5% PERDA DISPONIBILIDADE MECÂNICA	JORNADA ABATENDO DISPONIBILIDADE MECÂNICA	8,8% PERDAS OPERACIONAIS	JORNADA ABATENDO DISPONIBILIDADE OPERACIONAIS	% DE IMPRATICABILIDADE	HORAS IMPRATICÁVEIS	HORAS PRATICÁVEIS NO MÊS	HORAS PRATICÁVEIS NO DIA
		A	B	C = A*5%	D = B-C	E = D*8,8%	F = D-E	G	H = F*G	I = F-H	J = I/A
DIQUES	abr-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	23%	83,69	277,31	11,09
	mai-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	10%	37,45	323,55	12,94
	jun-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	6%	21,13	339,87	13,59
	jul-17	26,00	433,33	21,67	411,66	36,23	375,44	6%	21,47	353,97	13,61
	ago-17	26,00	433,33	21,67	411,66	36,23	375,44	7%	24,53	350,91	13,50
	set-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	16%	56,20	304,80	12,19
	out-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	32%	115,83	245,17	9,81
	nov-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	48%	174,01	186,99	7,48
	dez-17	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	58%	208,86	152,14	6,09
	jan-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	52%	185,97	175,03	7,00
	fev-18	24,00	400,00	20,00	380,00	33,44	346,56	34%	116,47	230,09	9,59
	mar-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	38%	138,46	222,54	8,90
	abr-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	23%	83,69	277,31	11,09
	mai-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	10%	37,45	323,55	12,94
	jun-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	6%	21,13	339,87	13,59
	jul-18	26,00	433,33	21,67	411,66	36,23	375,44	6%	21,47	353,97	13,61
	ago-18	26,00	433,33	21,67	411,66	36,23	375,44	7%	24,53	350,91	13,50
	set-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	16%	56,20	304,80	12,19
	out-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	32%	115,83	245,17	9,81
	nov-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	48%	174,01	186,99	7,48
dez-18	25,00	416,67	20,83	395,84	34,83	361,00	58%	208,86	152,14	6,09	

NOTAS:
1) Considerado não trabalhado os feriados Nacionais, Estaduais e Municipais.
2) Jornada de trabalho: 1º Turno - 07:00hs às 16:20hs (1h de intervalo) e 2º Turno - 16:30hs às 01:40hs (1h de intervalo)
3) Horas não trabalhadas por dia: Indisponibilidade mecânica do equipamento 5% e Perdas operacionais 8,8%.

Tabela 04 – Estudo de praticabilidade para obras civis

ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

CALENDÁRIO	MÊS	DIAS ÚTEIS (sábado trabalhado)	JORNADA DE TRABALHO	5% PERDA DISPONIBILIDADE MECÂNICA	JORNADA ABATENDO DISPONIBILIDADE MECÂNICA	8,8% PERDAS OPERACIONAIS	JORNADA ABATENDO DISPONIBILIDADE OPERACIONAIS	% DE IMPRACTABILIDADE	HORAS IMPRATICÁVEIS	HORAS PRATICÁVEIS NO MÊS	HORAS PRATICÁVEIS NO DIA
		A	B	C = A*5%	D = B-C	E = D*8,8%	F = D-E	G	H = F*G	I = F-H	J = I/A
OBRAS CIVIS	abr-17	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	16%	59,93	320,07	12,80
	mai-17	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	2%	6,55	373,45	14,94
	jun-17	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	0%	0,00	380,00	15,20
	jul-17	26,00	433,33		433,33	38,13	395,20	0%	0,00	395,20	15,20
	ago-17	26,00	433,33		433,33	38,13	395,20	0%	0,00	395,20	15,20
	set-17	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	7%	28,20	351,80	14,07
	out-17	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	26%	97,02	282,98	11,32
	nov-17	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	43%	164,17	215,83	8,63
	dez-17	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	54%	204,40	175,60	7,02
	jan-18	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	47%	177,98	202,02	8,08
	fev-18	24,00	400,00		400,00	35,20	364,80	27%	99,23	265,57	11,07
	mar-18	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	32%	123,14	256,86	10,27
	abr-18	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	16%	59,93	320,07	12,80
	mai-18	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	2%	6,55	373,45	14,94
	jun-18	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	0%	0,00	380,00	15,20
	jul-18	26,00	433,33		433,33	38,13	395,20	0%	0,00	395,20	15,20
	ago-18	26,00	433,33		433,33	38,13	395,20	0%	0,00	395,20	15,20
	set-18	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	7%	28,20	351,80	14,07
	out-18	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	26%	97,02	282,98	11,32
	nov-18	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	43%	164,17	215,83	8,63
dez-18	25,00	416,67		416,67	36,67	380,00	54%	204,40	175,60	7,02	

NOTAS:
1) Considerado não trabalhado os feriados Nacionais, Estaduais e Municipais.
2) Jornada de trabalho: 1º Turno - 07:00hs às 16:20hs (1h de intervalo) e 2º Turno - 16:30hs às 01:40hs (1h de intervalo)
3) Horas não trabalhadas por dia: Indisponibilidade mecânica do equipamento 5% e Perdas operacionais 8,8%.

FRENTES DE SERVIÇOS

Conforme informado no item anterior, as frentes de serviço serão divididas de forma a beneficiar a sequência de ataque à obra. A obra deverá ser dividida em 7 (sete) áreas, cuja execução será realizada de forma independente.

A seguir são apresentadas as frentes de serviço consideradas no planejamento dos cenários:

Frente de Serviço 1: Barramento A;

Frente de Serviço 2: Barramento B (Concluído);

Frente de Serviço 3: Barramento C;

Frente de Serviço 4: Dragagem dos sedimentos;

Frente de Serviço 5: Setor 8 e Pilha do Velho Soberbo;

Frente de Serviço 6: Setor 1, 5 e 6;

Frente de Serviço 7: Setor 11 – Fazenda Floresta.

Apresentamos abaixo uma planta chave com as localizações das frentes de serviços:

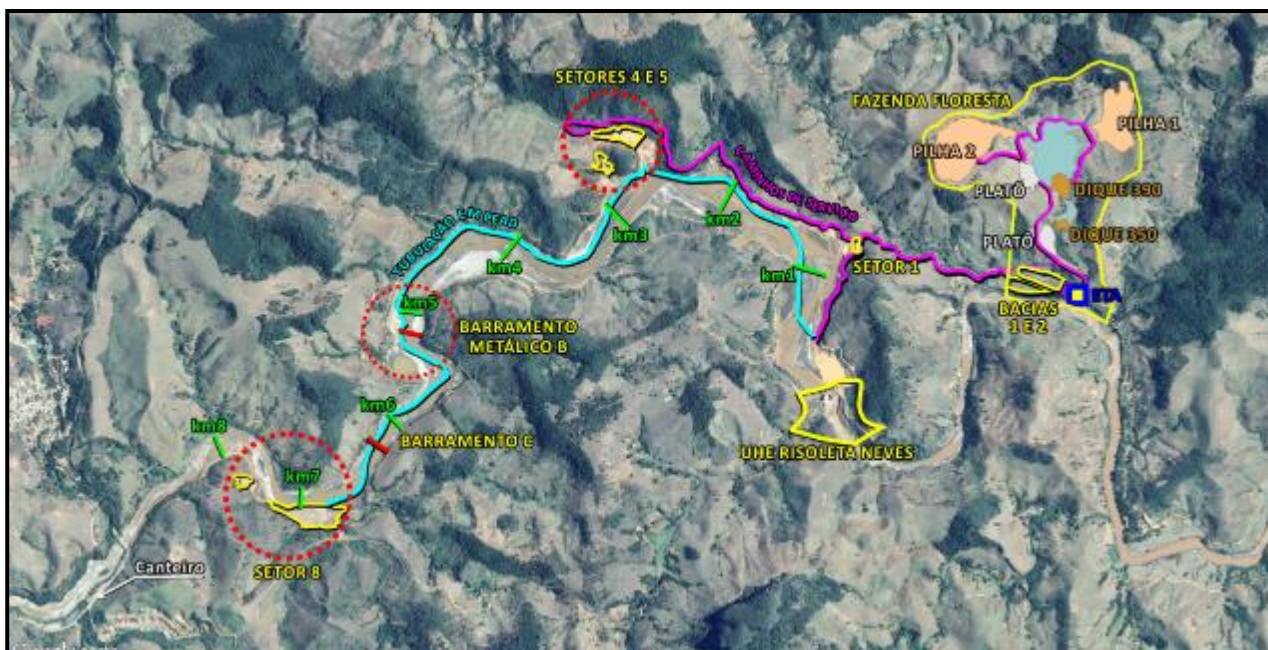


Figura 01 – Áreas de disposição da UHE Risoleta Neves

As dragas B20 e B50 atualmente estão dragando para os setores 1, 5 e 8. A estratégia da Fundação Renova é ampliar as áreas de disposição através da implantação das estruturas da Fazenda Floresta (bacia 1, bacia 2, dique intermediário, dique principal, pilha 1, pilha 2 e a ETE (planta de polímero)) e executar as limpezas dos setores 1, 5 e 8, aumentando significativamente o volume para disposição do material dragado.

Apresentaremos as frentes de serviços com as principais informações das obras, conforme segue abaixo:

FRENTE DE SERVIÇO 1: Barramento A

Status das obras: Concluído em jul/17 os serviços de cravação de tubos e perfis e execução do aterro de conquista.

Em andamento os serviços de instalação dos tirantes, concretagem e arrasamento das estacas metálicas.

Principais equipamentos utilizados: Guindaste de esteira, martelo vibratório, caminhão guindauto, escavadeira hidráulica, caminhão traçado e trator de esteira.



Figura 02 – Eixo/*Pipeshop* do Barramento A

FRENTE DE SERVIÇO 2: Barramento B (concluído)



Figura 03– Vista Superior / Lateral do Barramento B

FRENTE DE SERVIÇO 3: Barramento C

Status das obras:

- ✓ Investigações geotécnicas concluídas;
- ✓ Emitido o projeto executivo;
- ✓ Contratado o fornecimento das estacas metálicas e acessórios;
- ✓ Em fase final de contratação da empresa responsável pela execução dos serviços;
- ✓ Início das obras previsto para Ago/17;
- ✓ Término previsto das obras: 31/10/2017.

FRENTE DE SERVIÇO 4: Dragagem dos sedimentos

Status das obras: Dragagem em andamento para o setor 1, 5 e 8.

Principais equipamentos utilizados: Dragas B20 e B50

Término das Obras: Conforme cronograma (ANEXO IV)



Figura 04 – Vista Superior / Lateral do Barramento B



Figura 05– Posicionamento dos Equipamentos de Dragagem

FRENTE DE SERVIÇO 5: Setor 8 e Pilha do Velho Soberbo

Status das obras: Limpeza do setor 8 para a pilha do Velho Soberbo e dragagem dos sedimentos para o setor;

Principais equipamentos utilizados: Escavadeira hidráulica, caminhão traçado, trator de Esteira e **Draga B50**;

Término das Obras: Conforme cronograma (**ANEXO IV**)



Figura 06 – Escavação Mecanizada do Setor 8



Figura 07 – Escavação Mecanizada / Empilhamento Velho Soberbo

FRENTE DE SERVIÇO 6: Setor 1 e 5 e 6

Status das obras: Em andamento a limpeza mecanizada dos setores 1 e 5 e dragagem dos sedimentos para os setores;

Em andamento a limpeza e conformação do setor 6 para o empilhamento de material escavado dos setores supracitados.

Principais equipamentos utilizados: escavadeiras hidráulicas, caminhões traçados, trator de esteira e **Draga B20**.

Término das Obras: Conforme cronograma (**ANEXO IV**)



Figura 08 – Local das obras do Setor 4

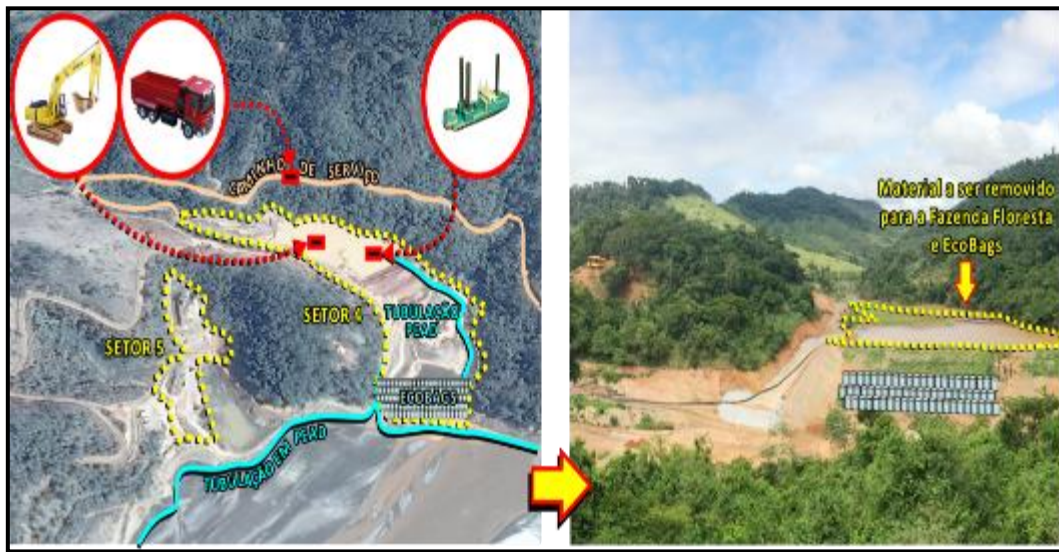


Figura 09 – Escavação Mecanizada / Dragagem

FRENTE DE SERVIÇO 7: Setor 11 – Fazenda Floresta

Status das obras: Em fase final de contratação da empresa responsável pela execução das obras. Início dos serviços previsto para o dia 01/08/2017.

Principais equipamentos utilizados: Dragas B20 e B50;

Término das Obras: Conforme cronograma **(ANEXO IV)**

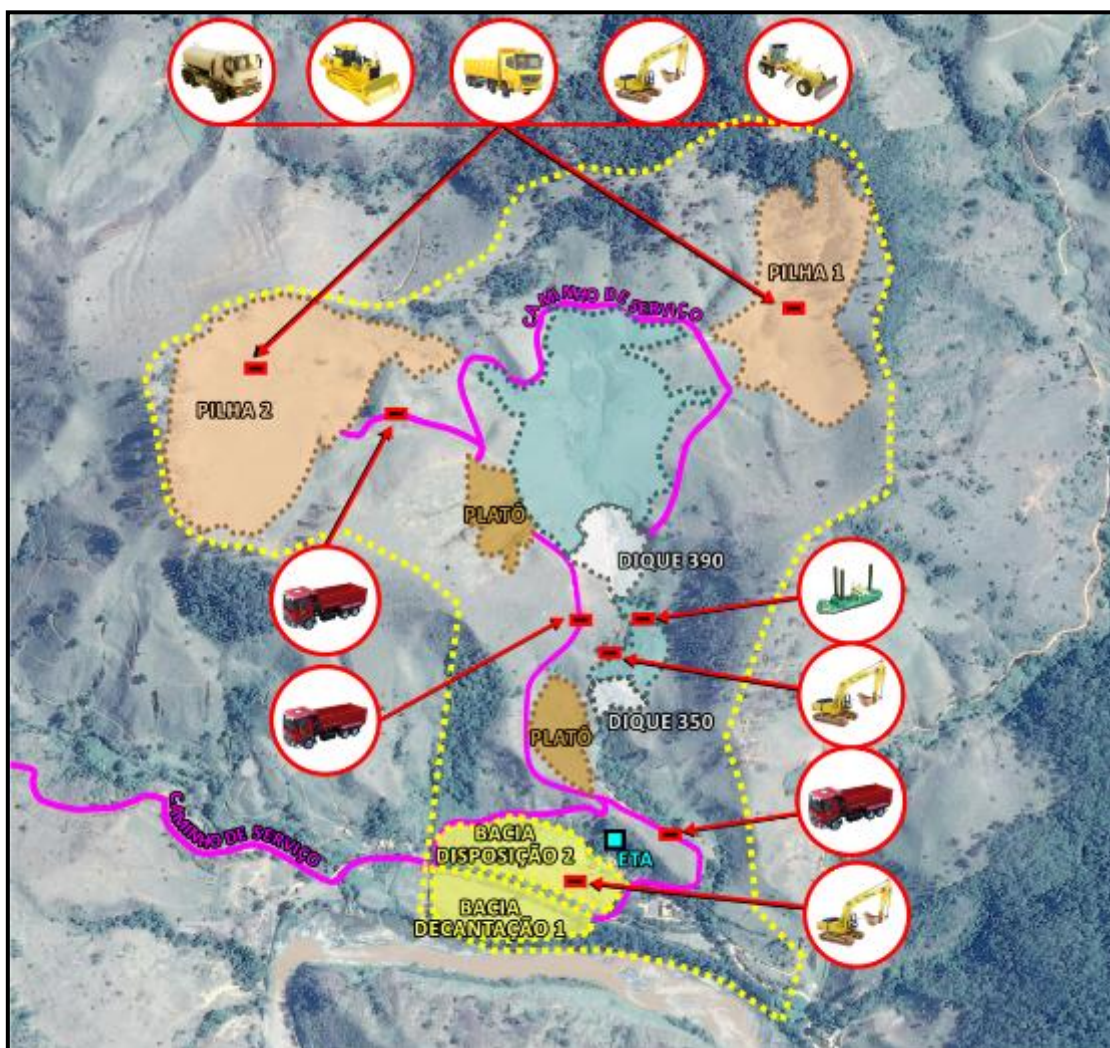


Figura 10 – Escavação Mecanizada / Dragagem para Fazenda Floresta

CURVAS DE SERVIÇOS NOTÁVEIS (ANEXO I)

Conforme anexo.

Tabela 05 - Curva de Serviços Notáveis

CURVAS DE SERVIÇOS NOTÁVEIS									
TIPO	jul-17	ago-17	set-17	out-17	nov-17	dez-17	jan-18	fev-18	mar-18
ESCAVAÇÃO - TERRAPLENAGEM (m³) - RESUMO			271.345	254.549	120.872	562	128	243	
ATERRO - TERRAPLENAGEM (m³) - RESUMO			35.065	171.603	117.297	12.623			
ENROCAMENTO (m³) - RESUMO				32.815	33.463	23.174	19.624	15.578	
FILTROS (m³) - RESUMO			5.556	30.480	15.778	3.069	1.071	686	
LIMPEZA TOP-SOIL (m³) - RESUMO		7.078	92.922						
REVEGETAÇÃO (m²) - RESUMO					4.218	13.701	3.539	4.919	

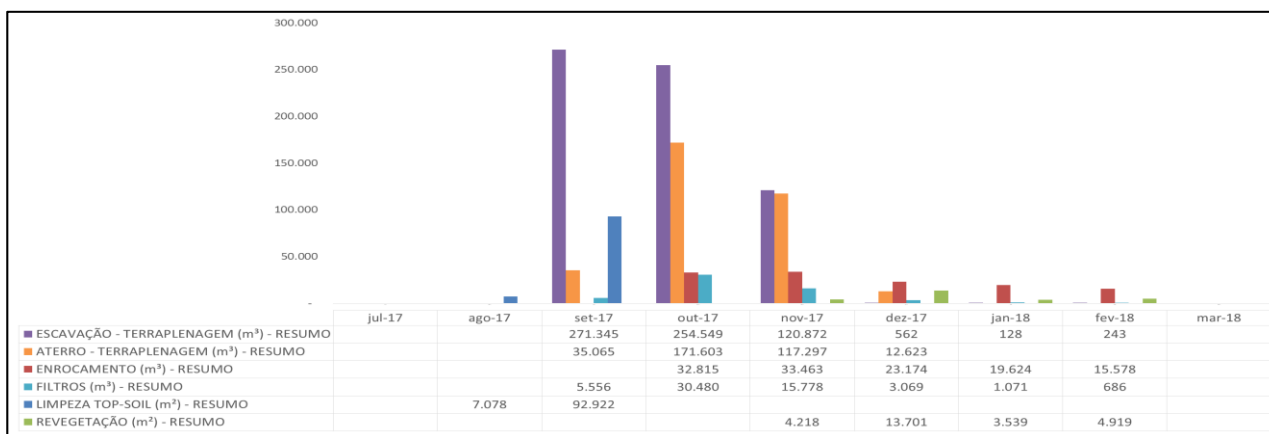


Figura 11 – Gráfico dos Serviços Notáveis

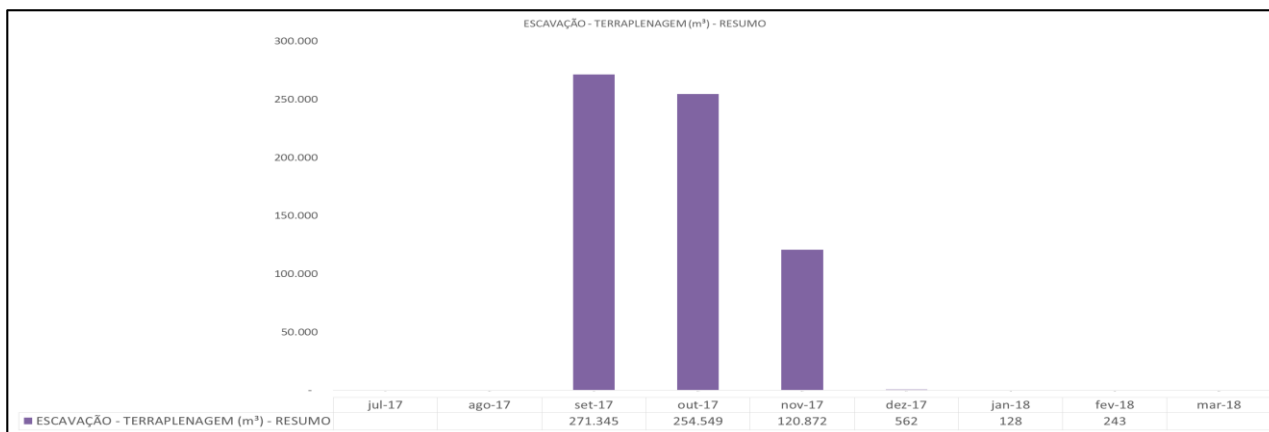


Figura 12 – Gráfico de Escavação - Terraplenagem

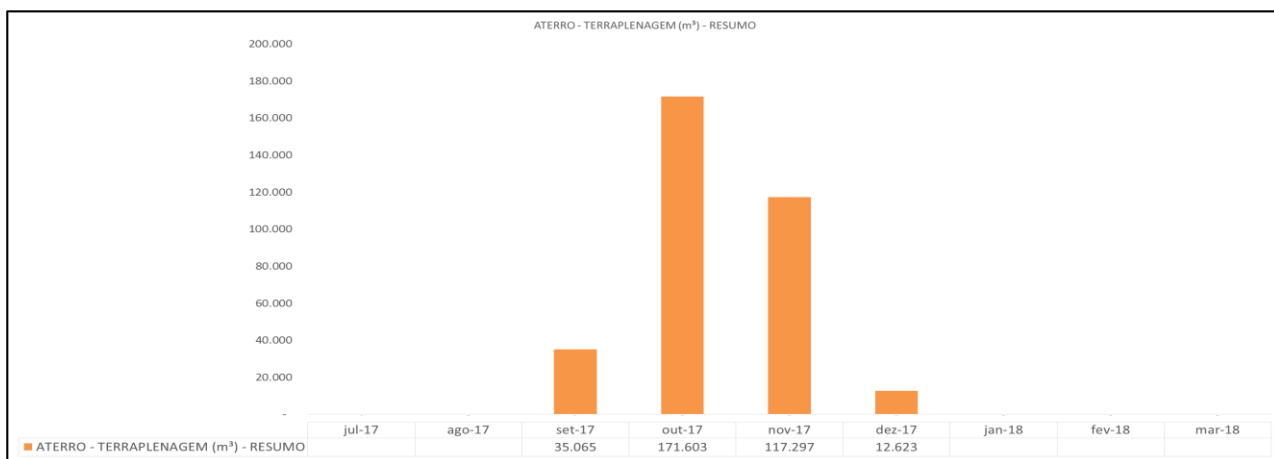


Figura 13 - Gráfico de Aterro - Terraplenagem

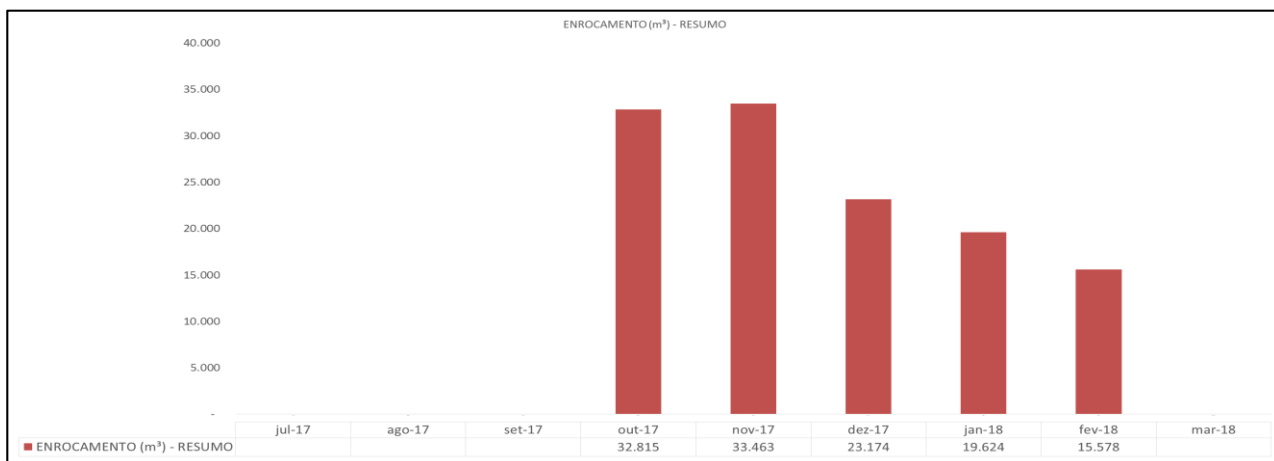


Figura 14 – Gráfico de Enrocamento

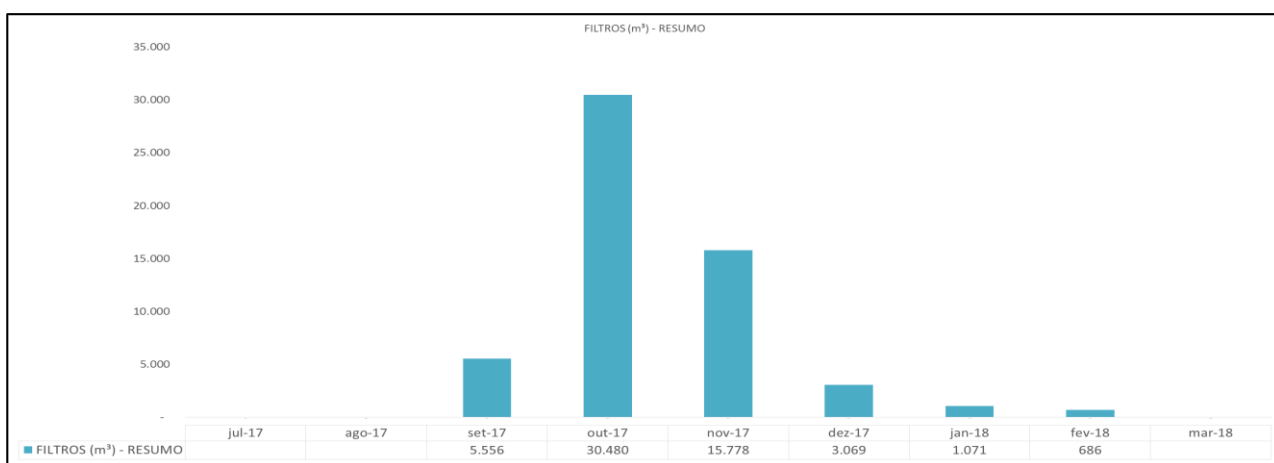


Figura 15 – Gráfico dos Filtros

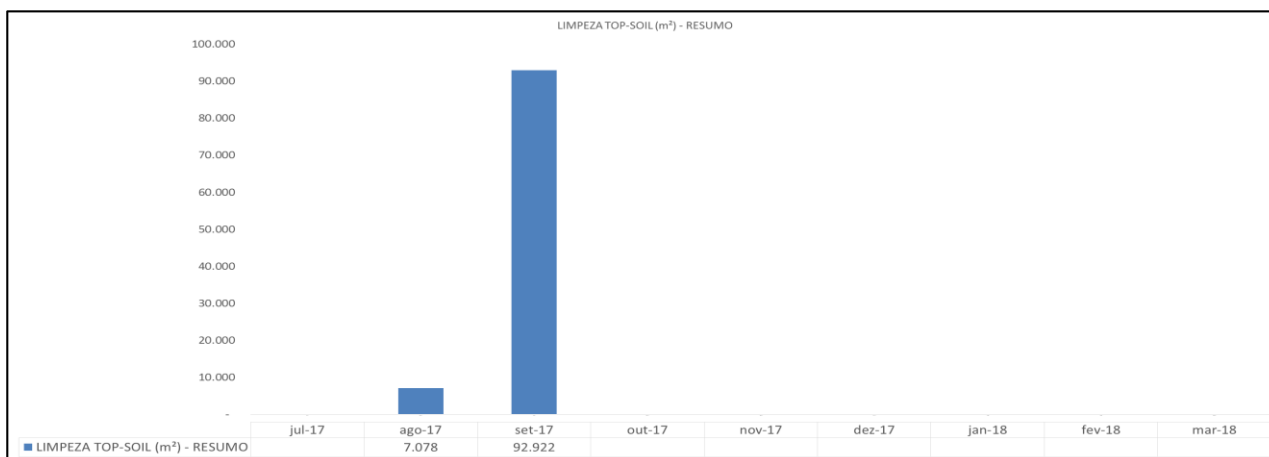


Figura 16 – Gráfico de Limpeza (TOP SOIL)

HISTOGRAMA M.O. E EQUIPAMENTOS (ANEXO II e III)

Conforme anexo.

CRONOGRAMA DETALHADO DAS OBRAS (ANEXO IV)

Conforme anexo.

CENÁRIOS DE CONCLUSÃO DA FASE 1

No plano de trabalho original foram apresentados alguns cenários de acordo com as variáveis abaixo:

- Viabilidade da Dragagem para montante do Barramento B;
- Volume livre necessário entre o Barramento A e o barramento da hidrelétrica para garantir o retorno operacional da UHE Risoleta Neves;
- Variação de volume de sedimentos que serão carreados para o local da Fase 1 durante o processo de remoção.

Com a evolução dos estudos técnicos realizados após apresentação do plano de trabalho, observou-se a inviabilidade da dragagem para montante do barramento B. Desta forma, nesta revisão de cronograma, consideramos a variável de carreamento adicional nas simulações de prazo a para concluirmos a fase 1.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Para tal, cabe destacar que os resultados da batimetria realizada 13 de julho de 2017, o volume atual de sedimentos que precisam ser removidos na fase 1 é de 789.713 m³. Além disso, comparando os últimos resultados batimétricos, foram revisadas as projeções de carreamento adicional de sedimentos durante a fase 1 para 10.000 m³/mês no período seco, e 15.000m³/mês no período chuvoso. Desta forma, o novo volume que foi considerado para dragagem na fase 1 a partir de 25 de julho de 2017 é 924.713m³, conforme cenário de simulação de dragagem x área de disposição **(ANEXO V)**.

RANGE ANALYSIS

Com base nas datas (otimistas, realistas e pessimistas), foi realizada a análise PERT do projeto. A análise PERT consiste na média ponderada das datas de conclusão dos três cenários, em que a data “realista” adquire um peso quatro vezes superior às demais, como indicado na equação abaixo. O resultado dessa análise é uma data mais realista de projeção de término de execução dos serviços.

$$\text{Análise (Data) PERT} = \frac{[\text{Pessimista} + 4 * (\text{Mais Provável}) + \text{Otimista}]}{6}$$

Em posse das estimativas de cada uma das atividades do cronograma foi possível estimar a duração do projeto. Para tal, outros conceitos estatísticos são utilizados. O desvio padrão total projeto se estabelece pela raiz quadrada da soma das variâncias de cada atividade que compõe o projeto. Assim:

$$\text{Desvio Padrão Total do Projeto} = \sqrt{(V1 + V2 + \dots + Vn - 1 + Vn)}$$

O resultado final da estimativa de prazo para a execução do projeto será dado por:

$$\text{Data PERT} \pm \text{Desvio Padrão Total do Projeto}$$

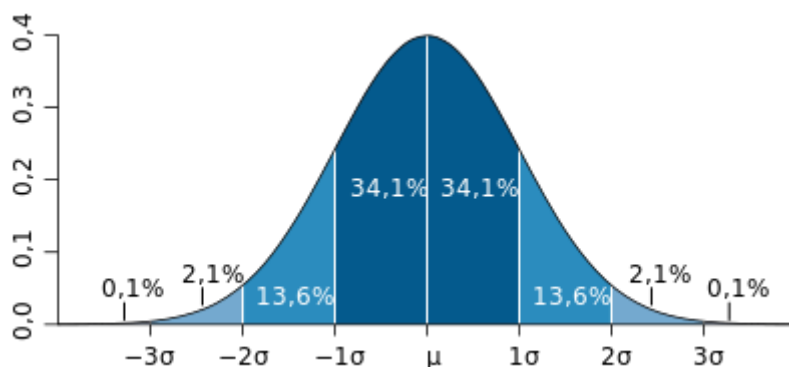


Figura 17 – Curva de Gauss para média (μ) e desvios padrão (σ)

Com base na curva de Gauss foi adotado a probabilidade de ocorrência desejada de *20%, 50%, 80% e 100% assim a data resultante calculada será: Análise PERT $\pm 1,645^*$ (Desvio Padrão).

A tabela abaixo apresenta o resultado da análise probabilística baseado no cronograma atualizado:

Descrição	Determinístico (Meta)		Resultados Range Analysis			
	Início	Término	P20	P50	P80	P100
Barreira A	25/07/17	31/08/17	31/08/17	31/08/17	31/08/17	31/08/17
Barreira C	25/07/17	31/10/17	31/10/17	31/10/17	09/12/17	09/12/17
Validação do Conceito da Fazenda Floresta	25/07/17	31/07/17	31/07/17	31/07/17	31/07/17	31/07/17
Liberação Órgãos Ambientais e Prefeitura Rio Doce	25/07/17	31/07/17	31/07/17	31/07/17	31/07/17	31/07/17
Preparação do Sistema de Bombeamento para Fazenda Floresta	25/07/17	25/10/17	02/11/17	02/11/17	27/11/17	27/11/17
Contratação das Obras da Fazenda Floresta	25/07/17	31/07/17	31/07/17	31/07/17	31/07/17	31/07/17
Mobilização da Obras e Preparação para Obras (Acessos, Limpeza, etc.)	25/07/17	31/08/17	06/09/17	07/09/17	10/09/17	11/09/17
Construção das Bacias 1 e 2	01/09/17	28/10/17	05/11/17	07/11/17	21/11/17	26/11/17
Construção do Dique Intermediário EL354	01/09/17	10/11/17	20/11/17	22/11/17	10/12/17	15/12/17
Construção do Dique Principal EL390	16/09/17	22/01/18	31/01/18	05/02/18	07/03/18	11/03/18
Processo de Dragagem	01/08/17	30/05/18	30/06/18	19/07/18	05/08/18	22/09/18
Dragagem para dragline (+30.000m³)	01/09/17	31/10/17	29/10/17	31/10/17	24/11/17	01/12/17
Dragagem para Setor 1, 4 e 5 (+120.000m³)	01/08/17	31/10/17	28/10/17	31/10/17	22/11/17	30/11/17
Dragagem para Fazenda Floresta (+774.713m³)	31/10/17	30/05/18	30/06/18	19/07/18	05/08/18	22/09/18

Figura 18 – Quadro (Range Analysis) do cronograma atual

Sendo:

- ✓ **P20 – OTIMISTA**, com 20% de chance de probabilidade de conclusão;
- ✓ **P50 – MAIS PROVÁVEL**, com 50% de chance de probabilidade de conclusão;
- ✓ **P80 – CONSERVADOR**, com 80% de chance de probabilidade de conclusão;
- ✓ **P100 – PESSIMISTA**, com 100% de chance de probabilidade de conclusão;



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Considerando a data pactuada com base no plano de trabalho apresentado em abril de 2017, a previsão de conclusão da fase 1 em 08 de julho de 2018, considerada conservadora em abril de 2017, atualmente apresenta 30% de probabilidade de ocorrência. Este resultado reflete os atrasos atuais para início das obras da Fazenda Floresta que já são superiores aos considerados na análise de riscos apresentada no plano de trabalho de abril de 2017. Com isto, podemos afirmar que a conclusão da fase 1 em 08 de julho de 2018 atualmente deve ser considerado como um cenário entre otimista e provável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme resultados apresentados no capítulo anterior, a atualização das simulações de prazos com base nos riscos ainda presentes para conclusão da fase 1, o compromisso de concluir esta fase até 08 de julho de 2018 apresenta 30% de probabilidade de ser efetivado, frente a uma probabilidade de 80% que havia sido considerada para determinarmos a data repactuada para conclusão desta fase. A diminuição da probabilidade de concluirmos a fase 1 na data repactuada deve-se ao atraso na obtenção das autorizações para implementação da Fazenda Floresta superior ao considerado no plano de trabalho original.

Considerando a atualização do cronograma detalhado das obras da Fazenda Floresta, remoção e disposição de sedimentos, a Fundação Renova ratifica que envidará todos os esforços necessários para concluir a Fase 1 da recuperação da UHE Risoleta Neves na data pactuada em abril de 2017 e, para tal, redimensionou os recursos a serem alocados na fase de construção das estruturas da Fazenda Floresta, incluindo a realização de atividades em dois turnos.

Um ponto relevante que deverá ser analisado durante a definição do processo de enchimento do reservatório e fase 2, é a necessidade de continuidade do processo de dragagem durante o processo de enchimento do reservatório que, em virtude da previsão de conclusão da fase 1 ser no período seco de 2018, poderá demandar meses para sua efetivação e, conseqüentemente, requerer ações mitigatórias sobre o efeito de carreamento de sedimentos para a região dos 400 metros a montante da UHE Risoleta Neves.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.5) REQUISITO (10)

Requisito 10 – *Dragagem de Sedimentos: Planejar, mobilizar e operar equipamentos adequadamente especificados e em número suficiente, visando incremento de produtividade e segurança da operação, como redundância/back-up, para retirada de rejeitos dos 400m da UHE Candonga compatíveis ao lançamento do material para o Dique intermediário El. 354. Este equipamento deve estar operacional concomitantemente ao início da operação do Dique Intermediário El. 354.;*

Em resposta ao requisito acima, informamos que de acordo com as a Reunião Ordinária da 11ª Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT- Rejeitos), realizada em 08 de junho de 2017, foi solicitado que a Fundação Renova esclarecesse qual é o escopo de dragagem entre o barramento A e a UHE Risoleta Neves.

Desta maneira a Fundação Renova esclarece que os seguintes serviços que são escopo do projeto da dragagem dos 400 m:

- ✓ Execução do Barramento A;
- ✓ Execução do Barramento B;
- ✓ Execução do Barramento C;

Dragagem dos sedimentos entre o Barramento A e a UHE Risoleta Neves deixando conformado o leito do reservatório conforme figura abaixo:

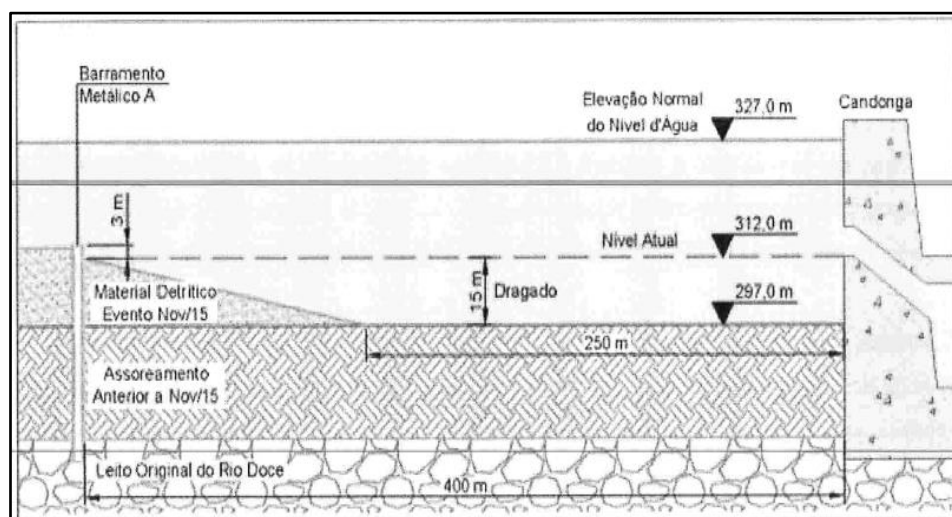


Figura 01 – Dragagem UHE Risoleta Neves

- ✓ Depósito de material de dragagem no Setor 8 e Pilha do Velho Soberbo;
- ✓ Depósito de material de dragagem para o Setor 4,5 e Ecobags;
- ✓ Construção das bacias 01 e 02 e diques para disposição de sedimentos e tratamento de efluentes;
- ✓ Dragagem de material para o Setor 11 -- Fazenda Floresta;

A geometria da dragagem está apresentada na figura a seguir.

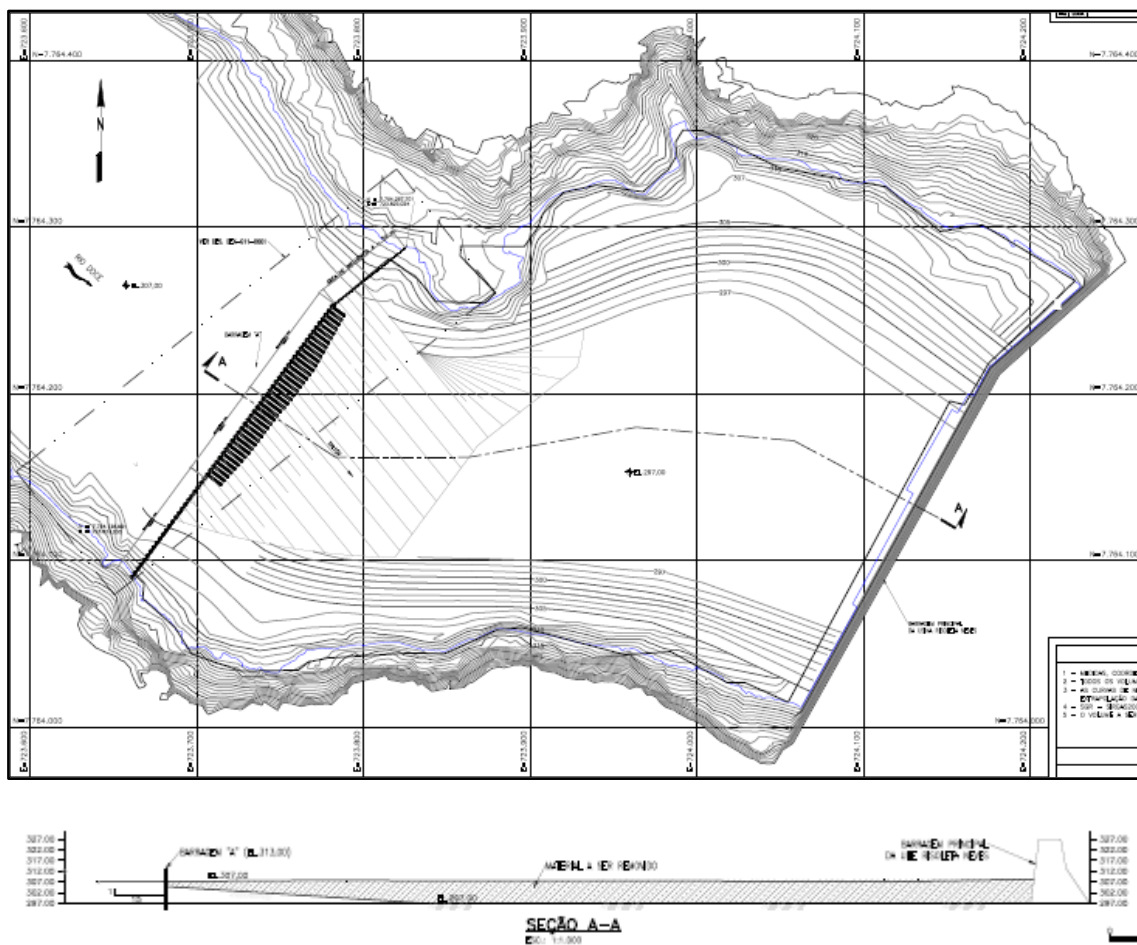


Figura 02 – Planta e corte da dragagem da UHE Risoleta Neves

Como estratégia de execução da dragagem dos sedimentos até Julho/18, no trecho compreendido dentro dos 400 metros a montante do Barramento da UHE Risoleta Neves, um novo processo de contratação de empresa (incluindo grandes grupos mundiais) encontra-se em andamento.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.6) REQUISITO (11)

Requisito 11 - Setor 4 e Ecobags: *Com relação a gestão de rejeitos do Setor 4 e visando ampliar sua capacidade de recebimento de novos volumes, apresentar, até 30/06/2017, estudo de alternativa de estrada marginal ao reservatório que possa viabilizar o incremento da retirada de rejeitos do local, mitigando os impactos relacionados ao transporte para disposição na Fazenda Floresta;*



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Em resposta ao requisito acima, informamos que, de acordo com as a Reunião Ordinária da 11ª Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT- Rejeitos), realizada em 08 de junho de 2017, foi solicitado que a Fundação Renova apresentasse estudo detalhado de viabilidade de limpeza mecânica do Setor 4 considerando as estruturas necessárias e vias de acesso.

Para este estudo foram levantados a avaliação de rotas alternativas para a retirada de rejeito do setor 4, os volumes de remoção envolvidos, máquinas necessárias ao processo.

ROTAS / LOCAL DE DISPOSIÇÃO FINAL

O primeiro ponto a ser avaliado para a remoção mecânica do material depositado foram as rotas para a disposição final do resíduo. Para o Setor 4, existem 02 pontos possíveis para a deposição de materiais escavados a saber:

- O Setor 8;
- Pilha de empilhamento projetada dentro da Fazenda Floresta.

Para o Setor 8, especificamente, o local da Jazida 8.3, conforme o mapa abaixo, existe um DMT de 12 km, não havendo outra alternativa a não ser a utilização da estrada municipal de Rio Doce para o acesso ao local. Nesse acesso, em alguns pontos, há passagem para somente 01 (um) veículo, aonde a Fundação Renova, por motivos de segurança, será obrigada a instalar operadores de tráfego, causando transtornos para a população local que utiliza este acesso inclusive para o transito de veículos escolares.

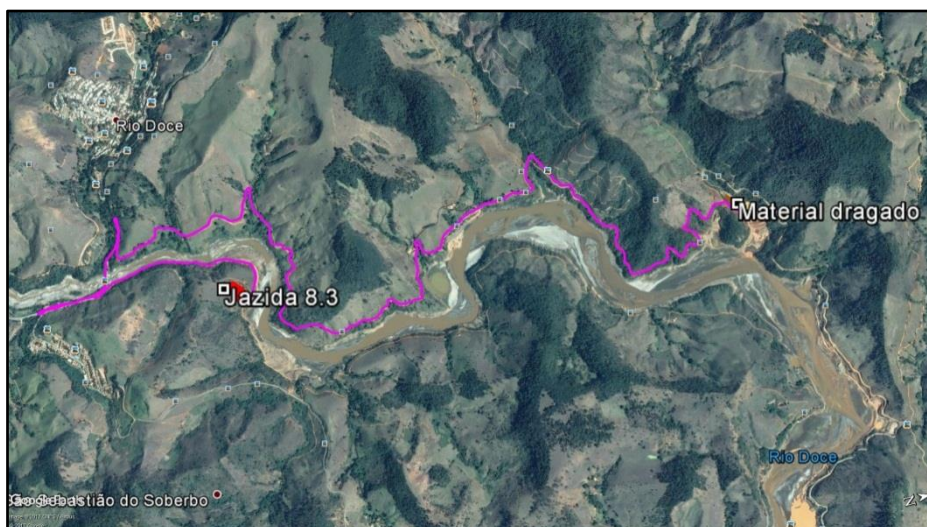


Figura 01 - Visão geral com destaque para a jazida 8,3 e a rota de deslocamento

Para a segunda opção, ou seja, a pilha na fazenda Floresta, o transporte até o local dentro da Fazenda Floresta, tem uma distância média de transporte de 6,7 km, sendo que neste trajeto é possível separar parte do tráfego de veículos pesados em um sentido fora da rodovia municipal. A figura abaixo demonstra essa rota. Inevitavelmente, o sentido contrário utilizado pelo acesso existente junto ao reservatório deverá ser feito por meio da estrada municipal de Rio de Doce.



Figura 02 - Rota de transporte até a pilha projetada na fazenda Floresta

LOCAL DE REMOÇÃO / VOLUMES

Para a determinação do local de remoção do material, considerou-se o a existência de acessos, evitando assim a remoção da vegetação nativa, bem como o local mais apropriado para a drenagem do material dragado para o Setor em questão. Por causa disto, conforme projeto abaixo, escolheu-se justamente o local aonde está depositado o material da paliçada.

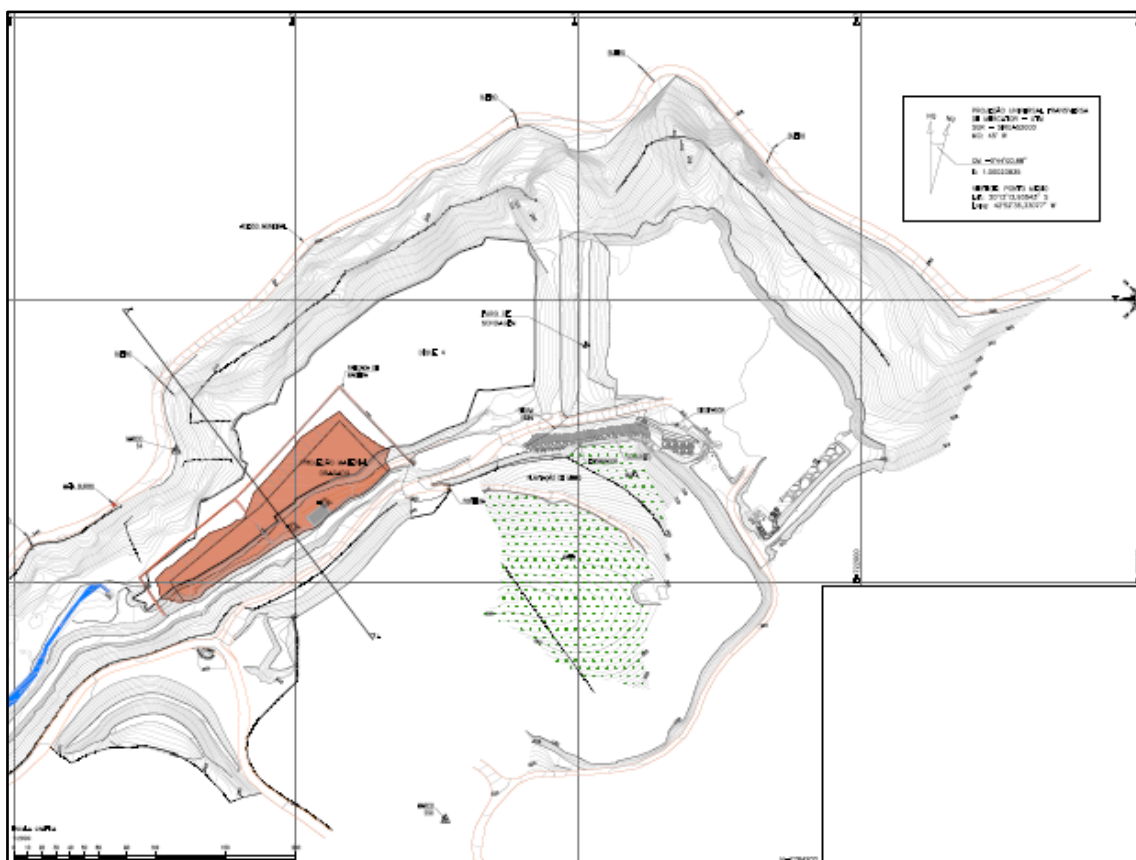


Figura 03 – Croqui esquemático do setor 4.

Para o acesso ao material a ser removido apresenta-se a seguinte seção tipo de escavação:

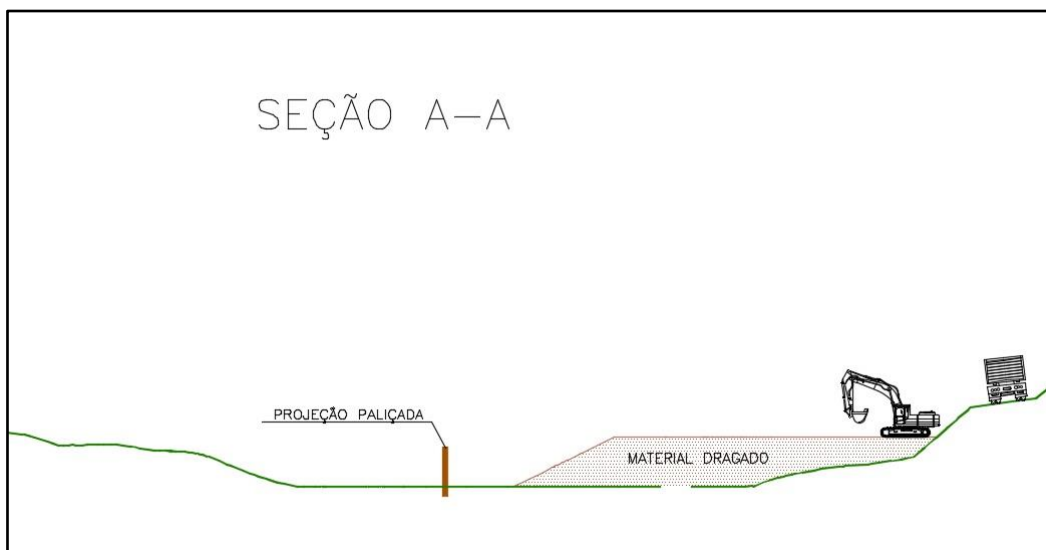
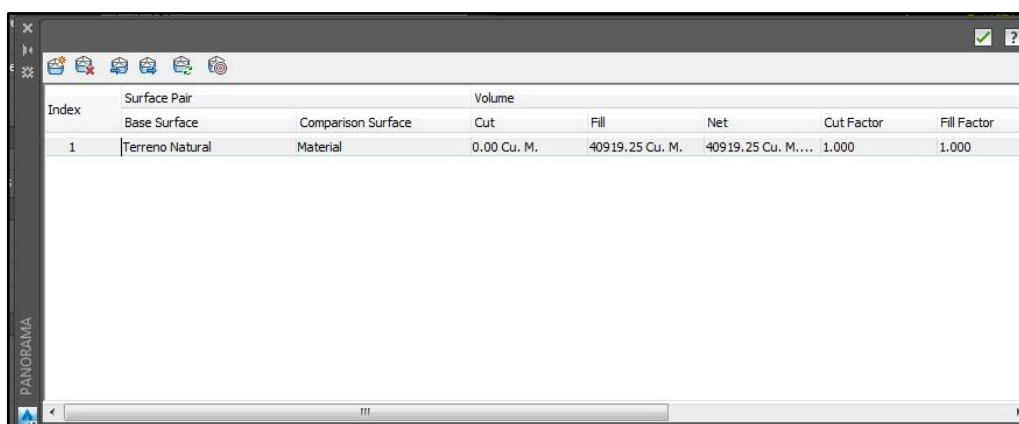


Figura 04 – Seção esquemática do processo de escavação.

Conforme o cálculo de volume por sobreposição de superfícies que apresentamos, constata-se que para o local em questão, há possibilidade de remoção de 10.000,00 m³ de material a cada ciclo de dragagem.



Index	Surface Pair		Volume			Cut Factor	Fill Factor
	Base Surface	Comparison Surface	Cut	Fill	Net		
1	Terreno Natural	Material	0.00 Cu. M.	40919.25 Cu. M.	40919.25 Cu. M....	1.000	1.000

Figura 05 – Croqui esquemático do setor 4.

DIMENSIONAMENTO DA FROTA / CICLO

Em função do volume calculado pelas seções da linha base, foi dimensionada a seguinte frota:

- ✓ 02 Escavadeira hidráulica 20 ton;
- ✓ 02 Trator de esteiras D6 ou similar;
- ✓ 12 Caminhões 6x4 MB ou similar;



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

- ✓ 01 Motoniveladora;
- ✓ 01 Caminhão pipa;

Esta patrulha de terraplenagem dimensionada tem uma capacidade de produção diária de aproximadamente 5.000 m³, para trabalho em 01 turno e de 10.000m³ de terraplenagem em dois turnos de trabalho.

Como o lençol freático está muito próximo ao ponto de drenagem do material dragado, estima-se que no Setor 4 encontre-se a mesma situação hoje encontrada no Setor 8 aonde o material dragado, demora aproximadamente 15 dias sem chuva para atingir a umidade necessária para ser removido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os três tópicos analisados: **Rotas / Local de disposição final, Local de remoção / volumes e Dimensionamento da frota / ciclo**, conclui-se que os transtornos aos usuários da rodovia municipal e moradores próximos será grande, justificado somente para movimentações de terra em grandes montas. Além disso, considera-se o material particulado emitido por fonte difusa, que, apesar de adotados todos os controles necessários, pode impactar a comunidade local.

Como o ciclo de trabalho para remoção mecânica no Setor 4 é bastante longo, aproximadamente 18 dias de trabalho fora os dias de dragagem, e o volume a ser removido por ciclo de escavação ser pequeno perto das quantidades estimadas a serem dragadas pela Fase 01, esta alternativa torna-se muito pouco eficiente, face aos impactos gerados, não se justificando como alternativa de aumento de produção do volume a ser dragado da Fase 01. O aumento de capacidade de utilização do Setor 5, atualmente se mostra como a alternativa mais viável e com menor impacto excluindo a necessidade de ampliação do Setor 4.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.7) REQUISITO (12)

Requisito 12 - Setor 8 e Velho Soberbo: Implantar, de imediato, ações de tratamento e mitigação da poluição causada pelos efluentes da dragagem. Informar a CT Rejeitos, até 19/06/2017, quais as ações empreendidas;

No que diz respeito ao requisito acima, informamos que:

Conforme determinado por esta Câmara Técnica, a Fundação Renova informa que como alternativa de controle dos efluentes do Setor 8, definiu pela implantação de equipamentos de Contenção de Sedimentos seguindo um projeto específico de engenharia, desenvolvido especialmente para este caso. O tratamento utiliza flutuantes rotomoldados e grades de aço galvanizado com abertura suficiente para reter os sedimentos provenientes do canal de descarga do setor 8. Esta Barreira de Turbidez visa minimizar o aporte de sedimentos para o reservatório contribuindo então para a segurança e preservação ecológica do reservatório. Segue croqui esquemático:

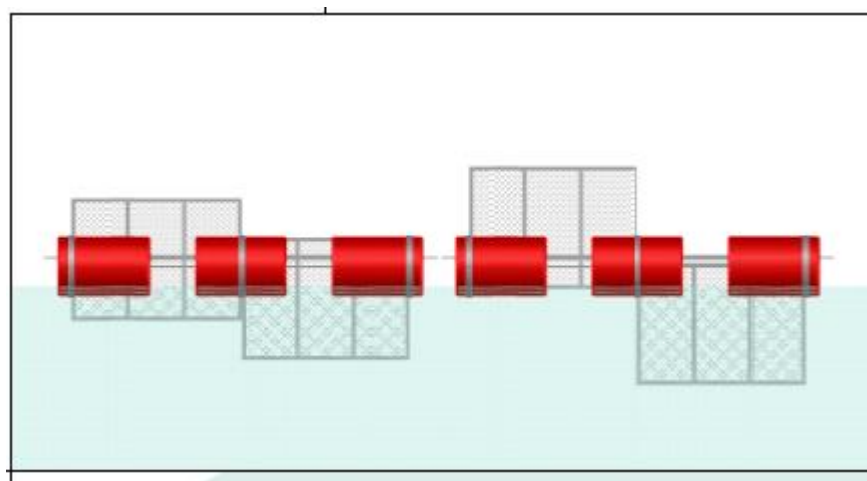


Figura 01 - Vista Frontal da Contenção de Sedimentos

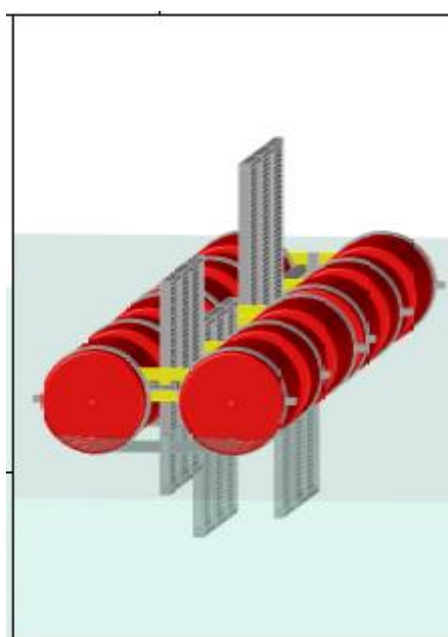


Figura 02 - Vista Lateral da Contenção de Sedimentos

Estas barreiras de turbidez serão implantadas a jusante do canal de descarga do Setor 8 e possuem as seguintes especificações técnicas:

Tabela 1 - Especificação técnica da barreira de contenção de turbidez

➤ Barreira de Contenção de Turbidez – 400,00 metros

Quant.	Material
67	Grade de contenção de 6000 mm x 2000 mm, conforme projeto
402	Flutuante FS-1000/1500, conforme Estudo - Fabricado em polietileno pelo processo de rotomoldagem, com 1000mm de altura, 1500mm de comprimento e paredes com aproximadamente 7mm de espessura, mais os respectivos parafusos e adesivos refletivos
134	Bidin RT 21 – 6m ²
134	Tela Otis Malha ½ fio 14 – 6m ²
67	Manilha 1” – Grau 8
02	Blocos de concreto (forma e ferragem) para ancoragem

A Barreira de Turbidez será instalada em formato “J” num comprimento total aproximado de 400 metros paralelo ao canal de descarga dos diques de contenção de material dragado. Abaixo apresentamos uma imagem com a localização da barreira de resíduos.



Figura 03 - Imagem esquemática da barreira de contenção de sedimentos



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

A Fundação Renova informa que este material já foi adquirido e encontra-se na Fazenda Floresta em montagem, com a previsão de conclusão de sua instalação até 21/08/2017. Até o término de sua montagem, a Fundação Renova trabalhará dragando material para os Setores 01, 04 e 05, evitando assim que a operação de dragagem gere efluentes numa turbidez acima do permitido.

O desempenho das barreiras estará sendo monitorado, e, baseado nos resultados, novas medidas poderão ser instaladas.

O projeto supracitado foi enviado apresentado para o Consorcio em reunião no dia 06/07/17.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.8) REQUISITOS (13, 14, 15 e 16)

Requisito 13 - Fazenda Floresta: Declarar o procedimento operacional de todo o complexo de disposição de rejeitos da Fazenda Floresta. Detalhar a operação de maneira faseada e destacar datas-marco para acompanhamento dos órgãos de controle. Prazo: 31/07/2017;

Requisito 14 - As Bacias de tratamento 1 e 2, assim como a Estação de Tratamento de Efluentes, devem estar operacionais concomitantemente ao início da operação do complexo de disposição de rejeitos da Fazenda Floresta e realizar adequado condicionamento do efluente da dragagem desde o início da operação;

Requisito 15 - Esclarecer detalhadamente o processo operacional das bacias de tratamento, utilização da Bacia 2 como disposição provisória e respectivos sistemas de tratamento e pontos de lançamento. Apresentar medidas de controle dos efluentes, plano de monitoramento da entrada e saída da ETE e do corpo hídrico, e procedimentos operacionais incluindo eventuais gatilhos de paralisação, visando que não haja poluição no lançamento no Rio Doce;

Requisito 16 - Estabelecer prioridade de implantação com esforços diferenciados para implantação e término das estruturas na seguinte ordem de finalização: 1º - Bacia 1 / 2º - ETE / 3º - Bacia 2 e Linha de PEAD / 4º - Dique Intermediário El.354 / 5º - Dique Principal El.390;

Com relação aos requisitos supracitados, este documento tem como objetivo apresentar um plano de operação das estruturas da Fazenda Floresta, incluindo a função das bacias e o sistema de tratamento de efluentes.

FAZENDA FLORESTA

O Projeto Fazenda Floresta visa a implantação de duas bacias de decantação, dois barramentos e duas pilhas de sedimento, além de estruturas de apoio conforme apresentado na Figura 1 a seguir:

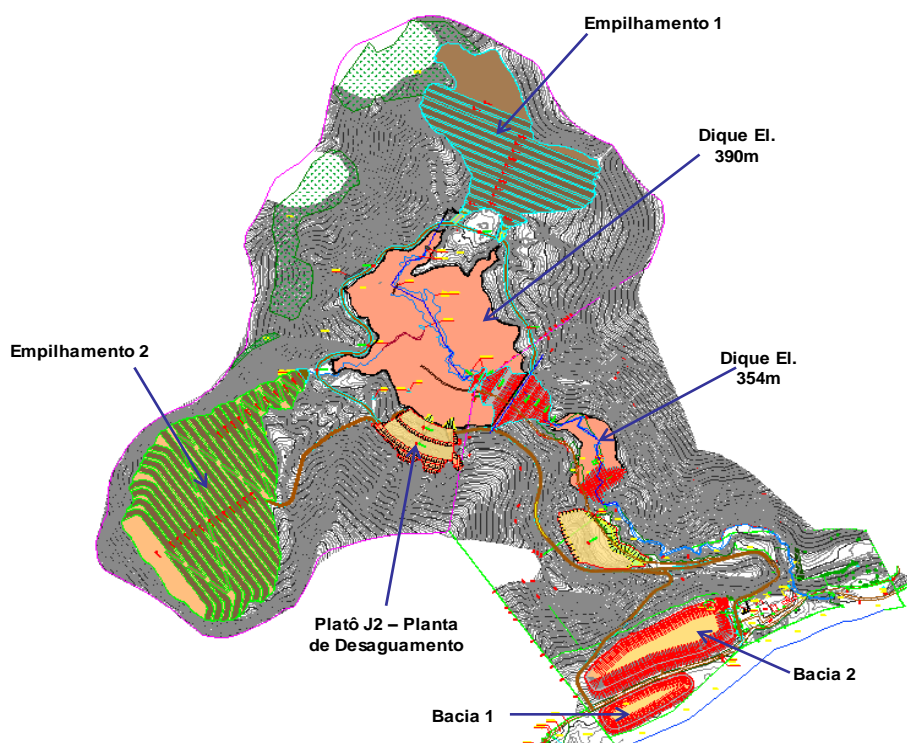


Figura 01 - Plano Diretor – Fazenda Floresta

A área identificada possui, entre outras características, aspectos geomorfológicos fundamentais para a implantação das estruturas do projeto, pois encontra-se em um vale encaixado que permite a deposição do sedimento dragado nos diques e pilhas.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

O processo de implantação do Projeto Fazenda Floresta, em função dos volumes de dragagem envolvidos, da complexidade e singularidade desta operação e das diferentes estruturas previstas será implantado em fases, de forma a garantir a não interrupção da dragagem devido à falta de área de disposição. A sinergia entre as alternativas de disposição garante um uso otimizado das áreas e jazidas existentes, viabilizando a implantação cadenciada das soluções propostas.

Sob este aspecto é previsto duas fases distintas de implantação:

- Fase 1 – Implantação de área para disposição livre;
- Fase 2 - Implantação do Sistema de Desaguamento e Empilhamento

A Fase 1 contempla a implantação dos diques para contenção dos sedimentos, e toda a infraestrutura necessária para o início da disposição livre, sendo elas:

- Sistema de transporte e bombeamento de polpa oriunda da dragagem no reservatório.
- Estruturas de contenção de sedimentos (bacias, diques e pilhas).
- Sistema de tratamento de efluentes (bacias de sedimentação).

Esta fase visa possibilitar a dragagem imediata para a área da Fazenda Floresta, logo após a saturação das áreas já em uso dentro do reservatório da UHE. A implantação das estruturas da Fase 1 está prevista para acontecer em três etapas com o objetivo de agilizar o início da disposição de sedimentos:

- Etapa 1: Implantação das Bacias 1 e 2 e do Sistema de Transporte de Polpas;
- Etapa 2: Implantação do barramento da EL 354 e Dreno de Fundo da Pilha 1;
- Etapa 3: Implantação do barramento da EL 390 e Dreno de Fundo da Pilha 2;

ETAPA 1 – IMPLANTAÇÃO DAS BACIAS 1 e 2 E DO SISTEMA DE TRANSPORTE DE POLPAS

✓ Bacias 1 e 2

A implantação das bacias 1 e 2, e do sistema de transporte de polpas representa a primeira etapa das estruturas previstas para a área da Fazenda Floresta. Estas bacias serão implantadas em locais próximos à área futura dos diques e pilhas, de forma a permitir a operação conjunta do sistema nas etapas seguintes. Serão escavadas em terreno natural e executadas com toda a infraestrutura necessária para a sua efetiva estabilidade e contenção de sedimentos, conforme representado na Figura 2.

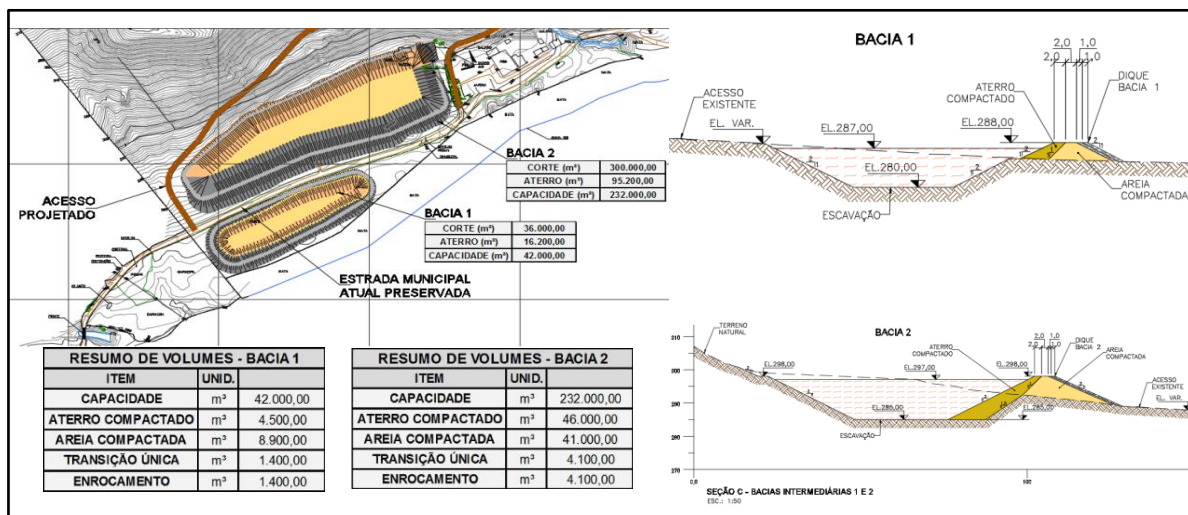


Figura 02 – Bacias 1 e 2 – Plantas, Seções e Detalhes

Durante esta fase, enquanto ainda não ocorre a implantação das etapas seguintes, o material dragado será direcionado diretamente para a bacia 2, que possuirá divisões internas a fim de permitir melhor manejo do sedimento. Da bacia 2, o efluente resultante do processo de desaguamento será direcionado para a bacia 1, onde passará por um processo de decantação e polimento, se necessário. Serão adicionados reagentes (coagulantes e floculantes) na Bacia 2, de forma a otimizar o processo de separação da fase sólida. Se necessária nova dosagem de reagentes poderá ser realizada na bacia 1, a fim de garantir a qualidade do efluente final.

Todo o processo de preparação e dosagem destes reagentes será realizado no local, sendo o sistema de tratamento de efluentes composto então pela unidade de preparação e dosagem de polímeros, e pelas bacias propriamente ditas.

Da bacia 1, o efluente resultante do tratamento será então direcionado para o curso d'água através de dispositivo de drenagem superficial. A Figura 3 a seguir apresenta a planta do extravasor da Bacia 01 para o curso d'água:

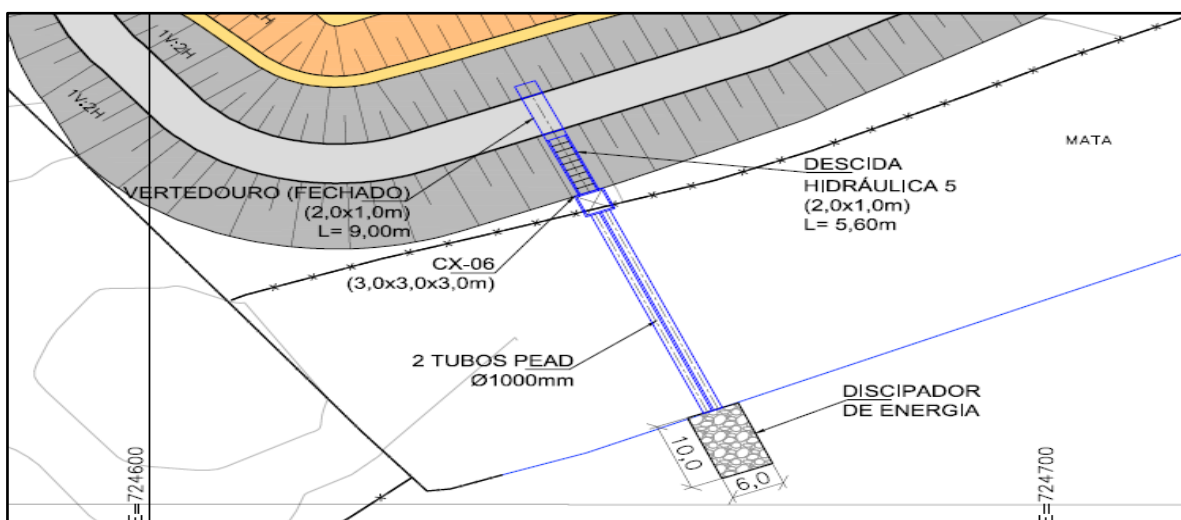


Figura 03 – Bacia 1– Extravasor

A Figura 4 apresenta o detalhe típico da drenagem da Bacia 1, constituída por uma descida d'água em concreto.

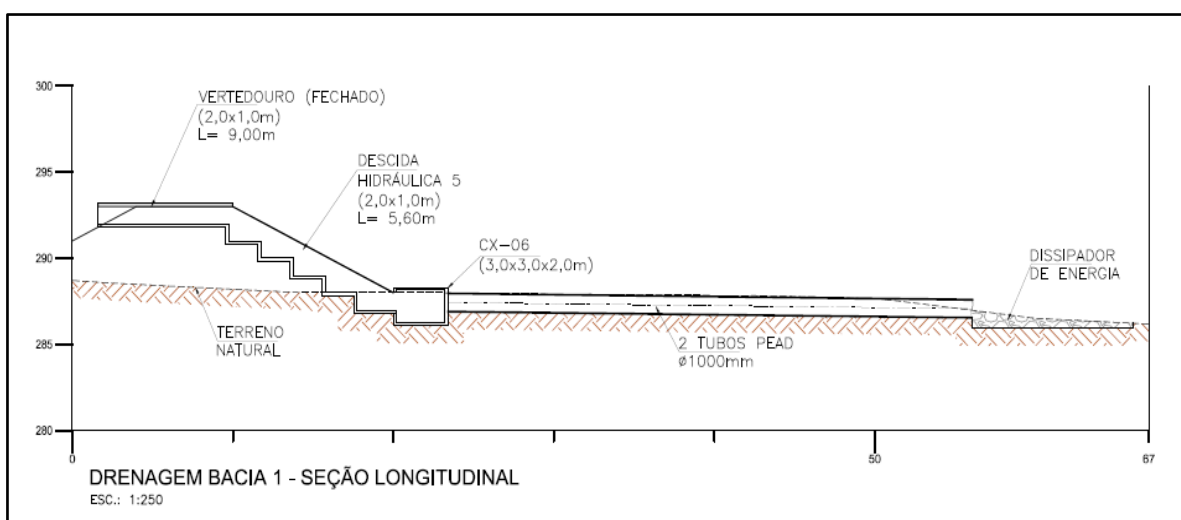


Figura 04 – Bacia 1– Detalhe da estrutura de drenagem da bacia 1

O monitoramento do efluente será realizado em ponto próximo ao local de lançamento, a fim de verificar a necessidade de qualquer alteração na dosagem dos reagentes, garantindo

assim a qualidade do efluente final e mitigando possíveis efeitos secundários indesejados ao longo da calha do rio.

O fluxograma do processo de dragagem para a bacia 2 está apresentado na Figura 5.

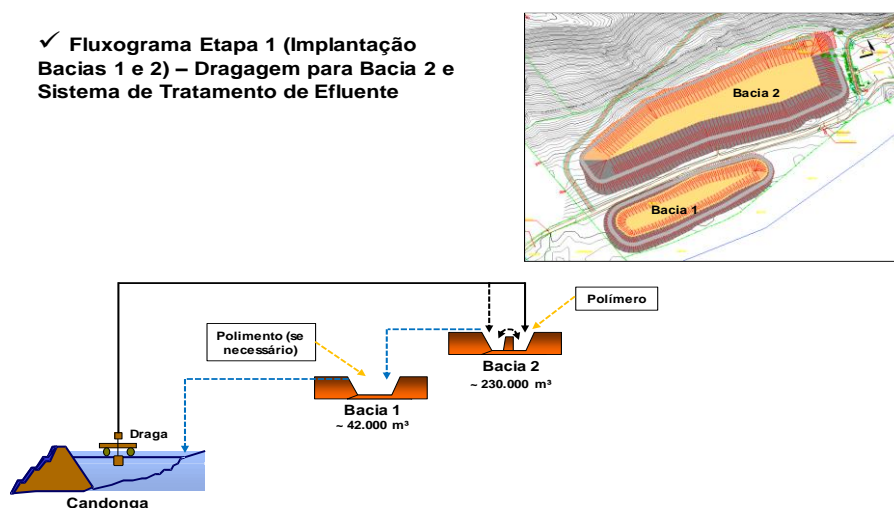


Figura 05 – Fluxograma de dragagem para Bacia 2

✓ Implantação das Bacias

Após a implantação das outras estruturas previstas para esta fase as bacias continuarão a desempenhar um importante papel voltado para a garantia da qualidade do efluente, dentro do sistema de tratamento de efluentes. Este sistema utilizará as duas bacias para tratamento final e polimento do efluente a ser lançado de volta ao curso d'água.

Para o dimensionamento da Bacia 02 (Tratamento Primário) adotou-se o volume correspondente a ocorrência de uma chuva TR-1.000 anos com período de duração de 02 horas associada a vazão de dragagem (operação futura c/ 02 equipamentos em paralelo), obtendo-se assim um volume mínimo da ordem de 85.000m³. O volume adicional foi obtido considerando a necessidade de formação de uma lâmina d'água de 5,0 metros, a qual permite maior retenção de sólidos, proporcionando assim maior segurança operacional quanto a redução de turbidez nos períodos de fortes chuvas, além do fato de ser esta estrutura responsável pelo amortecimento e regularização das cheias.

Para o dimensionamento da Bacia 01 (tratamento secundário) adotou-se o volume correspondente a ocorrência de uma chuva TR-1.000 anos com 01 hora de duração



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

associada a vazão de dragagem (operação futura c/ 02 equipamentos em paralelo), obtendo-se um volume de 42.000m³.

Cabe destacar que a Bacia 01 não terá a função de amortecimento e regularização do volume de cheias, não necessitando da majoração adotada no dimensionamento da Bacia-2, contudo, desempenhará importante papel de recebimento de descarga de linha em caso de paradas emergenciais no processo de dragagem por estar localizada em um dos pontos mais baixos do terreno, condição necessária para desempenhar esta função.

✓ Sistema de Transporte de Polpa

O sistema de transporte da polpa será composto pelo equipamento de dragagem, instalado na área de interesse, tubulação, válvulas e sistemas de limpeza e descarga de emergência, de capacidade adequada, e sistema de bombeamento auxiliar (boosters), que irão promover a chegada da polpa oriunda da dragagem até o local de disposição. O comprimento total da tubulação é de aproximadamente 3.534 metros, sendo o volume médio de 1.101 m³ de sedimentos em transporte.

Cabe destacar que as características desta dragagem são bastante peculiares por envolver grandes distâncias de lançamento associadas a uma alta elevação manométrica, o que exige uma grande potência de bombeamento e conseqüentemente dragas de grande porte, A rota da tubulação (Figura 6) prevê seu caminhamento paralelo à estrada municipal de acesso a Santana do Deserto, tendo início na portaria de acesso da UHE Risoleta Neves, até a ponte Helder de Aquino e finalmente chegando a Fazenda Floresta. Esta tubulação necessita não só de proteção mecânica, mas também de obras de arte para passagens adequadas. Apresenta em desnível uma diferença altimétrica de aproximadamente 80 metros, considerando do ponto onde é realizado a dragagem (leito do rio) até o ponto de lançamento no dique principal.

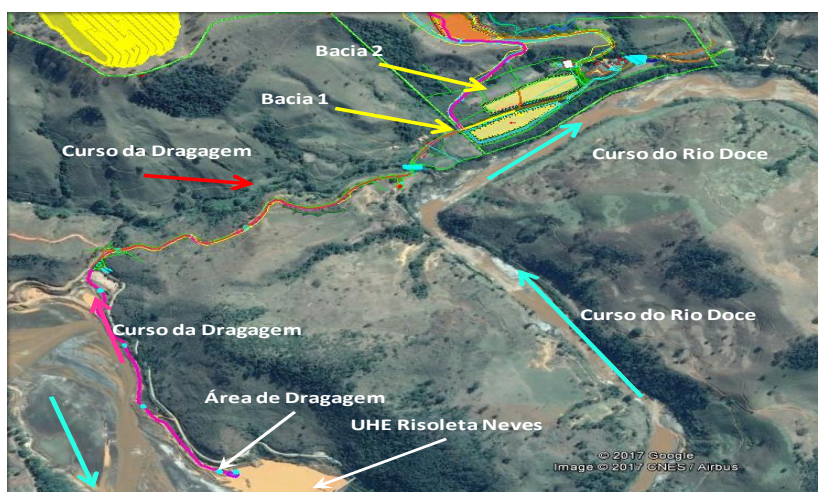


Figura 06 – Rota de Tubulação – Sistema de Transporte de Polpa

Para encaminhamento dos sedimentos será implantada uma linha de recalque constituída de tubulação de PEAD –D =22” soldada em trechos de 250m unidos por flange metálico. Este tipo de tubulação é usualmente empregado em operações de dragagem tendo em vista sua flexibilidade (permite a execução de curvas adequando a topografia e acessos)

Em operações de dragagem são realizados diariamente os procedimentos de “lavagem de linha” o qual consiste em bombeamento de água (sem material) no início e término de cada interrupção do bombeamento, para que assim ocorra a remoção de partículas e corpos estranhos, que eventualmente tenham ficado presas na tubulação. Devido a características do material que está sendo dragado com a presença de corpos estranhos (pedaços de madeira, cabos de aço, pedras de maior porte, galhos, entre outros) paradas emergenciais/necessidade de descarga de linha são necessárias. Em caso destas paradas o efluente será direcionado para a Bacia 1. Para que a bacia 1 consiga receber o efluente de forma rápida e com a minimização de qualquer possibilidade de falha é necessário que esta estrutura esteja localizada no ponto mais baixo do terreno, impedindo o vertimento direto para rio deste efluente.

Em caso de paradas emergenciais/descarga de linha o volume de efluente a ser drenado para a bacia 1 (el.289) é de aproximadamente 1.000 m³. Nestas situações restará ainda na linha um volume de aproximadamente 60 m³, devido a parte da tubulação estar localizada em ponto ainda inferior a cota da bacia 1. A expurga para limpeza final de linha deste volume restante será destinado a uma pequena caixa de expurgo próximo à ponte Helder de Aquino (el.280)

Cabe destacar que a Bacia 1 e a caixa de expurgo próximo a ponte Helder de Aquino, encontram-se em área de preservação permanente, conforme demonstrado nas Figuras 7 e 8.

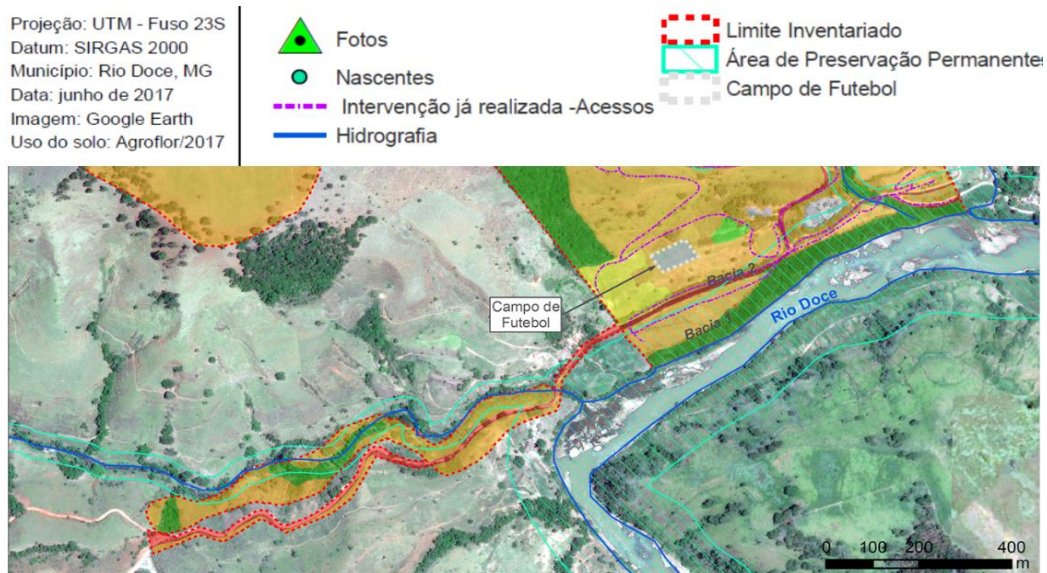


Figura 07 – Bacia 1



Figura 08 – Localização caixa e expurgo

Estas áreas representam as cotas mais baixas na região por onde o caminhamento da tubulação passa, condição fundamental para que o expurgo da linha seja feito de forma segura, conforme perfil altimétrico apresentado a seguir.

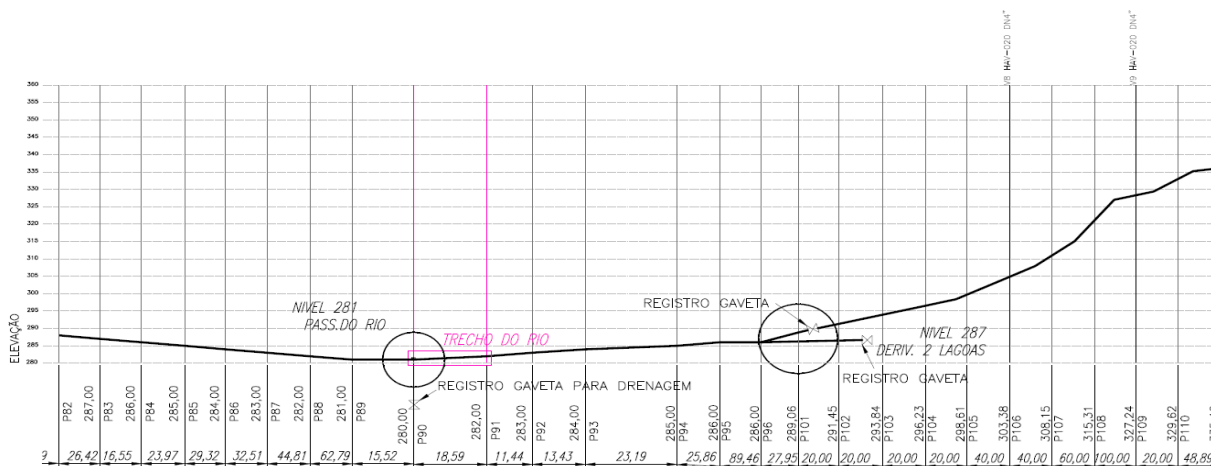


Figura 09 - Perfil altimétrico da linha de dragagem

A Figura 10 a seguir apresenta um layout do sistema de expurgo do material.

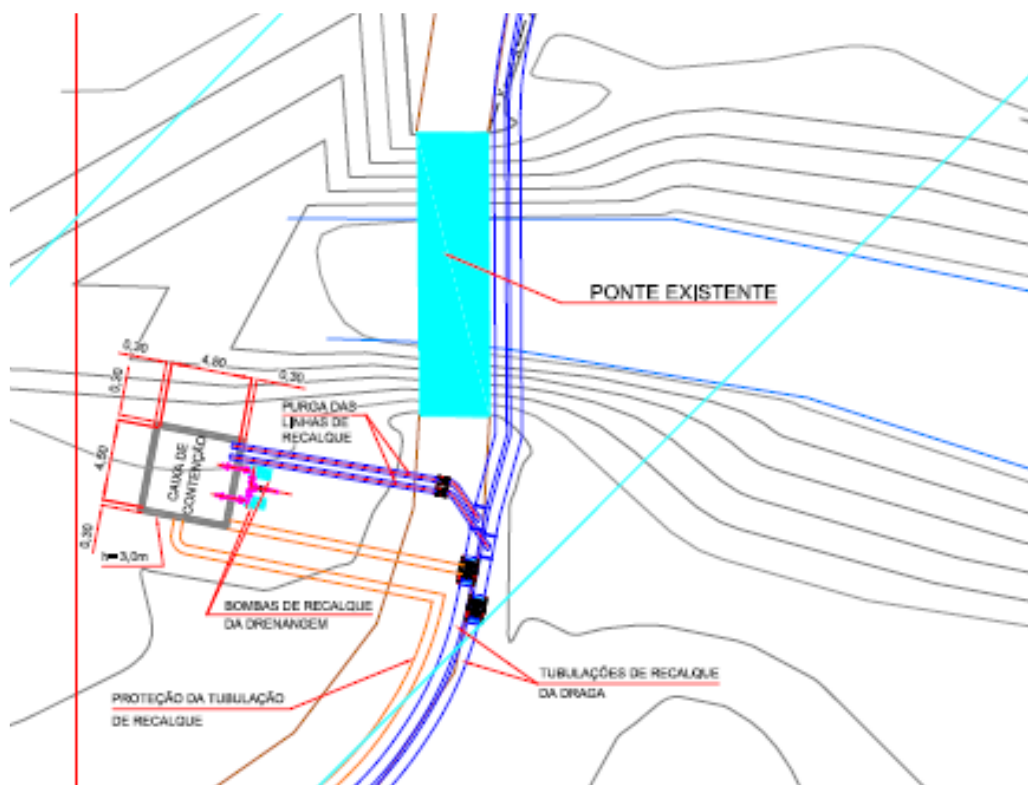


Figura 10 – Rota de Tubulação – Sistema de Transporte de Polpa



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

ETAPA 2 – IMPLANTAÇÃO DO BARRAMENTO DA EL. 354 E DRENO DE FUNDO DA PILHA 1

A etapa 2 representa a implantação do barramento da EL 354 - barramento intermediário e do dreno de fundo da pilha 1. Uma vez concluído o barramento da EL 354 este estará apto a receber diretamente o material dragado. Será então iniciada a limpeza da Bacia 2, com a remoção mecânica do material ali contido e direcionamento para o empilhamento 1.

A princípio poderão ser utilizados, de forma alternada, tanto a bacia 2, quanto o barramento da EL 354 para recebimento do material dragado. Quando o material dragado for direcionado para o barramento da EL 354, a Bacia 2 terá a dragagem interrompida para promover a secagem do material dragado e posterior remoção mecânica para disposição na pilha 1. Uma vez removido o material da Bacia 2, ela poderá eventualmente ser reutilizada para novo lançamento de polpa dragada até que a etapa 3 esteja implantada (Dique EL 390), e o material disposto na EL 354 possa ser removido para este barramento por sistema de bombeamento específico ou novo estágio de dragagem.

A partir do momento que o material dragado é direcionado para o barramento da EL 354 as Bacias 1 e 2 serão utilizadas como bacias de decantação para tratamento do efluente. O barramento da EL 354 possuirá sistema extravasor que direcionará o efluente para as bacias.

A dosagem dos reagentes poderá ser iniciada já no reservatório do barramento da EL 354 de forma a permitir a melhor eficiência na utilização das Bacias 1 e 2. Para isto está sendo considerado um novo ponto de preparo e dosagem de reagentes em área próxima ao barramento.

Na bacia 2 ocorrerá novamente a preparação e dosagem dos reagentes. O efluente da bacia 2 será então direcionado para a Bacia 1, antes do lançamento no curso d'água. Caso necessário, poderá passar por polimento na Bacia 1.

Todo o sistema de controle, dosagem e monitoramento anteriormente previstos na etapa 1, se mantém a fim de garantir controle e eficiência do processo.

O sistema de drenagem de fundo do barramento permanecerá direcionado para o talvegue natural onde o dique foi implantado, mantendo assim as contribuições naturais para este local. Um sistema de drenagem pluvial está previsto para captação de todas as

contribuições naturais direcionando-as para o talvegue e sistema de escoamento natural da fazenda

Ainda nesta etapa a bacia 1 permanece sendo utilizada como áreas de expurgo da tubulação de dragagem, nos casos de paradas operacionais para manutenção.

As bacias possuem o objetivo de criar uma área de sedimentação dos rejeitos, para que estes sejam transportados via seca e armazenados nas pilhas.

Após a dragagem dos sedimentos para o barramento da EL.354, a parte mais seca dos sedimentos poderá ser removida mecanicamente para a pilha 1, onde continuará o processo de secagem natural.

O fluxograma do processo de dragagem para o Dique EL 354 está apresentado na Figura 11.

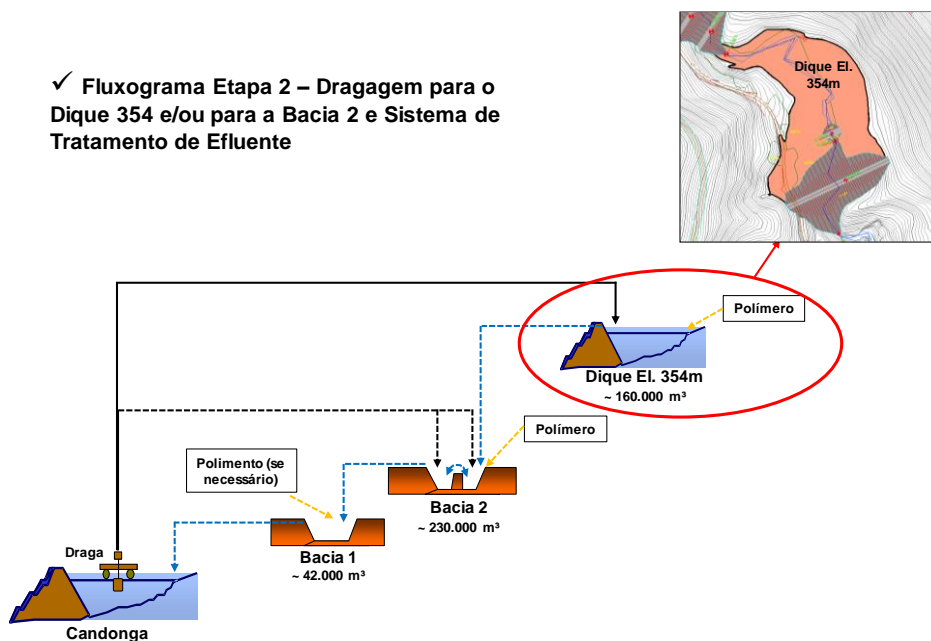


Figura 11 - Fluxograma Etapa 2 – Implantação Barramento EL 354



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

ETAPA 3 – IMPLANTAÇÃO DO BARRAMENTO DA EL. 390 E DRENO DE FUNDO DA PILHA nº 2

A etapa 3 representa a implantação do barramento da EL 390, que uma vez concluído estará apto a receber o material dragado. Neste momento o barramento da EL 354 será utilizado como estágio de dragagem intermediária para permitir que a polpa dragada possa atingir a EL 390, uma vez que os equipamentos de dragagem instalados somente têm capacidade de realizar o trabalho até a EL 354. A partir desta elevação será então necessária a instalação de um sistema de bombeamento auxiliar (booster) para concluir o trabalho da elevação da dragagem até a EL 390. O sistema de bombeamento auxiliar poderá ser composto fundamentalmente pela utilização de um novo equipamento de dragagem com mesmo porte e característica daqueles que estão sendo utilizados no primeiro estágio ou um sistema de bombeamento de polpa convencional. Enquanto a primeira alternativa pode ser implantada de forma imediata dependendo apenas da mobilização do equipamento, a segunda alternativa demanda estudos complementares que garantam a densidade da polpa e/ou velocidade de alimentação contínua, a fim de se evitar oscilações de um sistema convencional de dragagem, que interferem nas eficiências globais do bombeamento e do sistema de desaguamento futuro.

O barramento da EL 390 possuirá sistema extravasor interligado com o sistema extravasor da EL 354, que direcionará o efluente para o sistema de tratamento de efluentes instalados nas Bacias 1 e 2. Eventualmente o tratamento deste efluente poderá ser iniciado no reservatório dos barramentos, de forma a permitir a melhor eficiência na utilização das bacias 1 e 2.

Nesta etapa, assim como descrito na etapa 2, as bacias serão utilizadas como bacias de decantação para tratamento final do efluente. O efluente após o tratamento na bacia 2, que envolverá a necessidade de preparação e dosagem de reagentes, será direcionado para o polimento final na bacia 1.

O barramento da EL 390 poderá ser implantado de forma gradual, permitindo o início da dragagem para este recinto em menor tempo, antes da conclusão da sua implantação na cota definitiva. Nesta configuração a partir da implantação até a EL 375 poderá ser iniciada a dragagem para este barramento.

Todo sistema de drenagem de fundo permanecerá direcionado para o talvegue natural onde o barramento foi implantado mantendo parte das contribuições naturais para este local. Um sistema de drenagem pluvial está previsto para captação de todas as contribuições naturais direcionando-as para o talvegue e sistema de escoamento natural da fazenda. As drenagens oriundas das pilhas serão direcionadas para o reservatório criado pelo barramento da EL 390 e, posteriormente tratados no sistema de tratamento de efluentes instalados nas Bacias 1 e 2.

O fluxograma do processo de dragagem para o Dique EL 390 está apresentado na Figura 12.

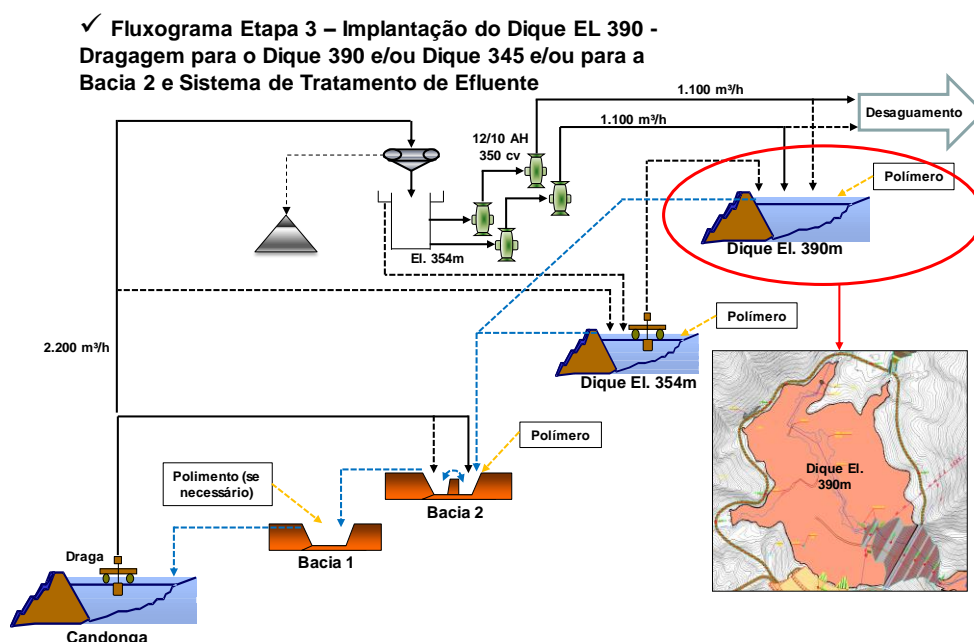


Figura 12 - Fluxograma Etapa 3 - Implantação Barramento EL 390

Após a dragagem dos sedimentos para o barramento da EL.390 estes poderão ser removidos mecanicamente para as pilhas, onde passarão por processo de secagem natural.

Foram estudadas alternativas tecnológicas para o Sistema de Tratamento de Efluentes estudadas conforme demonstra Tabela 1 a seguir. De maneira geral o uso dos sistemas modulares e convencionais apresentam vantagens tanto relacionadas à sua adaptação a necessidade de implantação quanto à capacidade de adaptação as necessidades

incrementais das fases de implantação. A planta de dosagem dos reagentes poderá ser instalada em uma única unidade ou distribuída ao longo dos pontos de tratamento conforme já descrito.

Tabela 1 - Estudo Comparativo – Tecnologia para Tratamento de Efluentes – Fazenda Floresta

Processo	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Sistema Convencional	Domínio da tecnologia Eficiência de tratamento Baixo consumo de energia	Construção das instalações Armazenamento de produto químico Grande utilização de reagentes Tempo de implantação
Sistema Modular	Domínio da tecnologia Implantação em escala (modularização) Eficiência de tratamento Baixo consumo de energia Menor porte de instalação	Construção das instalações Armazenamento de produto químico Grande utilização de reagentes
Flotlux	Implantação em escala (modularização) Eficiência de tratamento	Construção das instalações Armazenamento de produto químico Grande utilização de reagentes Fornecedor único Baixo domínio da tecnologia Alto consumo de energia Tempo de implantação Alta geração de resíduos no processo de tratamento do efluente Não contempla disposição dos resíduos gerados Nível elevado de ruído
Nanobactéria	Eficiência de tratamento Baixo consumo de energia Baixa geração de resíduos Não utilização de reagentes	Fornecedor único Baixo domínio da tecnologia Desconhecimento da capacidade de tratamento Testes apenas em pequena escala (bancada) Ineditismo Desconhecimento do comportamento biológico Assistência técnica

FASE 2 – IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE DESAGUAMENTO E EMPILHAMENTO

A Fase 2 considera o início da disposição de sedimentos desaguados através da formação das pilhas, contemplando além das estruturas comuns já descritas na Fase 1, um sistema de desaguamento dos sedimentos

- ✓ Sistema de desaguamento de polpa;
- ✓ Logística de retomada e transporte de sedimento desaguado para empilhamento;
- ✓ Sistema de disposição das pilhas;
- ✓ Sistema de drenagem superficial, provisória e definitiva, considerando a segregação de drenagem industrial e pluvial;



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

- ✓ Projeto de tratamento dos taludes definitivos e recomposição florestal;
- ✓ Sistema de tratamento do efluente oriundo do Sistema de Desaguamento;

DESCOMISSIONAMENTO E USO FUTURO

O sistema de desaguamento e tratamento do efluente final para a Fase 2 encontra-se em fase de desenvolvimento de conceito e elaboração de projeto e, somente poderá ser melhor detalhado após a avaliação dos resultados obtidos durante a dragagem para a Fazenda Floresta na fase 1.

Para a segunda fase de operação, a bacia 2 será destinada exclusivamente para sistema de tratamento de efluente (redução de turbidez e controle de finos), o qual contemplará não somente as vazões de dragagem como também as contribuições de chuvas sobre a área do empreendimento total.

A Bacia 1 por sua vez não será mais utilizada para fins de tratamento de efluente, sendo descomissionada e a área recuperada.

Cabe ressaltar que haverá a necessidade de manutenção de uma estrutura de controle de menor porte (volume aproximado de 5.000 m³) capaz de conter os sedimentos dragados em caso de necessidade de descarga de linha e/ou paradas emergenciais, em área adjacente à área da Bacia 1, bem como a manutenção da caixa de expurgo próximo a ponte Helder de Aquino. Estas duas estruturas desempenham funções semelhantes relacionadas ao recebimento das descargas da linha de dragagem e serão desmobilizadas quando da finalização da atividade de dragagem na Fazenda Floresta.

PROCESSO DE DRAGAGEM

A área de projeto está localizada nas margens do Rio Doce, no reservatório da UHE Risoleta Neves. A UHE Risoleta Neves foi construída no Rio Doce, entre os municípios de Rio Doce (margem esquerda) e Santa Cruz do Escalvado (margem direita). Devido ao rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão, em Mariana, MG, o seu reservatório encontra-se expressivamente assoreado e a geração de energia foi totalmente paralisada.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Para retomar a geração de energia a área do entorno do barramento deverá ser desassoreada por meio de dragagem dos sedimentos.

O material dragado é originalmente bombeado para uma área de descarte a montante do Rio, formada por diques construídos exclusivamente para a atividade. No entanto, o volume do reservatório não é suficiente para alocar todo o material a ser dragado, o que gerou a necessidade da criação de novos reservatórios para bombeamento do material.

A atividade de dragagem está localizada próximo ao barramento, enquanto que a área disponível para locação de novas áreas de descarte é a Fazenda Floresta, terreno localizado a cerca de 2,5 quilômetros da área de dragagem, na margem esquerda do Rio Doce. Neste caso, está projetada para esta área a construção de dois diques sendo um principal e um intermediário, duas bacias, dois platôs operacionais e duas pilhas de material desaguado. Os diques irão formar reservatórios nos quais grande parte do volume de material proveniente da dragagem da região do barramento será alocado. A figura 13 a seguir apresenta a disposição das estruturas citadas acima de forma esquemática.

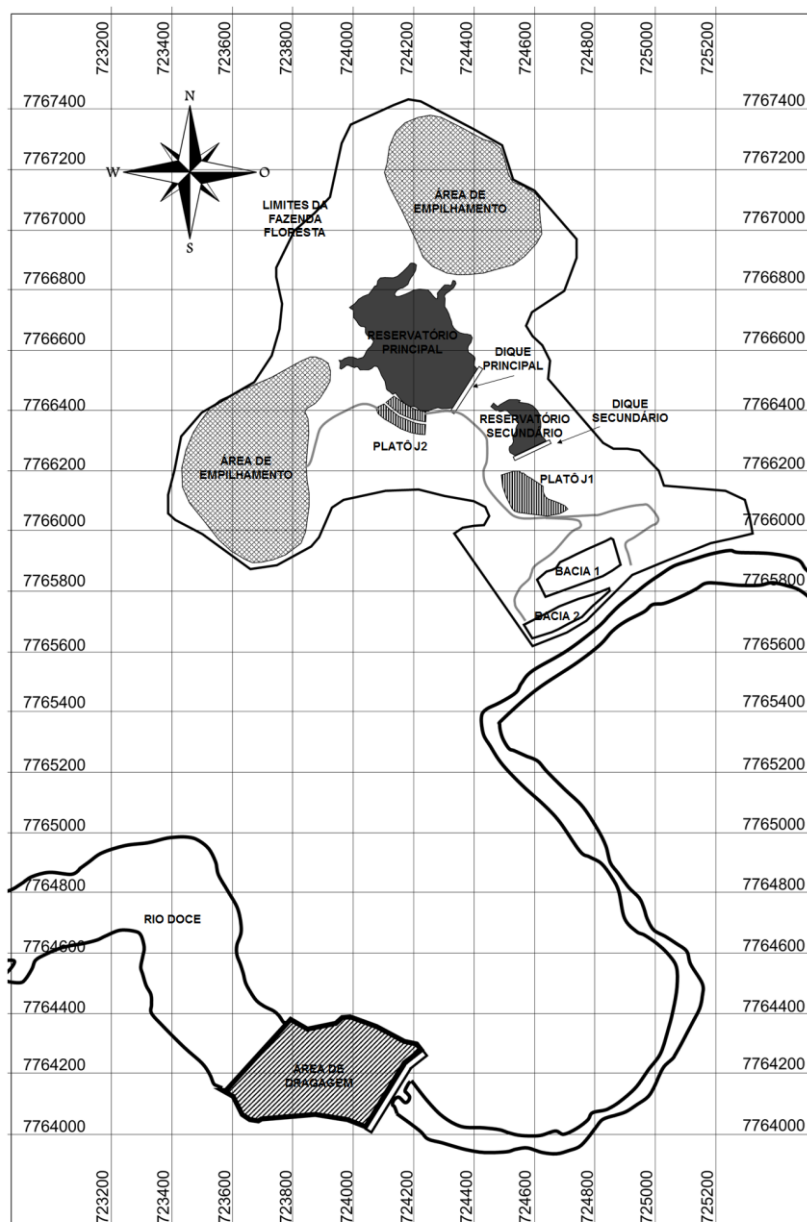


Figura 13 - Esquemático das Estruturas

A diferença positiva de cota entre a região de dragagem e a região de disposição (diques) indica a necessidade de uma grande potência de bombeamento. Desta forma as bombas embarcadas nas dragas que estão sendo utilizadas não possuem potência suficiente para bombear o material dragado para os o reservatório do dique principal, que receberá a maior parte do material dragado diretamente.

Desta maneira, serão propostas duas estratégias de bombeamento: a primeira é a colocação de uma draga em um dique com cota intermediária, que irá bombear material para o dique principal; já a segunda é o bombeamento direto da área de dragagem para o

dique principal com auxílio de um booster, ou bomba auxiliar em linha a draga principal para aumento da potência do sistema. De ambas as formas se busca a garantia do potencial necessário para o bombeamento.

Para elaboração do projeto foram verificadas as condições de contorno envolvidas no sistema. Considerando definidos os possíveis locais de construção dos reservatórios e os equipamentos disponíveis, falta o entendimento de qual o material será bombeado e as cotas e caminhamentos de dutos.

A área de dragagem é apresentada nas figuras 14 e 15 abaixo:

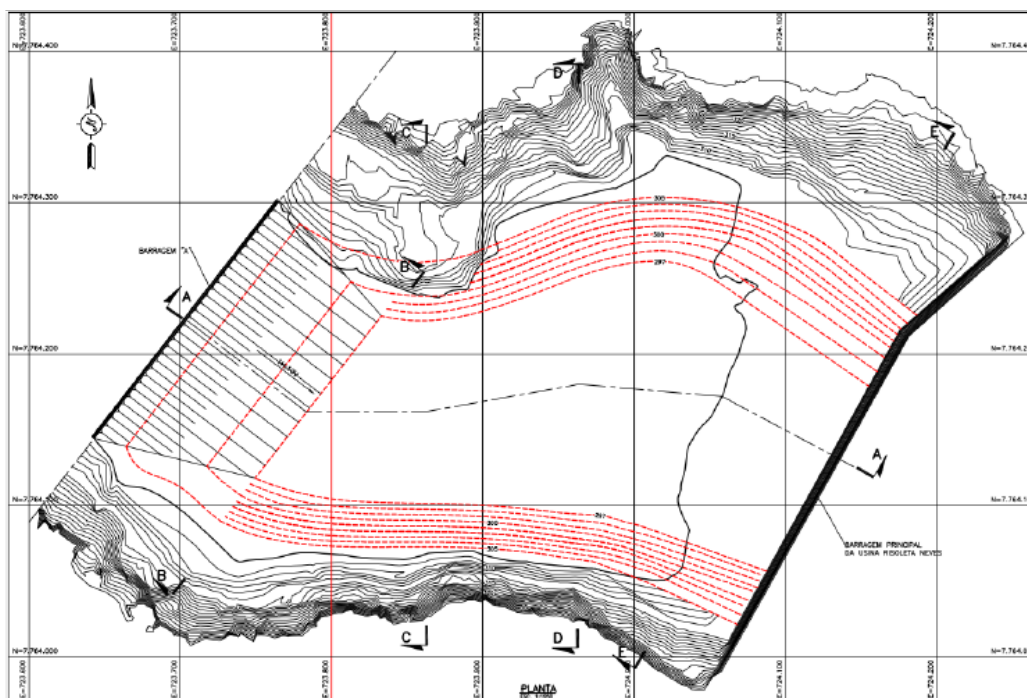


Figura 14 - Planta da área de dragagem.

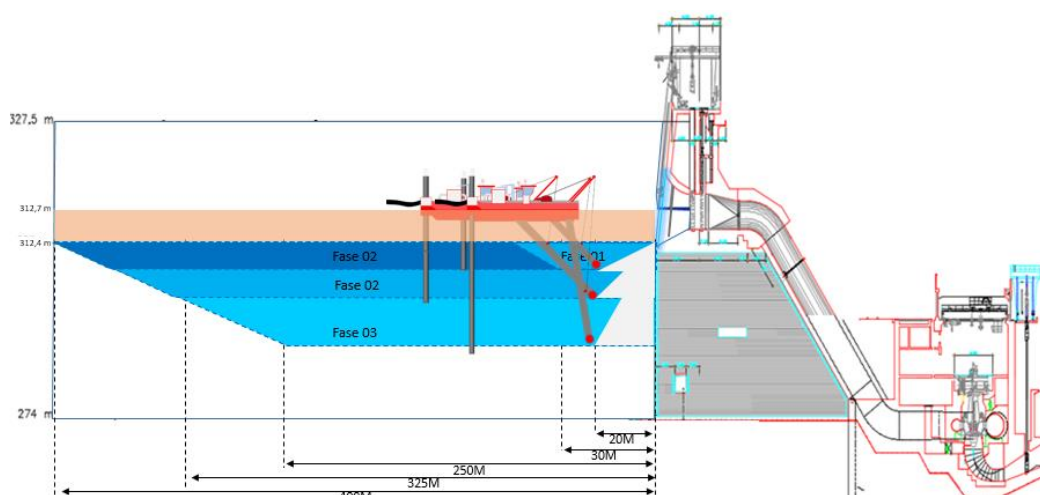


Figura 15 - Cortes estimados em projeto, na região da barragem da hidrelétrica Risoleta Neves

Consideradas de porte intermediário, dragas de sucção e recalque que operam com tubulações entre 18 e 22 polegadas podem trabalhar com vazões significativas que inferem em uma boa produtividade de dragagem. Sendo assim, dada as condições operacionais existentes, com destaque para condições de acesso, distância de disposição e desnível da área de disposição a melhor forma para transferência do material dragado para os reservatórios é através da dragagem hidráulica utilizando equipamentos de sucção e recalque. Considerando os equipamentos já alocados na área, bem como a inserção de um novo equipamento no sistema, consideram-se duas alternativas de bombeamento. A dragagem com equipamentos de sucção e recalque é a que provoca menor turbidez e também um alto percentual de água no material dragado, alinhada com a metodologia de disposição. Cabe destacar que o único contato da draga de sucção e recalque com o solo é através do cortador, que por sua vez gira a baixa rotação, provocando uma dispersão mínima do material dragado.

Visando maior produtividade na operação, serão empregadas dragas CSD- Sucção e Recalque de médio porte (tubos 20" a 24" peso total ~150 ton.), correspondentes aos maiores equipamentos de dragagem passíveis de transporte terrestre, os quais são muito aplicados em dragagens de rios, bacias, barragens uma vez que seu projeto naval permite a desmontagem em módulos menores e posterior montagem local. Isso posto, a seguir

apresentamos as características principais das dragas de sucção e recalque, previstas para esta operação:

Draga IHC BEAVER 50:

Comprimento = 21,65 m;

Largura = 7,87 m;

Calado carregado = 1,50 m + 0,50 m de folga para livrar interferência do suporte spuds.

Por questões operacionais e afim de evitar a entrada de lama no sistema de refrigeração é recomendado um calado em torno de 4 metros.



Figura 16 – Draga IHC BEAVER 50

Draga IHC BEAVER 1500:

Comprimento = 41,00 m;

Largura = 9,00 m;

Calado carregado = 1,30 m + 0,50 m de folga para livrar interferência do suporte spuds

Por questões operacionais e para evitar a entrada de lama no sistema de refrigeração é recomendado um calado de 4 m.



Figura 17 – Dragagem IHC BEAVER 1500

A seguir as curvas com características das bombas destas dragas são apresentadas.

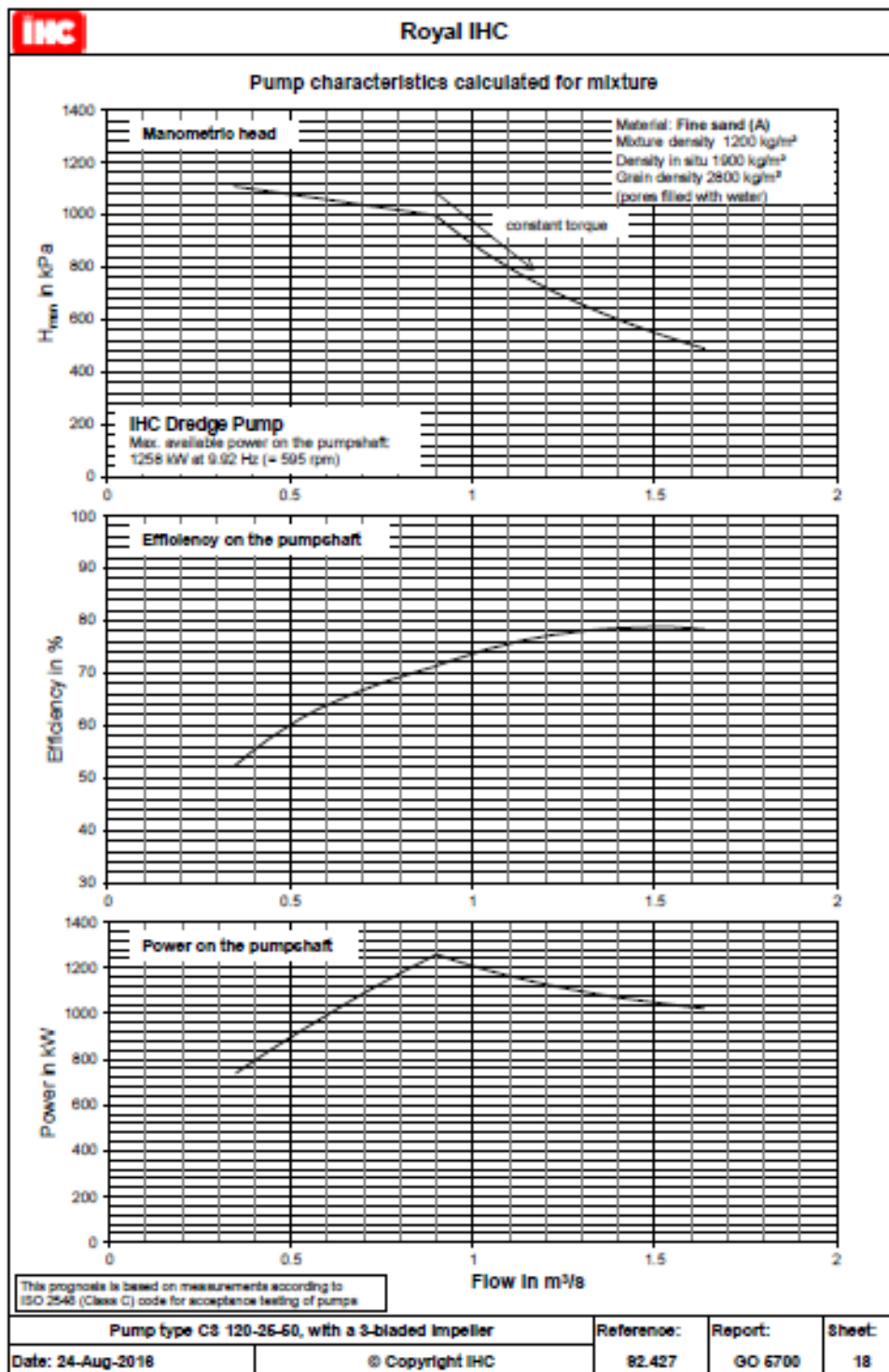


Figura 18 - Curvas de sistema de bombeamento da draga Beaver 50.

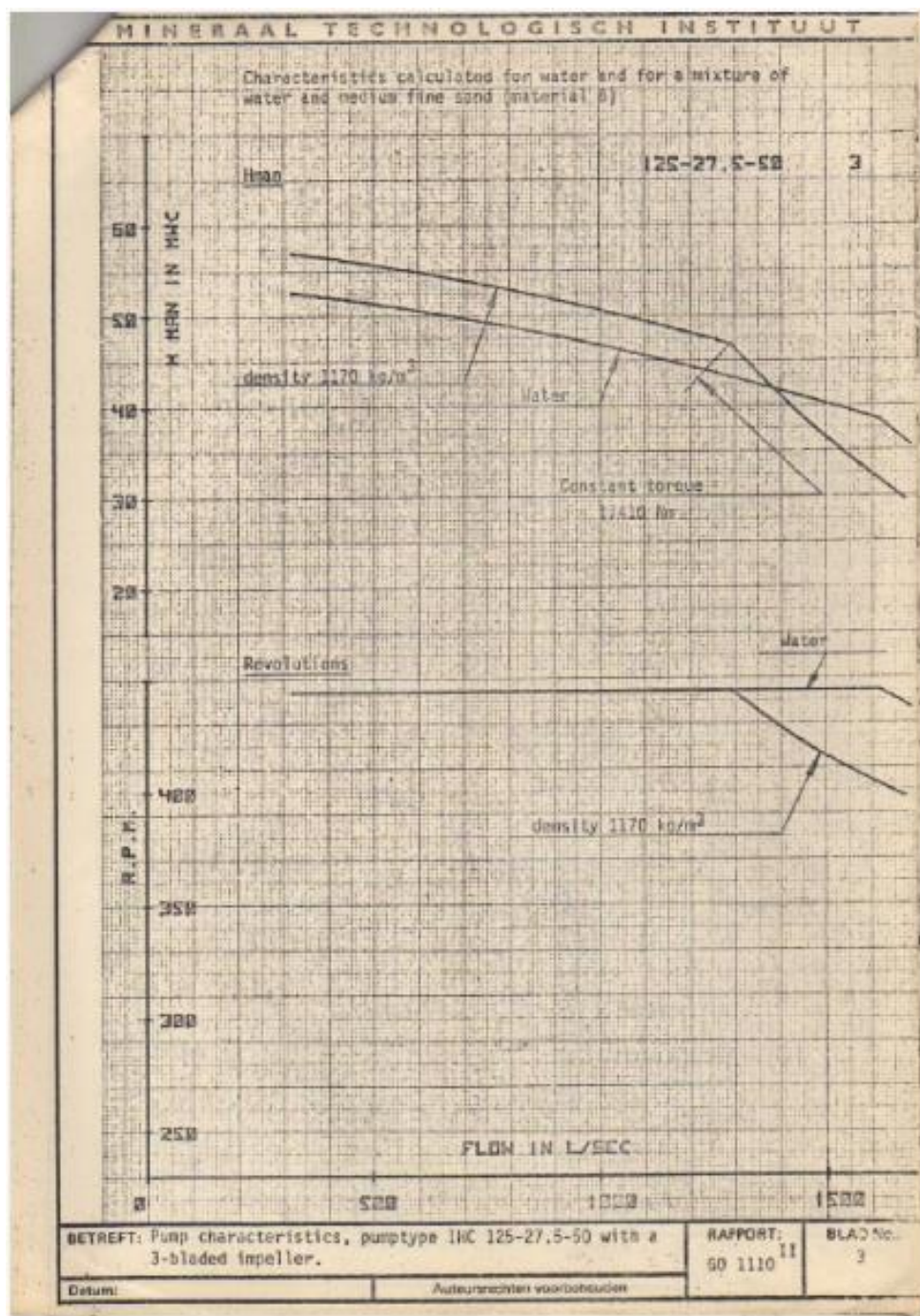


Figura 19 - Curvas de sistema de bombeamento da draga Beaver 1500.

O processo consiste na utilização de uma draga no local da barragem e outra em um reservatório intermediário. Atualmente a locação do material dragado ao largo da barragem é realizada em um dique a montante da área. No entanto em função da limitação volumétrica do reservatório formado pelo dique, foram desenvolvidas soluções de diques na região da Fazenda Floresta, a cerca de 3,5 km da área. Conforme abordado



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

anteriormente em mapa do plano diretor, os volumes dos reservatórios projetados são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 2 - Informações sobre os diques e reservatórios projetados

Elemento	Volume de aterro (m³)	Capacidade (m³)	Elevação (m)
Dique principal	235.800	-	390
Dique secundário	58.400	-	354
Reservatório principal	-	1.504.600	389
Reservatório secundário	-	116.600	353

O bombeamento da área de dragagem para o local do reservatório principal será realizado com o uso da draga Beaver 50 posicionada na área de dragagem. A polpa, ou mistura entre o material dragado e a água, será bombeado através de uma tubulação de PEAD com diâmetro externo de 24 polegadas para um reservatório intermediário. Neste reservatório estará presente a draga Beaver 1500, a qual irá dragar o material descartado e bombear para o reservatório principal através de uma tubulação igual. Um diagrama do sistema de bombeamento é apresentado na figura abaixo, a qual indica as elevações, diferenças de cota e comprimento estimado das tubulações.

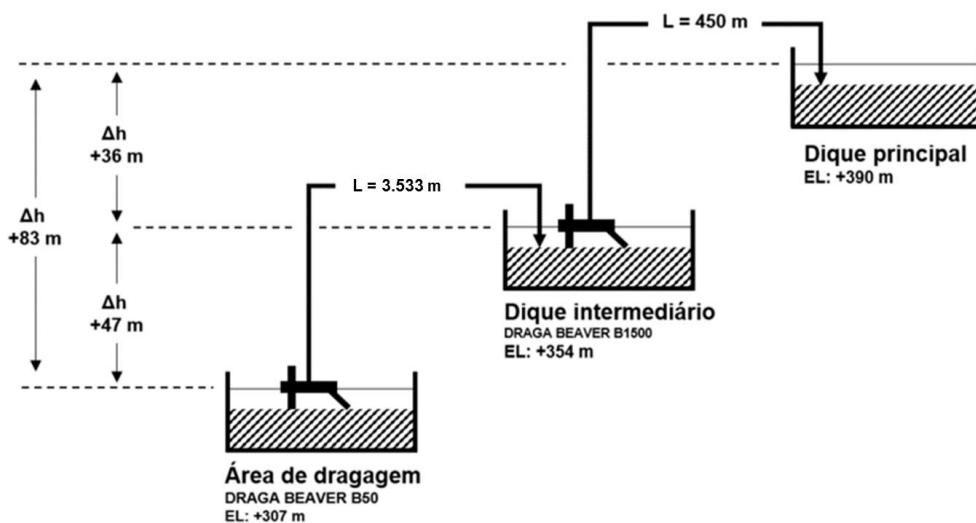


Figura 20 - Esquema dos sistemas considerados para as duas alternativas de bombeamento.

Utilizada como vazão de ambos os tombos o valor desejado entre 2.000 m³/h e 2.200 m³/h, as curvas de altura manométrica do sistema calculadas anteriormente são confrontadas com as curvas de bombeamento das dragas (Figura 7 e Figura 8) da relação entre metros de coluna d'água (mca) e a vazão desejada. O ponto de cruzamento das curvas das dragas com as do sistema determina o ponto de vazão. No entanto para que a draga opere na vazão desejada, sua rotação deve ser ajustada.

As curvas do sistema fazenda floresta para o primeiro e segundo tomo são apresentadas na Figura 21 e na Figura 22 respectivamente. É possível notar que o ponto de cruzamento entre a curva do sistema e da draga são, para ambos os casos, acima da vazão desejada. Neste caso, foi calculada o regime de rotação reduzido das bombas para aumento de potência e diminuição da vazão. Os mesmos são apresentados a seguir.

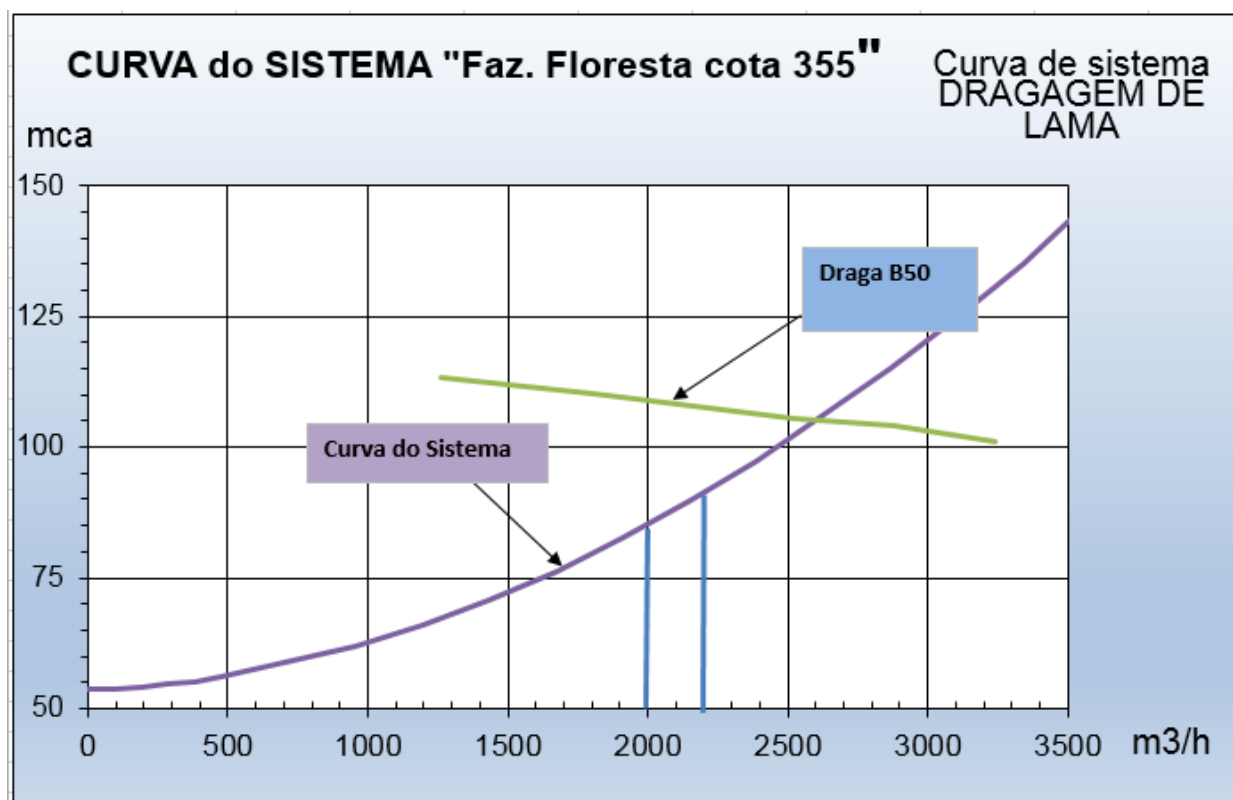


Figura 21 - Curvas do sistema da Fazenda Floresta para o primeiro tombo com a utilização da draga Beaver50

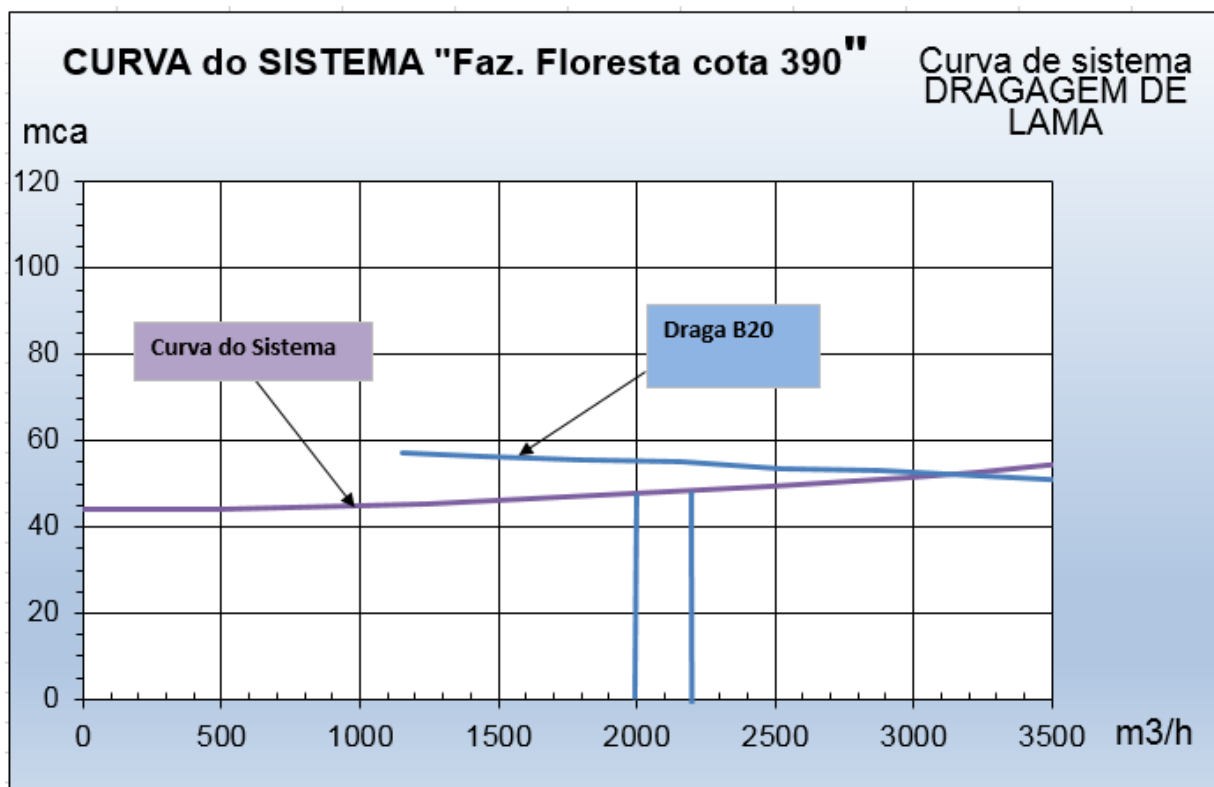


Figura 22 - Curvas do sistema da Fazenda Floresta para o primeiro tombo com a utilização da draga Beaver1500.

Tombo 1 – Draga Beaver 50:

- Para manter a vazão entre 2000 e 2200 m³/h, a draga deverá operar em rotação reduzida.
- Cálculo pela vazão = $2700/2200 = 1,23$ – $595 \text{ rpm}/1,23 = 484 \text{ rpm}$
- Cálculo pela altura = $(104/90)^2 = 1,34$ – $595 \text{ rpm}/1,34 = 444 \text{ rpm}$
- Média da rotação estimada: 464 rpm

Tombo 2 – Draga Beaver 1500:

- Para manter a vazão entre 2000 e 2200 m³/h, a draga deverá operar em rotação reduzida.
- Pela Vazão = $2400/2200 = 1,41$ – $445 \text{ rpm}/1,41 = 408 \text{ rpm}$
- Pela altura = $(51/48)^2 = 1,13$ - $445 \text{ rpm}/1,13 = 397 \text{ rpm}$
- Média da rotação estimada: 402 rpm

Desta forma está consolidada a capacidade das dragas de realizar o bombeamento.



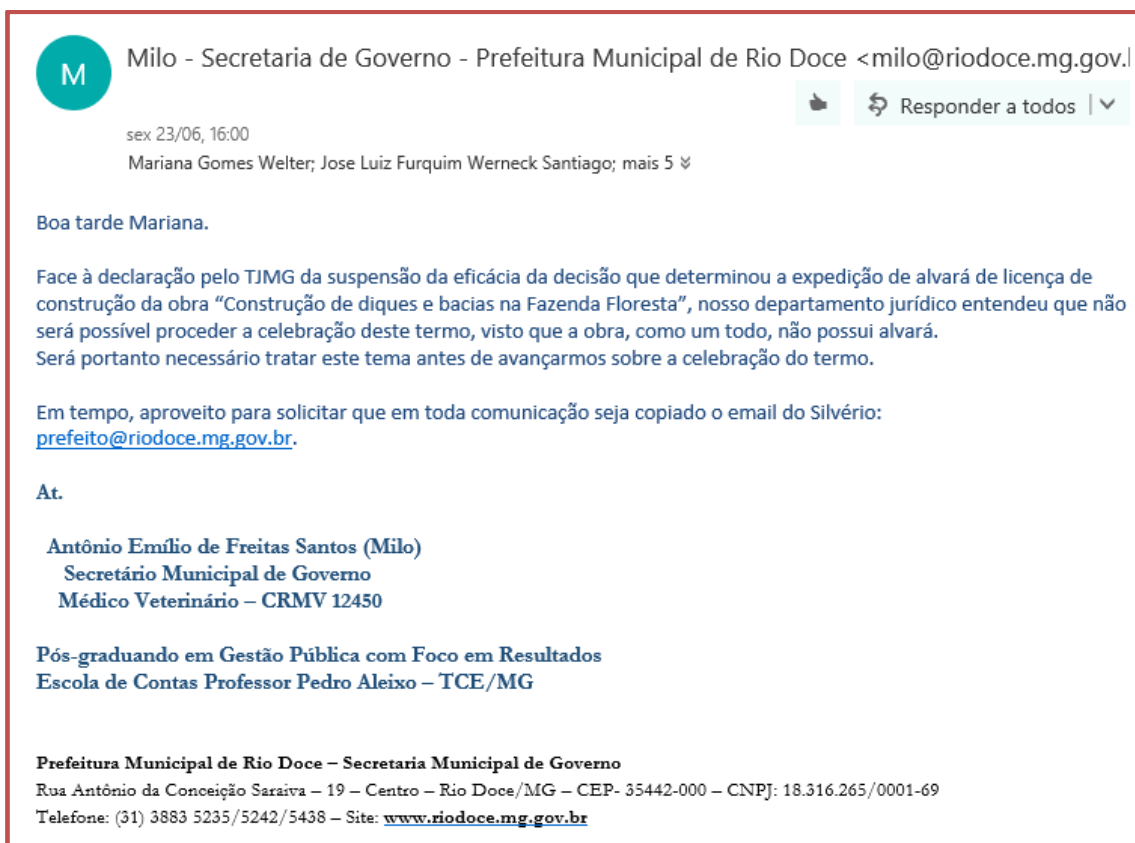
ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.9) REQUISITO (18)

Requisito 18 - Informar a CT Rejeitos semanalmente, por e-mail, o status de resolução / encaminhamento de cada questão que representa o avanço das obras da Fazenda Floresta, como:

- a) Resolução das questões afetas a relocação do campo de futebol.
- b) Resolução das questões afetas ao tombamento provisório que recai sobre parte da Fazenda Floresta.
- c) Resolução das questões afetas a obtenção Declaração de Conformidade do Codema e Prefeitura de Rio Doce.
- d) Resolução das questões afetas a obtenção de alvará das obras afetas a Fazenda Floresta e linha PEAD.
- e) Outras questões e ordem burocrática/ legal, que incidam ou possam incidir sobre o andamento célere das obras.

Sobre o requisito acima, informamos que, em 23 (vinte e três) de junho a Fundação Renova encaminhou o Termo de Entendimentos como acordo tratando a realocação do Campo de Futebol. O Tribunal de Justiça nesta mesma data suspendeu a Liminar do Alvará de licança de construção de obra. Desta maneira, a Prefeitura Municipal de Rio Doce suspendeu todas as tratativas referente ao campo de Futebol até a resolução da situação do Alvará.



Milo - Secretaria de Governo - Prefeitura Municipal de Rio Doce <milo@riodoce.mg.gov.br>

sex 23/06, 16:00
Mariana Gomes Welter; Jose Luiz Furquim Werneck Santiago; mais 5

Boa tarde Mariana.

Face à declaração pelo TJMG da suspensão da eficácia da decisão que determinou a expedição de alvará de licença de construção da obra “Construção de diques e bacias na Fazenda Floresta”, nosso departamento jurídico entendeu que não será possível proceder a celebração deste termo, visto que a obra, como um todo, não possui alvará. Será portanto necessário tratar este tema antes de avançarmos sobre a celebração do termo.

Em tempo, aproveito para solicitar que em toda comunicação seja copiado o email do Silvério: prefeito@riodoce.mg.gov.br.

At.

Antônio Emílio de Freitas Santos (Milo)
Secretário Municipal de Governo
Médico Veterinário – CRMV 12450

Pós-graduando em Gestão Pública com Foco em Resultados
Escola de Contas Professor Pedro Aleixo – TCE/MG

Prefeitura Municipal de Rio Doce – Secretaria Municipal de Governo
Rua Antônio da Conceição Saraiva – 19 – Centro – Rio Doce/MG – CEP- 35442-000 – CNPJ: 18.316.265/0001-69
Telefone: (31) 3883 5235/5242/5438 – Site: www.riodoce.mg.gov.br

Figura 01 – Print de tela de conversa com a Prefeitura Municipal de Rio Doce

Desta maneira, desde o dia 26 (vinte e seis) de junho, todas as obras dentro da Fazenda Floresta foram suspensas até que seja emitido o alvará pela Prefeitura. Em relação à linha de PEAD, o processo de solicitação de alvará para estas obras já se encontra em andamento, sendo protocolado até 07 (sete) de julho de 2017.

A Fundação Renova irá implementar semanalmente o envio dos relatórios eletrônicos para a Câmara Técnica de Rejeitos e Segurança Ambiental.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.10) REQUISITO (21)

Requisito 21 - *Pilhas de rejeito: esclarecer a metodologia e memorial de cálculo do volume geométrico x densidade de acomodação, assim como sua relação com os volumes dentro do reservatório da UHE Candonga;*



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Com base no requisito acima, informamos que este documento tem como objetivo apresentar a metodologia construtiva das pilhas de disposição, denominadas Pilha 1 e Pilha 2, situadas na Fazenda Floresta, município de Rio Doce/MG. O projeto destas duas pilhas, ainda em fase preliminar, foi elaborado pela empresa Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental e as principais características do projeto destas descritos neste documento.

INTRODUÇÃO

Visando o armazenamento dos materiais dragados da calha do rio Doce, advindos da Barragem do Fundão após evento do dia 05 de novembro de 2015, uma campanha de mapeamento de áreas potenciais foi executada, sendo escolhida a área denominada Fazenda Floresta, principalmente pelas seguintes características:

- ✓ apresentar relevo acidentado e encaixado, o que significa a capacidade de armazenamento de grandes volume de material;
- ✓ presença de pastagem em praticamente toda a área a ser utilizada, evitando assim supressão vegetal;
- ✓ proximidade do local de dragagem dos primeiros 400 metros (Fase 1), conseqüentemente maior capacidade produtiva de remoção de material.

No projeto proposto para a Fazenda Floresta, estão sendo levados em consideração a construção de duas bacias de decantação, dois barramentos e duas pilhas de disposição de sedimentos, sendo o detalhamento construtivo destas ultimas estruturas o foco principal deste documento.

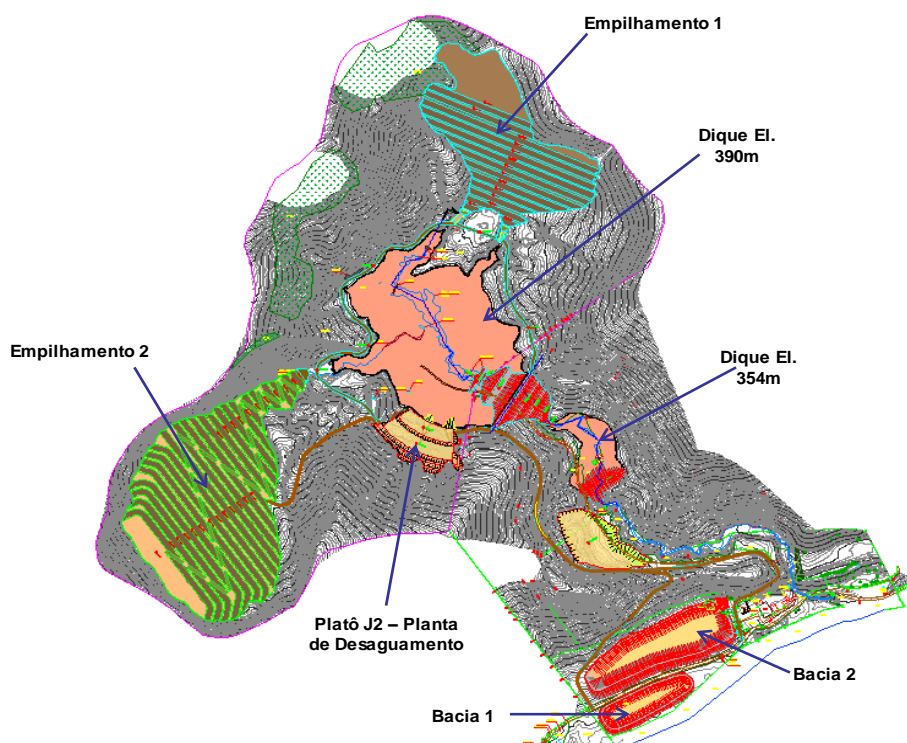


Figura 01 – Localização das estruturas da Fazenda Floresta

Como podemos perceber na Figura 1, as pilhas de disposição de sedimentos (Empilhamento 1 e Empilhamento 2) estão localizadas a montante da área de interesse, em cotas mais elevadas, sendo suas características geométricas descritas na Tabela 1, e volume aproximado de armazenamento total igual a 3,8 Mm³.

Tabela 01 - Características geométrica das Pilhas.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	EMPILHAMENTO 1	EMPILHAMENTO 2
Altura final (m)	69,90	125,00
Elevação da crista (m)	462,00	517,00
Inclinação dos taludes (m)	3,0H:1,0V	3,0H:1,0V
Inclinação global (°)	14,0	13,0
Altura dos bancos (m)	5,00	5,00
Largura das bermas (m)	5,00	5,00
Área ocupada (ha)	9,81	15,83
Capacidade volumétrica (m ³)	1.313.269,64	2.478.785,00

Para a elaboração do projeto preliminar das Pilhas 1 e 2, a projetista teve acesso a todos os materiais disponíveis pela Samarco, além de propor a execução de novas campanhas de mapeamento e sondagens, que subsidiaram os estudos hidrológicos de precipitação e vazão de projetos, além de estudos hidráulicos de drenagem superficial e drenagem interna, mapeamento de nascentes e surgências de água na área impactada, estudos geológicos com mapeamento de solos e corpos rochosos executando sondagens e também estudos geotécnicos focando principalmente na estabilidade das estruturas, mesmo quando de algum evento sísmico.

Diante destes resultados, propuseram a construção dos empilhamentos seguindo o sequenciamento descrito no capítulo a seguir.

SEQUENCIAMENTO CONSTRUTIVO

Implantação e manutenção dos caminhos de serviço

Antes do início do empilhamento, a execução dos acessos deverá ser executada.

Limpeza, preparo e escavação da fundação

Deverão ser escavados os solos aluvionares nos talvegues do vale e os solos moles e saturados, onde ocorrerem, de forma a se atingir o solo mais resistente, na base, para implantação dos drenos internos. Além disso também deverão ser removidos o material vegetal do terreno onde as pilhas se assentarão. Este material vegetal removido poderá ser estocado para futuras utilizações quando da proteção e revegetação dos taludes de jusante das pilhas.

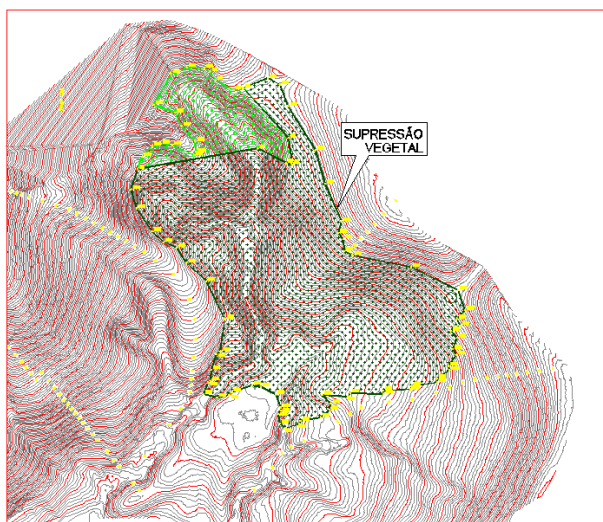


Figura 02 – Supressão vegetal (Pilha 1)

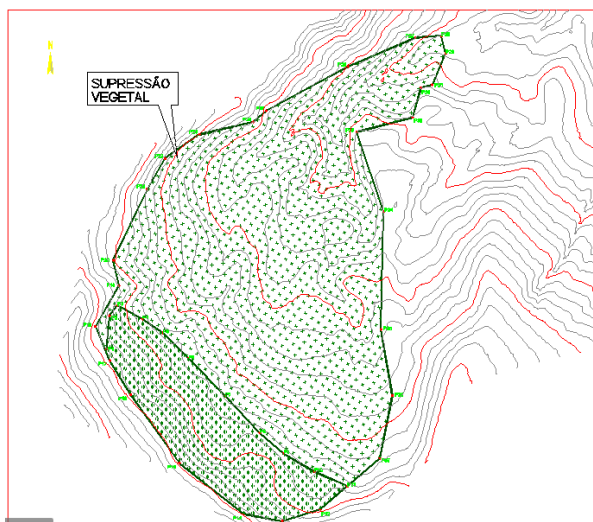


Figura 03 – Supressão vegetal (Pilha 2)

Implantação do sistema de drenagem interna

O dreno de fundo foi dimensionado para coletar e direcionar os fluxos gerados pela infiltração na região das Pilhas, somadas às vazões das nascentes que foram cadastradas na região de implantação além das contribuições do terreno natural.

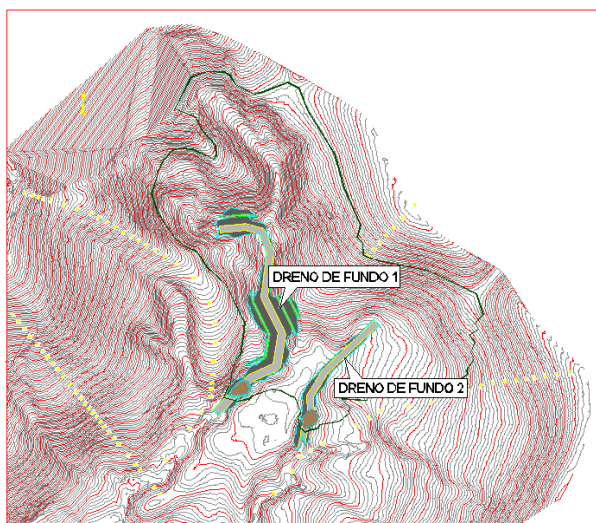


Figura 04 – Dreno de Fundo (Pilha 1)

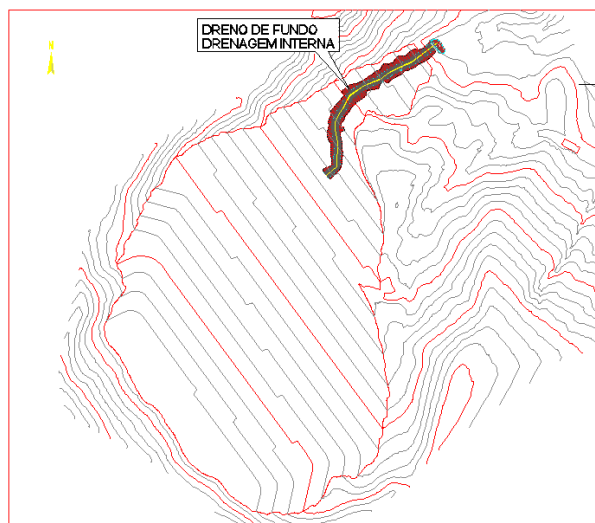


Figura 05 – Dreno de Fundo (Pilha 2)

Execução dos dique de partida, disposição dos dois primeiros bancos de sedimentos desaguados e implantação dos primeiros instrumentos de controle

Para a Pilha 1, devido as características do relevo, estão previstos a construção de dois diques de partida, implantados em solo compactado. Para a pilha 2, somente um, também executado em solo compactado. Estes maciços compactados deverão apresentar características de resistência, deformabilidade e permeabilidade, que permita o pleno desenvolvimento de suas funções durante o período operacional dos empilhamentos.

Após a construção dos diques de partida, já se poderá executar a disposição dos primeiros dois bancos de sedimentos que deverão estar desaguados, seja produto de desaguamento natural ou com a utilização de algum equipamento para tal finalidade.

Nesta etapa já são previstas a instalação de instrumentos de auscultação. Para a pilha 1 nesta etapa já estão previstas a instalação de 2 piezômetros, 1 indicador de nível de água, 4 marcos superficiais e 2 medidores de vazão. Para a pilha 2, o quantitativo a ser instalado na primeira etapa são 1 piezômetro, 1 indicador de nível de água, 2 marcos superficiais e 1 medidor de vazão.

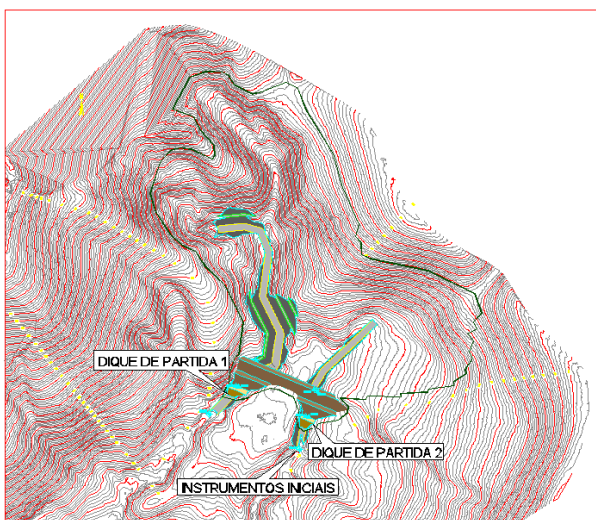


Figura 06 – Diques de partida e primeiros empilhamentos (Pilha 1)

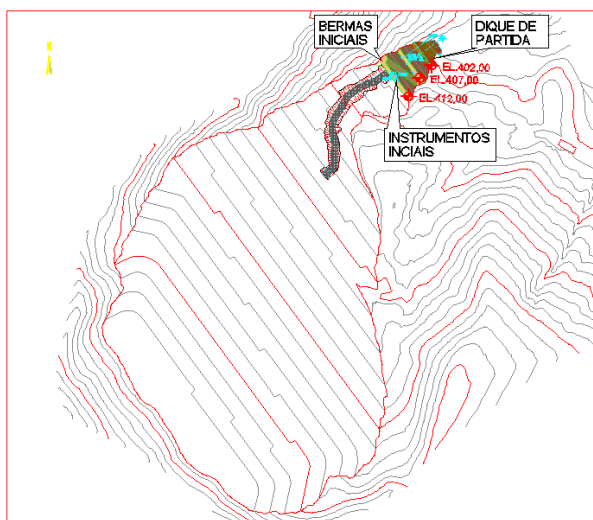


Figura 07 – Dique de partida e primeiro empilhamento (Pilha 2)

Continuidade da disposição de sedimentos desaguados

O sedimento desaguado será lançado em camadas de no máximo 0,50 m e compactados com a passagem de trator de esteira e/ou rolo compactador com velocidade controlada até se alcançar a altura máxima de cada pilha

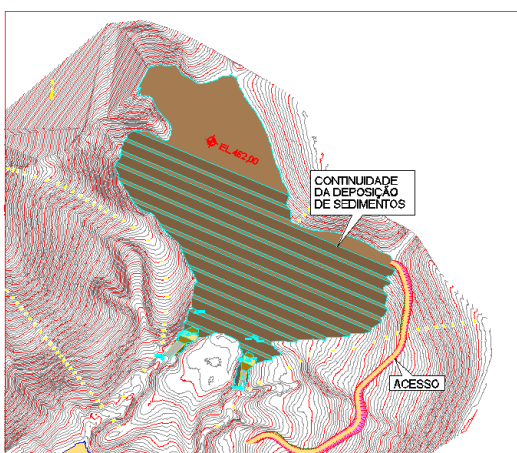


Figura 08 – Continuidade da disposição (Pilha 1)

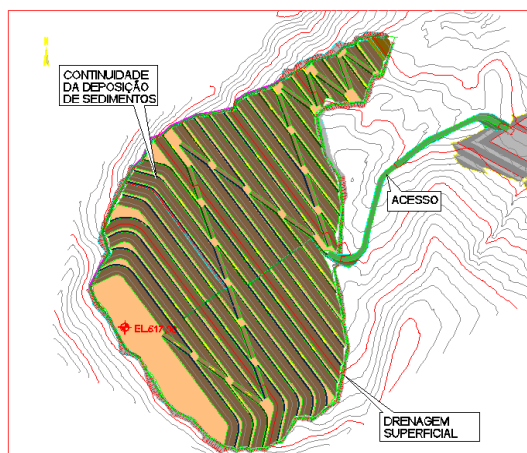


Figura 09 – Continuidade da disposição (Pilha 2)



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Drenagem superficial, proteção dos taludes e instrumentação restante

Para o sistema de drenagem superficial das Pilhas 1 e 2 está previsto a construção de estruturas de concreto. Além disso, vale saber que para o escoamento nas bermas foi realizada uma conformação no perfil transversal destas, a fim de direcionar o fluxo de maneira adequada dentro da berma; e que para os trechos que apresentam declividades superiores a 10%, foram dimensionadas descidas em escada.

Também está previsto a construção de um dique próximo ao pé da pilha para a contenção de sedimentos da água transportada pelo sistema de drenagem superficial.

Com o objetivo de proteger os taludes e bermas dos empilhamentos contra efeitos erosivos provenientes de ações de águas pluviais e processos eólicos, é prevista a aplicação de vegetação em todos os empilhamentos. Para tanto, considera-se necessária a distribuição de uma camada de solo sobre a superfície acabada e regularizada, de maneira a fornecer suporte para a vegetação a ser implantada. Nesta camada de solo, tratada com corretivos e fertilizantes apropriados, será feito o plantio de gramíneas.

Nesta última etapa também estão previstas as instalações do restante das instrumentações:

- ✓ Pilha 1: 6 Indicadores de Nível de Água e 7 Marcos Superficiais
- ✓ Pilha 2: 1 Piezômetro, 3 Indicadores de Nível de Água e 5 Marcos Superficiais

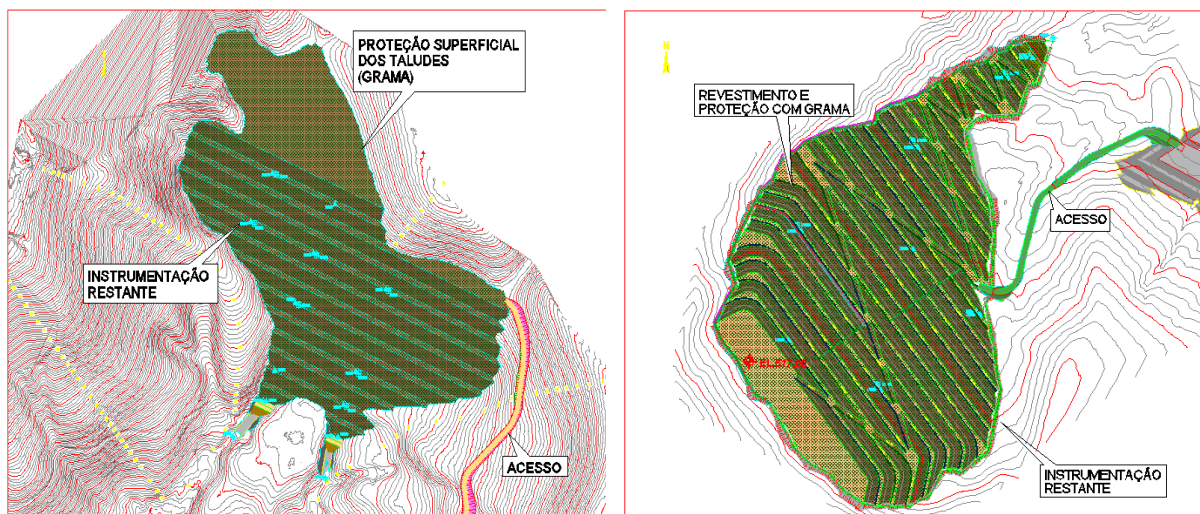


Figura 10 – Drenagem superficial, proteção dos taludes e instrumentação (Pilha 1)

Figura 11 – Drenagem superficial, proteção dos taludes e instrumentação (Pilha 2)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que o processo construtivo dos empilhamentos dos sedimentos desaguados, apesar de numerosas etapas, possa ser de simples execução.

Todos os conceitos e desenhos apresentados aqui são considerados básicos e até que o projeto executivo seja finalizado é possível que se tenha alguma mudança, mas não são esperadas mudanças significativas.

Após a finalização do empilhamento de sedimentos nas pilhas, um projeto de descomissionamento deverá ser executado e suas ações implantadas.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.11) REQUISITO (25)

Requisito 25 - *Apresentar detalhamento da Recuperação Ambiental das Margens do Reservatório incluindo estudo de estabilidade das encostas e contemplando as vias marginais ao reservatório e áreas de disposição de rejeitos, até 31/07/2017. A. recuperação ambiental das margens deve considerar o plano diretor dos municípios e uso pretendido de cada área;*



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Com base no requisito acima, apresentamos o estudo contemplando análises das encostas do reservatório da Usina Hidroelétrica (UHE) Risoleta Neves, situada no Município de Rio Doce/MG, referentes ao efeito do rebaixamento rápido ocorrido quando do rompimento da barragem de Fundão e futuro efeito quando do enchimento do lago. Estas avaliações foram conduzidas pela empresa de projetos Walm, para que a Fundação Renova possa atuar nos pontos críticos detectados para possibilitar a elevação do reservatório da UHE para sua cota normal de operação, que é a El. 327,50 m.

Para a elaboração deste estudo, foi utilizado o mapeamento geológico/geotécnico para a identificação dos pontos críticos em termos de estabilidade, em todo o perímetro de encostas do reservatório da UHE e acessos existentes atualmente em uso pela Fundação Renova. Com base nos pontos cadastrados, foram identificados aqueles que poderiam apresentar problemas quando do enchimento do reservatório, ou ainda pontos que necessitam de intervenções antes que o nível d'água do lago atinja a cota operacional.

Com base no mapeamento realizado e na detecção dos pontos que necessitam de melhorias, foram avaliadas alternativas para que a mitigação dos problemas encontrados. Estas alternativas foram definidas a partir da análise de fatores como: tempo de execução, disponibilidade de materiais na região e/ou facilidade de aquisição de insumos, existência de acesso para equipamentos, entre outros.

O objetivo final deste estudo foi avaliar as condições de segurança dos taludes e acessos presentes no entorno do reservatório da UHE Risoleta Neves, considerando três etapas distintas, sendo; ETAPA 1 – Elevação do reservatório para a cota 318 a montante do barramento metálico B; ETAPA 2 - Elevação do reservatório para a cota 322 a montante do barramento metálico C e ETAPA 3 – ETAPA FINAL, a que considera o fechamento das comportas da UHE Risoleta Neves, elevando o reservatório para a cota 327,50.

Durante as visitas de campo realizadas, foram identificados 75 pontos ao total, os quais serão detalhados ao longo do trabalho.

O risco de todos os 75 pontos foi avaliado utilizando-se uma matriz de risco, definindo dessa forma a criticidade de cada um dos pontos, auxiliando na tomada de decisão sobre a prioridade e forma de tratamento destes taludes.

GEOLOGIA LOCAL

A área em estudo é constituída pelas rochas que compõem a Suíte Metamórfica São Sebastião do Soberbo.

Trata-se de um conjunto de rochas predominantemente metamórficas representado por (anfíbólio)-biotita-gnaiss e anfibolitos.

Os solos residuais existentes na região são provenientes do intemperismo desse paragnaisse, sendo predominantemente arenosos, com alguma parcela de silte. É possível observar diversos pontos nos quais este material encontra-se exposto; grande parte das vezes ainda é possível verificar o bandamento herdado da rocha matriz, de baixo ângulo, principalmente nas proximidades da UHE Risoleta Neves.



Figura 01 - Solo residual encontrado na região de estudo.

Apesar de muito friável, o solo residual é capaz de suportar ângulos de face acima de 60°, ilustrando que este material ainda apresenta boas características geotécnicas. Por conta de sua matriz predominantemente arenosa, os solos residuais de paragnaisse normalmente apresentam baixa resistência frente aos escoamentos superficiais, sendo facilmente erodidos pela ação das águas de chuva.

Em alguns locais se observam porções rochosas de maior resistência (R2/R3) intercaladas no solo residual, conferindo maior resistência ao talude.

A espessura desse solo residual é estimada entre 8,0m e 12,0m, obtidas a partir das informações de alguns furos de sondagem mista realizadas na região e da observação em alguns taludes em que a rocha aflora no pé do talude. Na região de estudo ainda são

encontrados solos de alteração de anfibólitos, possuindo coloração marrom-avermelhada e possuindo matriz argilosa.



Figura 02 - Solo de alteração de anfibólitos.

Sobre os solos residuais descritos acima ainda ocorre um solo maduro, coluvionar, de coloração marrom avermelhada, silto argiloso, com espessura entre 1,0m e 2,0m.

METODOLOGIA

A partir da base topográfica foi elaborado o mapa de declividades para as encostas do reservatório da usina hidrelétrica Risoleta Neves, nota-se que a grande maioria dos taludes apresenta ângulos entre 5° e 26° , o que é uma condição favorável para a estabilidade das encostas existentes no reservatório. As áreas em azul-escuro são aquelas que apresentam declividade menor do que 5° , ou seja, ou são bancos de rejeito depositados na região do reservatório ou são áreas de bota-fora e acessos criados para atendimento das obras dentro da área de influência do reservatório final – El. 327,50 m. Por fim, ressalta-se que somente uma pequena parcela da área de encostas apresenta taludes com inclinações superiores a 70° .

A área de influência do reservatório da UHE Risoleta Neves apresenta diversos pontos nos quais foram detectados indícios de movimentação quando do esvaziamento rápido do lago, possibilitando a passagem da onda de cheia proveniente da Barragem do Fundão em novembro de 2015. Assim sendo, foi realizada extensa campanha de mapeamento de campo para percorrer os acessos existentes às margens do reservatório e também percorrendo de barco as margens do reservatório, buscando identificar pontos que não pudessem ser inspecionados pelos acessos.

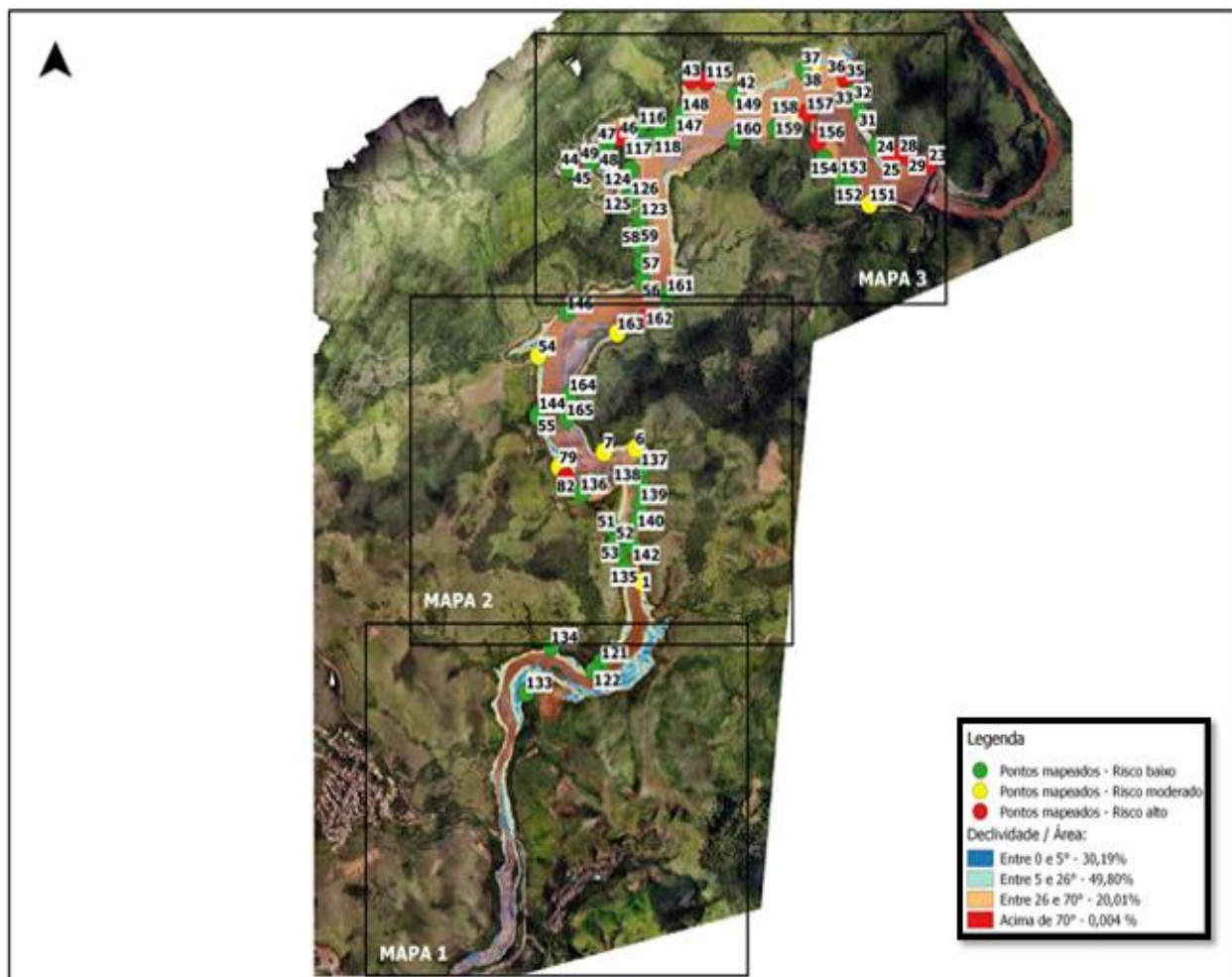


Figura 03 - Mapa-chave para a identificação das figuras de locação dos pontos cadastrados

O mapeamento de campo teve a principal função de obter informações acerca das litologias e materiais presentes, bem como avaliar a existência de movimentações, processos ativos de ruptura, além de ser possível identificar as feições expostas, que irão subsidiar a realização das análises de estabilidade para as encostas.

O resultado da análise de risco identificou que, dos 75 pontos, 17 deles serão totalmente inundados pelo reservatório, sendo que para 15 pontos, a classificação de risco foi considerada baixa, para um ponto, a classificação de risco foi considerada alta e para outro, moderada.

Dos outros 58 pontos que estarão emersos ou parcialmente emersos, 15 pontos tiveram sua classificação de risco definida como de risco alto, 9 pontos de risco moderado e 34 pontos de risco baixo.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

ANÁLISE DE ESTABILIDADE

Como premissa, foram realizadas análises de estabilidade em todos os taludes classificados com Risco ALTO e MODERADO, sendo as análises de estabilidade dos taludes classificados com Risco BAIXO, realizados mediante condições geotécnicas verificadas em campo.

Para a modelagem das seções foram utilizados os croquis preparados em campo durante a etapa de mapeamento das encostas, para que os contatos geológico-geotécnicos fossem estimados e também de acordo com a base topográfica, permitindo a realização das análises de estabilidade. Os fatores de segurança obtidos com a realização das análises de estabilidade foram então comparados com os mínimos exigidos por norma, a fim de verificar a necessidade de intervenção nas encostas do reservatório da UHE Risoleta Neves.

Os parâmetros de resistência para os materiais, definidos com base em ensaios de laboratório executados pela LOCTEST para a BVP, na experiência da equipe técnica da WALM e por correlação com materiais de características semelhantes.

De maneira geral, o fator mínimo necessário para as encostas do reservatório foi fixado em 1,4 para aqueles taludes que tiveram alguma interferência com os acessos, retratando a condição de baixo impacto ambiental e nível alto quanto à segurança contra danos a vidas humanas. Para aqueles taludes afastados dos acessos o fator de segurança mínimo considerado foi de 1,2, retratando a condição de baixo impacto ambiental e nível baixo quanto à segurança contra danos a vidas humanas.

DIRETRIZES DE EXECUÇÃO

Ponto 1 (Eixo barramento C)

Descrição Geológica/Geotécnica: O primeiro ponto inspecionado é um talude de aproximadamente 12,0 m de altura, no qual é possível identificar o contato entre dois

materiais: a porção inferior composta por rocha muito fraturada e a porção superior em solo residual arenoso, como pode ser percebido pela figura a seguir.



Figura 04 - Detalhes do talude cadastrado no Ponto 1

Apesar de não existir cobertura vegetal sobre a face do talude, apenas alguns sinais de erosões superficiais foram encontrados em sua extensão.

Estabilidade Geotécnica: Quanto a estabilização geotécnica do referido talude, ressalta-se que não foram detectados sinais de movimentações e/ou instabilizações no talude. Porém, devido a geometria existente, e as condições de contorno do referido ponto, foi realizado o estudo de estabilidade para determinar o fator de segurança do mesmo, possibilitando determinar as melhorias necessárias.

Solução Proposta: A seguir é apresentada a solução proposta para a adequação do fator de Segurança dentro do exigido por Norma.

Reforço no pé do talude com aterro compactado e berma na crista com pelo menos 3m de largura.

Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos.

Ponto 6

Descrição Geológica/Geotécnica: O talude do Ponto 6 encontra-se às margens do acesso utilizado para a cravação dos perfis metálicos e execução da obra do Barramento B. Este talude em solo possui aproximadamente 7,0 m de altura em seu ponto mais alto e não existe proteção vegetal em sua face. A figura abaixo apresenta a situação geral do talude cadastrado no Ponto 6.



Figura 05 - Detalhes do talude do Ponto 6.

Estabilidade Geotécnica: Visualmente não foram encontrados sinais de processos erosivos, nem indícios de instabilização.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura para minimizar

o processo erosivo que porventura venha a ocorrer previamente ao enchimento do reservatório.

Ponto 7

Descrição Geológica/Geotécnica: Este talude, localizado nas proximidades do Barramento B, apresenta altura de cerca de 15,0 m e é constituído de solo arenoso em toda sua extensão. Por conta da ausência de proteção vegetal em sua face, existe acúmulo – em alguns pontos – de material na região do pé da encosta, como pode ser visto abaixo.



Figura 06 - Vista do talude do ponto 7, próximo ao Barramento B.

Estabilidade Geotécnica: Apesar de sua altura e de seu ângulo de face bem íngreme, não existem sinais de movimentação no talude.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feita uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 24

Descrição Geológica/Geotécnica: Acesso criado para as obras de dragagem do reservatório acabou gerando um estreitamento do acesso existente. Os taludes são compostos por solo residual areno-siltoso do gnaiss.



Figura 07 - Vista do talude do ponto 24.

Estabilidade Geotécnica: Com exceção de uma pequena erosão no pé do talude do acesso, não foram identificados sinais de instabilização.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito um aterro no acesso criado, para recompor a largura original da via e revegetação da área exposta.

Ponto 28

Descrição Geológica/Geotécnica: No ponto 28 foi cadastrado o talude mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Como pode ser percebido, o talude apresenta, em seu trecho superior, inclinações verticais e grande quantidade de material escorregado. O

material identificado nas superfícies expostas deste talude corresponde ao solo residual de gnaiss.



Figura 08 - Encosta do ponto 28.

Estabilidade Geotécnica: Segundo informações obtidas em campo, a movimentação detectada neste talude foi causada pelo rebaixamento rápido do reservatório da UHE.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura

Ponto 29

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude rompido, com cerca de 10m de altura, constituído por solo residual de gnaiss bandado. A vista geral desta encosta pode ser vista na figura. O rompimento da manilha que conduz a drenagem superficial do acesso pode ter contribuído para acelerar o processo de instabilização.



Figura 09 - Encosta cadastrada no ponto 29.

Estabilidade Geotécnica: Aparentemente não apresentou novos sinais de movimentação após a ruptura ocorrida.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura para minimizar o processo erosivo que porventura venha a ocorrer previamente ao enchimento do reservatório. O trecho compreendido pela manilha deverá ser recuperado e preenchido com enrocamento para dissipação de energia. Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos.

Pontos 31 a 36

Descrição Geológica/Geotécnica: Os taludes cadastrados nos pontos 31 a 36 são referentes aos acessos construídos pela SAMARCO para realização das obras na região da UHE. De maneira geral, as inclinações médias destes taludes encontram-se entre 45° e 70°, à exceção de trechos das encostas dos pontos 33, 35 e 36, que apresentam inclinações próximas à vertical. Grande parte da superfície das encostas não apresenta proteção superficial, o que provoca o surgimento de sulcos e outros processos erosivos. A erosão identificada no ponto 33 é causada pela existência de um tubo de drenagem superficial que desaguava no reservatório da usina. Com o rebaixamento do nível d'água, o fluxo de água começou a ser lançado diretamente sobre a face do talude exposto, o que facilitou o surgimento e evolução do processo erosivo. Para o ponto 36, nota-se que a crista da erosão existente já se encontra muito próxima ao acesso para a UHE, ameaçando a interrupção do trânsito de veículos caso este processo continue a avançar. As figuras abaixo apresentam as condições gerais destes taludes.



Figura 10 - Talude do ponto 31



Figura 11 - Talude do ponto 32



Figura 12 - Talude do ponto 33



Figura 13 - Talude do ponto 34

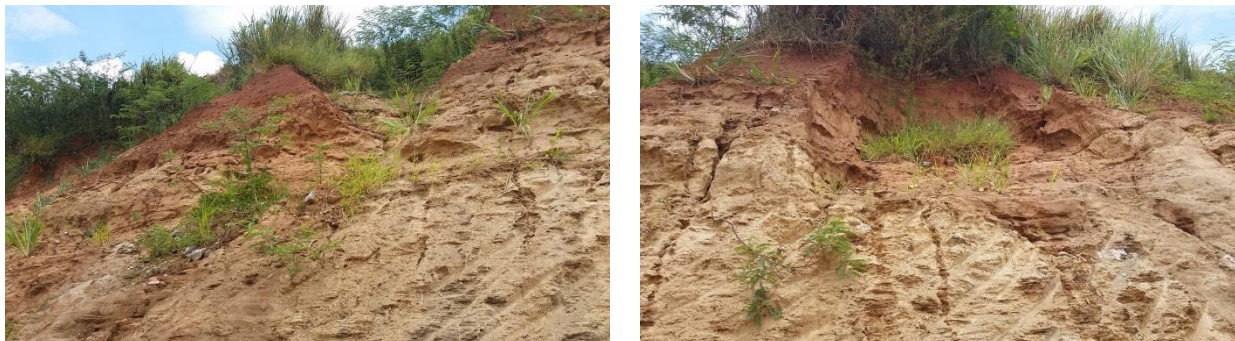


Figura 14 - Talude do ponto 35



Figura 15 - Talude do ponto 36

Estabilidade Geotécnica: Alguns sulcos erosivos devido à percolação de água na superfície do talude foram identificados, bem como algumas porções superiores rompidas, entretanto, não se observou evolução das áreas rompidas.

Solução Proposta: Aterro reforçado com terramesh para aumento do FS do talude. Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos.

Ponto 37

Descrição Geológica/Geotécnica: Ruptura de cerca de 20m de extensão em talude composto em sua maior parte por solo maduro siltoso de cor marrom com cerca de 2m de espessura que sobrepõe o solo residual arenoso róseo esbranquiçado do gnaise. O

plano de ruptura apresenta-se verticalizado em sua porção superior, estando a crista a cerca de 8m do acesso a montante.



Figura 16 - Talude do ponto 37

Estabilidade Geotécnica: Após a ruptura inicial, ocasionada pelo rebaixamento do N.A. do reservatório, não foi verificada uma evolução da mesma.

Solução Proposta: Preenchimento da ruptura com aterro compactado pelo trânsito de equipamentos. Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos

Ponto 38

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com cerca de 7m de altura em solo silto-argiloso de coloração marrom no acesso criado para as obras de dragagem de rejeito.



Figura 17 - Talude do ponto 38

Estabilidade Geotécnica: Não foram observados indícios de ruptura ativa nesse talude. Localmente apresenta algumas porções mais verticalizadas que podem levar a pequenas quedas de materiais.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 42

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude do acesso existente, com mais de 10m de altura e ângulo superior a 60°, constituído por solo residual do gnaíse bandado.



Figura 18 -Talude do ponto 42.

Estabilidade Geotécnica: Presença de vários sulcos erosivos que estão em evolução. A porção em que o talude possui a maior altura rompeu como pode ser observado na figura acima.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feita uma suavização do talude para um ângulo de 40° e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 43 (Região Bambuzal)

Descrição Geológica/Geotécnica: Ruptura na encosta com mais de 10m de altura, agravada pelo rompimento da tubulação de drenagem superficial que acelerou o processo de erosão do solo siltoso marrom/róseo que a compõe. A crista do plano de ruptura se encontra amenos de 3m da estrada de acesso.



Figura 19 - Encosta cadastrada no ponto 43

Estabilidade Geotécnica: Não se percebeu novas movimentações após a ruptura ter ocorrido e se estabilizado. O rompimento das manilhas da drenagem superficial pode levar a novas movimentações quando do retorno do período chuvoso.

Solução Proposta: Aterro como reforço do talude e um canal de proteção no pé do aterro. Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos.

Pontos 44 e 45

Descrição Geológica/Geotécnica: Taludes localizados a montante do dique 4, com menos de 10m de altura. O talude 44 apresenta um saprolito do gnaiss, enquanto que o ponto 45 é composto por solo marrom argilo-siltoso. Pequenas erosões superficiais são observadas.



Figura 20 - Encosta cadastrada nos pontos 44 e 45

Estabilidade Geotécnica: Pequenas erosões superficiais são observadas, mas sem indício aparente de evolução.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 46

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com cerca de 5m de altura e ângulo de face de 60°, composto por uma camada mais superficial de cerca de 2m de um solo maduro, silto-argiloso de coloração marrom sobreposto ao solo residual silto-arenoso róseo do granito/gnaiss, localizado na ombreira do vertedouro do dique 4.



Figura 21 - Encosta cadastrada no ponto 46

Estabilidade Geotécnica: Não se verifica indícios de movimentação desse talude.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Pontos 47 a 49

Descrição Geológica/Geotécnica: Os taludes dos pontos 47 a 49 estão localizados a montante do dique 4, possuem entre 5 e 10m de altura e são constituídos por solo residual siltoso de gnaiss. Pequenas erosões superficiais são detectadas nas faces dos mesmos.

a)



b)



c)



Figura 22 - Taludes: a) ponto 47, b) ponto 48 e c) ponto 49

Estabilidade Geotécnica: Além das pequenas erosões superficiais causadas pelo escoamento da água de chuva sobre a face do talude, não se observou sinais de uma movimentação do talude.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Pontos 51 a 53

Descrição Geológica/Geotécnica: Taludes entre 5m e 10m de altura, subverticalizados, criados para o acesso das obras de dragagem dos rejeitos, compostos por um solo siltoso de coloração róseo esbranquiçado, apresentando pequenas erosões superficiais.

a)



b)



c)



Figura 23 - Taludes: a) ponto 51, b) ponto 52 e c) ponto 53

Estabilidade Geotécnica: Sem sinais aparentes de movimentação. Algumas porções superiores mais verticalizadas podem ter potencial para se romper e cair no acesso como mostrado na figura c) acima.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 54

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com cerca de 10m de altura, subverticalizado, criado para o acesso das obras de dragagem dos rejeitos, composto por um solo siltoso, bandado, de coloração róseo esbranquiçado, apresentando pequena ruptura.



Figura 24 - Talude ponto 54

Estabilidade Geotécnica: Talude rompido e que, devido à verticalização da porção exposta pode levar a uma progressão da ruptura.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 55

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude de cerca de 10m de altura, constituído por solo residual róseo, com a crista da ruptura a cerca de 11m do acesso.



Figura 25 - Talude ponto 55

Estabilidade Geotécnica: Não foi verificada uma evolução da ruptura ocorrida, mas que pode se acelerar durante o próximo período chuvoso.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 56 a 59

Descrição Geológica/Geotécnica: Taludes com menos de 10m de altura em solo residual de gnaiss de coloração rósea, siltoso, com a presença de pequenos sulcos erosivos,

criado para o acesso das obras de dragagem dos rejeitos. Em alguns pontos já se nota a rocha alterada aflorante no pé do talude.

a)



b)



c)



d)



Figura 26 - Taludes: a) ponto 56, b) ponto 57, c) ponto 58 e d) ponto 59

Estabilidade Geotécnica: Alguns sulcos erosivos são observados que podem evoluir caso o talude não seja recuperado.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feita uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 79

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude de cerca de 5m de altura, verticalizado, em solo siltoso de ganisse. Há um potencial para queda das árvores cujas raízes foram expostas.



Figura 27 - Talude ponto 79

Estabilidade Geotécnica: O peso das árvores localizadas na crista do talude pode contribuir para instabilização do talude.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 82

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude de cerca de 5m de altura, verticalizado, em solo siltoso de gnaiss.



Figura 28 - Talude ponto 82

Estabilidade Geotécnica: Não foram observados sinais de instabilização nesse talude.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 115 (Região do Bambuzal)

Descrição Geológica/Geotécnica: Este talude apresentou grande movimentação de massa de solo de gnaiss siltoso, quando do rebaixamento do reservatório da UHE, danificando o sistema de drenagem superficial existente, comprometendo o acesso existente na região.

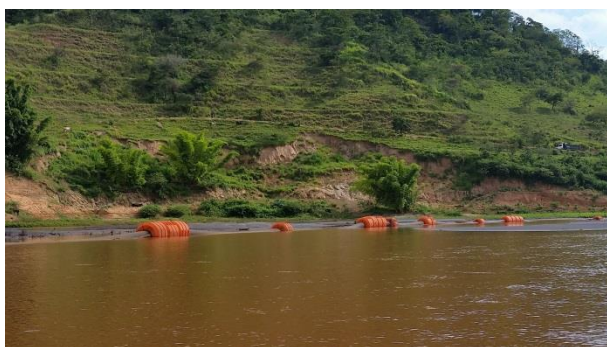


Figura 29 - Talude ponto 115

Estabilidade Geotécnica: Não se verificou, até o momento, evolução da ruptura inicial.

Solução Proposta: A seguir é apresentada a solução proposta para a adequação do fator de Segurança dentro do exigido por Norma.

Pontos 116 a 120 (Acesso entre os Setores 4 e 5)

Descrição Geológica/Geotécnica: Taludes de cerca de 10m de altura, subverticalizados, em solo siltoso de ganisse com pequenos sulcos erosivos superficiais. Em alguns pontos já se nota o afloramento de rocha alterada no pé do talude.

a)



b)



c)



d)



e)



Figura 30 - Vista do talude do Ponto 116 ao Ponto 120

Estabilidade Geotécnica: Além dos sulcos erosivos não foram identificados sinais de instabilização.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura para minimizar o processo erosivo que porventura venha a ocorrer previamente ao enchimento do reservatório.

Pontos 121 e 122

Descrição Geológica/Geotécnica: Taludes de pequena altura (< 5m) em solo siltoso marrom, com pequenos processos erosivos instalados.



Figura 31 - Vista dos taludes dos Pontos 121 e 122

Estabilidade Geotécnica: Com exceção de uma pequena erosão no ponto 121, causada pela drenagem do talude de montante, não foram identificados outros sinais de instabilização.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Pontos 123 a 126

Descrição Geológica/Geotécnica: Taludes com menos de 10m de altura, composto por um solo arenoso róseo sobreposto por um solo siltoso marrom de cerca de 1m de espessura. Rupturas rasas foram encontradas em alguns pontos.

a)



b)



c)



d)



Figura 32 - Vista do talude do Ponto 123 ao Ponto 126

Estabilidade Geotécnica: As superfícies verticalizadas no topo dos taludes podem evoluir para uma ruptura caso não sejam tratadas.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Pontos 133 e 134

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude de pequena altura (< 5m) composto por solo siltoso de coloração marrom e talude com blocos de rocha entremeados ao solo marrom siltoso.



Figura 33 - Vista dos taludes dos Pontos 133, 134 e 135

Estabilidade Geotécnica: Sem sinais de instabilização.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 136

Descrição Geológica/Geotécnica: Com base na base topográfica, o ponto 136 possui uma inclinação do talude, que é de cerca de 55° . Pelas fotos pode-se estimar que o talude é composto predominantemente pelo solo residual similar ao existente nas áreas próximas.



Figura 34 - Encosta cadastrada no ponto 136

Estabilidade Geotécnica: Pequenos sulcos erosivos na face do talude.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Pontos 137 a 146

Descrição Geológica/Geotécnica: O talude do ponto 137 é apresentado na figura. Como pode ser percebido, existem sinais de movimentação na encosta. De acordo com o mapeamento realizado, foi possível identificar que a encosta é praticamente composta pelo solo residual predominante existente na área de interesse. A inclinação média do talude, de acordo com a base topográfica utilizada, é de cerca de 30°. Ressalta-se a proximidade entre o acesso existente e o talude do ponto 137.



Figura 35 - Vista geral do talude do ponto 137

Os pontos 138 a 141 apresentam basicamente as mesmas características. No ponto 138, foi detectado o que aparenta ser a ocorrência de rastejo do solo de cobertura, como pode ser notado pela presença de bambuzal no nível do reservatório atual. O material detectado na superfície dos taludes é o solo residual com grande presença de intercalações de rocha alterada, largamente encontrado ao longo da área de estudo. A partir da topografia e do mapa de declividades elaborado, constata-se que estas encostas apresentam declividade próxima de 26°.

Vista geral dos pontos:



Figura 36 – Vista geral dos pontos 138 a 141



Figura 37 – Vista geral do ponto 141

No ponto 142 existe grande massa de material deslocado por conta do rebaixamento rápido do reservatório, fazendo com que o trecho superior da encosta esteja verticalizado. Podem ser encontrados ainda problemas referentes a processos erosivos. A ruptura encontrada é característica de encostas em solo, apresentando superfície aproximadamente circular, movimentando boa quantidade de solo.



Figura 38 - Vista geral do escorregamento do ponto 142

Estabilidade Geotécnica: As massas rompidas parecem ter se estabilizado, mas os processos podem se acelerar durante o período chuvoso.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Pontos 147, 148 e 149 (Acesso entre os Setores 4 e 5)

Descrição Geológica/Geotécnica: Taludes em solo siltoso de coloração rósea a marrom, com pequenos processos erosivos instalados. No ponto 147 ainda é possível observar alguns blocos de rocha no meio do solo residual.



Figura 39 - Vista geral dos pontos 147 e 148



Figura 40 - Vista geral do ponto 149

Estabilidade Geotécnica: No ponto 148 a superfície remanescente da ruptura pode evoluir nas porções em que ficou verticalizada. No ponto 147 não se visualizou processos de instabilização.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feita uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 151

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude rompido, com cerca de 8m de altura e cerca de 20m de extensão, composto por solo residual areno siltoso. O plano de ruptura se apresenta verticalizado na porção superior e a massa rompida, estabilizada na base.



Figura 41 - Vista geral do ponto 151

Estabilidade Geotécnica: A superfície de ruptura pode evoluir durante o próximo período de chuvas caso não seja tratada.

Solução Proposta: A solução proposta para a adequação do fator de Segurança dentro do exigido por Norma se resume ao corte no terreno para suavização do talude, em uma geometria de 1,5H:1,0V. Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos.

Ponto 153

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com cerca de 10m de altura composto por solo residual areno siltoso, coberto por solo marrom de cerca de 1m de espessura. Parte do material rompido se encontra na base do mesmo.



Figura 42 - Vista geral do ponto 153

Estabilidade Geotécnica: A ruptura poderá evoluir nas porções do talude que se encontram verticalizadas.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 154

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com cerca de 10m de altura composto por solo residual areno siltoso, coberto por solo marrom de cerca de 1m de espessura. Na base se observam já alguns blocos de rocha alterada.



Figura 43 - Vista geral do ponto 154

Estabilidade Geotécnica: Não se percebeu evolução das porções rompidas do talude.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 156

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude rompido, com cerca de 10m de altura, composto por solo marrom siltoso. O plano de ruptura se encontra verticalizado na porção superior do talude e a massa rompida permanece no pé do mesmo. A crista do talude se encontra a apenas 10m do acesso existente.



Figura 44 - Vista geral do ponto 156

Estabilidade Geotécnica: A ruptura ocorrida está aparentemente estabilizada, mas devido à proximidade do acesso, um reforço deverá ser executado na base do talude.

Solução Proposta: Reforço do talude com aterro compactado.

Ponto 157

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com cerca de 15m de altura composto por solo siltoso. O rebaixamento do N.A. expôs boa parte do talude abaixo da tubulação da

drenagem superficial do acesso, com o tempo desenvolveu-se processo erosivo abaixo da tubulação e rompimento de pequena parte do acesso.



Figura 45 - Vista geral do ponto 157

Estabilidade Geotécnica: Caso não tratado, o processo erosivo pode evoluir, devido à concentração da drenagem superficial do acesso naquele ponto em que as manilhas se romperam.

Solução Proposta: Corte do talude do acesso existente para alargamento da estrada e enchimento da erosão com enrocamento abaixo da manilha da drenagem. Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos.

Ponto 158

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com mais de 10m de altura, composto por solo amarronzado siltoso. Na base do mesmo já se observa blocos de rocha alterada. A crista se encontra a cerca de 10m do acesso localizado a montante.



Figura 46 – Vista geral do ponto 158

Estabilidade Geotécnica: Não se visualizou nenhuma evolução de processos erosivos.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feita uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 159

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com mais de 10m de altura, siltoso, de coloração rósea, com presença de rocha alterada no pé do mesmo. Crista levemente verticalizada.



Figura 47 - Vista geral do ponto 159

Estabilidade Geotécnica: A crista verticalizada poderá evoluir para uma ruptura de pequena escala

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 160

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude em solo amarronzado, siltoso, com cerca de 10m de altura e subverticalizado na porção superior.



Figura 48 - Vista geral do ponto 160

Estabilidade Geotécnica: O processo de ruptura poderá evoluir nas porções superiores da superfície remanescente, que se encontra verticalizada.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 161

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com mais de 20m de altura, composto por material silto arenoso sobreposto por uma camada de solo marrom de cerca de 3m de espessura. O plano de ruptura apresenta-se verticalizado na porção superior e o material rompido se encontra estabilizado no pé do talude.

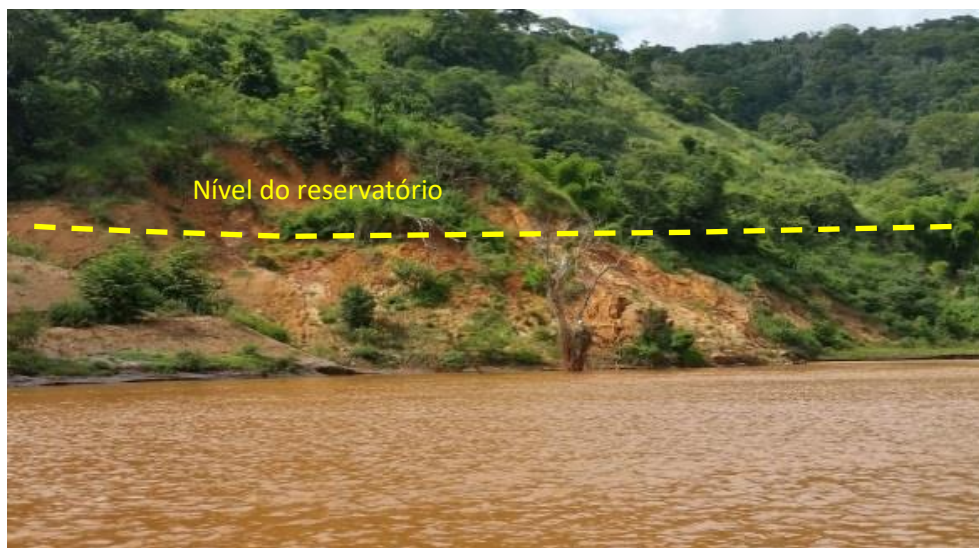


Figura 49 - Vista geral do ponto 161

Estabilidade Geotécnica: O processo de ruptura poderá evoluir nas porções superiores da superfície remanescente, que se encontra verticalizada.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feito uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 162

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com mais de 10m de altura, rompido, em que os 3m superiores se apresentam verticalizados devido ao plano de ruptura. O material rompido, silto arenoso se encontra parcialmente depositado no pé. A rocha alterada aflora no pé do talude. O acesso existente se encontra a apenas 7m de distância da crista rompida.



Figura 50 - Vista geral do ponto 162

Estabilidade Geotécnica: O processo de ruptura poderá evoluir nas porções superiores da superfície remanescente, que se encontra verticalizada, comprometendo o acesso.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feita uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 163

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com cerca de 8m de altura, com alguns processos de ravinamento já instalados. Composto por um solo residual de gnaiss sobreposto por uma camada de solo maduro amarronzado de cerca de 2m de espessura.



Figura 51 - Vista geral do ponto 163

Estabilidade Geotécnica: Os processos erosivos instalados podem evoluir na época de chuva por estarem localizados a jusante de uma drenagem superficial.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feita uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 164

Descrição Geológica/Geotécnica: Talude com mais de 10m de altura, composto por um solo residual de gnaisse sobreposto por uma camada de solo maduro amarronzado de cerca de 2m de espessura. O material rompido se encontra depositado no pé do talude. Observa-se também na base do talude que material de maior resistência (rocha alterada) já aflora. Encontra-se distante cerca de 60m do talude de acesso localizado acima..



Figura 52 -Vista geral do ponto 164

Estabilidade Geotécnica: O processo de ruptura poderá evoluir nas porções superiores da superfície remanescente, que se encontra verticalizada.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feita uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

Ponto 165

Descrição Geológica/Geotécnica: Assim como no ponto 164, esse talude apresenta o mesmo perfil, com mais de 10m de altura, composto por um solo residual de gnaiss sobreposto por uma camada de solo maduro amarronzado de cerca de 2m de espessura. O material rompido se encontra depositado no pé do talude. Observa-se também na base do talude que material de maior resistência (rocha alterada) já aflora.



Figura 53 - Vista geral do ponto 165

Estabilidade Geotécnica: O processo de ruptura poderá evoluir nas porções superiores da superfície remanescente, que se encontra verticalizada.

Solução Proposta: Propõe-se que seja feita uma regularização do terreno para eliminar porções verticais localizadas e proteção com biomanta e hidrossemeadura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu caracterizar e identificar os principais pontos críticos das encostas no entorno da UHE Risoleta Neves, bem como propor soluções de engenharia para mitigar aqueles em que o fator de segurança (FS) mínimo exigido não foi alcançado e para a recomposição ambiental dos demais pontos

Dos 75 pontos identificados na análise de risco, 16 (~21% do total) foram caracterizados como de risco alto, 10 (~13% do total) como de risco moderado e 49 (~66% do total) como de risco baixo.

Para os 26 pontos considerados de risco alto e moderado foram realizadas análises de estabilidade considerando quatro diferentes níveis de água (El. 313/315m, El. 318m, El. 322m e El. 327,5m).



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Os resultados mostraram que a El. 322m do N.A. do reservatório é a mais crítica em termos de estabilidade das encostas. O FS das encostas tende a diminuir até o N.A. atingir a El. 322m, voltando a subir à medida que o N.A. continuar a subir.

As análises de estabilidade também indicaram que 10 pontos (~38% dos 26 pontos considerados de criticidade alta ou moderada) necessitarão de alguma intervenção de engenharia para que o FS mínimo exigido seja alcançado. Para estes casos, recomenda-se a execução de investigações geológico-geotécnicas específicas (sondagens e ensaios laboratoriais) para o desenvolvimento dos respectivos projetos em nível de detalhe.

As soluções propostas consistem basicamente de reforço no pé dos taludes com aterro ou solo reforçado (p.ex.: terramesh) ou, em alguns poucos casos o retaludamento com a suavização do talude de corte.

O Plano Ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório artificial da UHE Risoleta Neves (PACUERA) encontra-se no **ANEXO VIII**.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.12) REQUISITO (26)

Requisito 26 - *Todas as estruturas de recuperação das margens do reservatório, assim como a Fazenda Floresta e demais áreas de disposição deverão contar com planejamento e implantação de plano de segurança e fechamento;*



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Com relação ao requisito acima, foram realizados estudos para garantia de estabilidade dos setores e os seus respectivos planos de fechamento que deverão ser implantados antes do enchimento do lago de Candonga. Importante ressaltar que antes da implantação destes projetos, haverá a oportunidade de apresentação às prefeituras e ao Consorcio Aliança, de modo que haja aprovação de todos os envolvidos, seguindo a premissa da Fundação Renova de construção conjunta.

INTRODUÇÃO

Em razão do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, no dia 05/11/2015, um grande volume de sedimentos, que anteriormente eram retidos naquela barragem, foi deslocado e depositado ao longo do rio Doce sendo grande parte sedimentados no reservatório da UHE Risoleta Neves entre os municípios de Santa Cruz do Escalvado-MG e Rio Doce-MG, distante aproximadamente 110 km à jusante da barragem de Fundão.

Desde então estão sendo desenvolvidos vários serviços e estudos de engenharia para recuperação do reservatório da UHE, em especial o projeto de dragagem dos sedimentos depositados, além da identificação e desenvolvimento da engenharia e das áreas de deposição, sua implantação, manutenção, ampliação e futuro descomissionamento.

Levantamento batimétricos realizados em novembro de 2015 para comprovação do volume de material depositado em consequência do evento nos primeiros 400 metros do reservatório, mostraram um volume de 550.000 m³. Visando reservar todo este material, inicialmente, em dezembro de 2015, foram mapeadas áreas de disposição que potencialmente comportariam o volume total previsto para ser dragado na área dos 400 metros.



Figura 01 - Mapa de localização dos setores

Uma vez que o volume inicialmente necessário a ser dragado era inferior ao volume das áreas mapeadas, foi realizada uma priorização dentre as áreas, sendo as áreas 4 e 5 indicadas para destinação do volume a ser dragado na Fase 1 (550.000m³). No entanto, as demais áreas permaneceram em estudo, visando um atendimento posterior para a dragagens de manutenção constantes na Fase 2 do processo de dragagem, cujos volumes superariam em muito os originalmente previstos na Fase 1.

De acordo com o avanço dos estudos de engenharia, constatou-se que os volumes originalmente estimados das áreas priorizadas eram ainda inferiores ao previsto, entretanto, considerando ainda a redução, o volume total que potencialmente poderia ser acumulado pela utilização das áreas, continuava sendo atendido pela necessidade original da Fase 1.

Em maio de 2015, após o evento chuvoso de 2015/2016, uma batimetria de detalhe constatou que os rejeitos haviam se remobilizados dentro da calha do rio, o volume que anteriormente era de 550.000 m³ passou para 1.300.000 m³, e as novas áreas que estavam sendo estudadas apenas para a Fase 2 tornaram-se necessárias.

Tabela 1 - volume dos setores antes e depois do detalhamento de engenharia

Área	Coordenadas (Lat/Long)	Volume Estimado	Volume após avaliação de projeto
Praça do Lago (Setores 4 e 5)	20° 12' 12.34"/ 42° 52' 39.31"	2.200.000	500.000 (400.000*)
Depósito Pequeno (Setor 1)	20° 11' 56.53"/ 42° 51' 38.84"	90.000	15.000
Antigo Soberbo (Setor 8.1)	20° 14' 15.34"/ 42° 52' 33.12"	450.000	360.000 (140.000 após as últimas alterações)
Curva Banco de Areia (Setor 8.2)	20° 14' 15.46" / 42° 52' 54.07"	100.000	100.000
TOTAL		2.840.000	975.000 (*655.000)

Pode-se verificar que o volume de armazenamento destas áreas (655.000 m³) são inferiores aos 1.300.000 m³ necessários para remoção do material da Fase 1, e um estudo mais amplo se fez necessário, identificam-se no total 25 áreas potenciais onde poderiam ser acomodados os rejeitos dragados/escavados dos primeiros 400 metros.

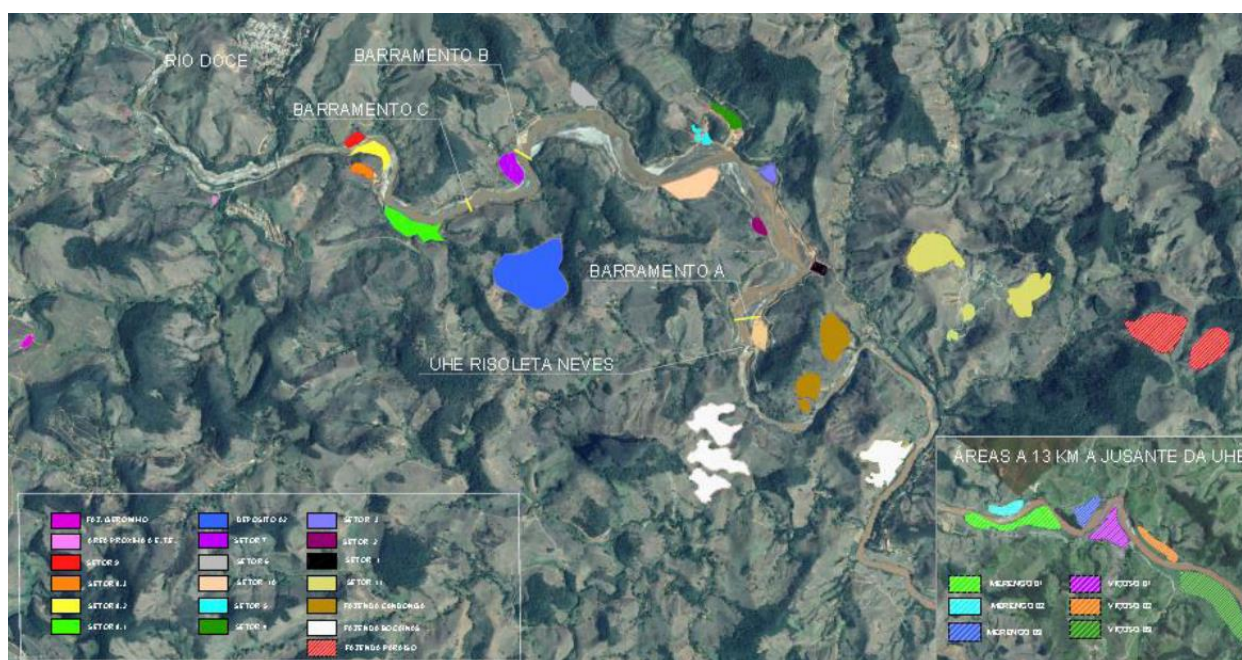


Figura 02 - mapeamento de áreas potenciais

Após análises de viabilidade de volume de reservação, impacto ambiental e custo de implantação, hoje, os locais mapeados para receber os materiais provenientes da

dragagem/escavação são: os setores 1, 3, 4, 5 e 8, além das estruturas da Fazenda Floresta (Bacias 1 e 2, dique intermediário e dique principal).

ESTUDO DE FECHAMENTO DOS SETORES

Neste capítulo trataremos dos projetos em desenvolvimento para fechamento dos setores nas margens do rio Doce onde a Fundação Renova opera com o intuito de reservar material proveniente da dragagem dos primeiros 400 metros.

SETOR 1

Localizado na margem esquerda do rio Doce, próximo a portaria da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, conta com um dique para armazenamento de material dragado à montante e a jusante com uma bacia de contenção de finos.



Figura 03 - foto aérea Setor 1



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

A empresa H3M foi contratada para executar o projeto básico de fechamento deste setor mas até o presente o mesmo não foi entregue.

Estão dentro do escopo de contratação para este Setor os seguintes itens:

- i. Reunião inicial com a equipe de projeto;
- ii. Análise da documentação existente;
- iii. Visitas a campo;
- iv. Definição das premissas norteadoras do projeto;
- v. Estudos geotécnicos;
- vi. Estudos hidráulicos e dimensionamento das estruturas de drenagem;
- vii. Elaboração de desenhos detalhados;
- viii. Elaboração do Memorial Descritivo;
- ix. Elaboração da Planilha de Quantidades;
- x. Elaboração das Especificações Técnicas Construtivas

SETOR 3

O Setor 3 é utilizado para armazenamento de material drenado, quando estes são escavados na limpeza do dique e bacia de sedimentação do Setor 1.

Um mapeamento realizado pela Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda em 2017 em todo o entorno do reservatório, constatou no Setor 3 dois pontos de atenção (43 e 115) que demandariam atenção e alguma intervenção de engenharia quando do enchimento do lago.

As análises de estabilidade e a solução proposta são evidenciadas a seguir, porém ainda não há para este setor um projeto de descomissionamento. O relatório final da Walm, com o mapeamento de 165 pontos foi entregue em junho de 2017. Neste momento está sendo elaborado o escopo para contratação da engenharia dos pontos considerados críticos e que deverão ser tratados antes do enchimento do reservatório. É nesse contexto que se inserem os pontos 43 e 115, pertencentes ao Setor 3.

Ponto 43 (Região Bambuzal)

Descrição Geológica/Geotécnica: Ruptura na encosta com mais de 10m de altura, agravada pelo rompimento da tubulação de drenagem superficial que acelerou o processo de erosão do solo siltoso marrom/róseo que a compõe. A crista do plano de ruptura se encontra a menos de 3m da estrada de acesso.

Estabilidade Geotécnica: Não se percebeu novas movimentações após a ruptura ter ocorrido e se estabilizado. O rompimento das manilhas da drenagem superficial pode levar a novas movimentações quando do retorno do período chuvoso.



Figura 4 - Encosta cadastrada no ponto 43.

Tabela 02 - Quadro resumo das principais características do talude;

Altura (m)	Ângulo de face (°)	DESCRIÇÃO DO PIOR CENÁRIO E SEUS IMPACTOS	DESCRIÇÃO DAS CAUSAS	RISCO
entre 5 m e 10 m	entre 45° e 75°	rompimento do talude com interrupção do acesso e possibilidade de danos materiais e/ou pessoais	Instabilizações locais ou globais no talude; Evolução acentuada de processos erosivos; Ocorrência de eventos pluviométricos extremos.	ALTO

Estudo de Estabilidade: Abaixo são apresentadas as seções de estabilidade e as condições de análise:

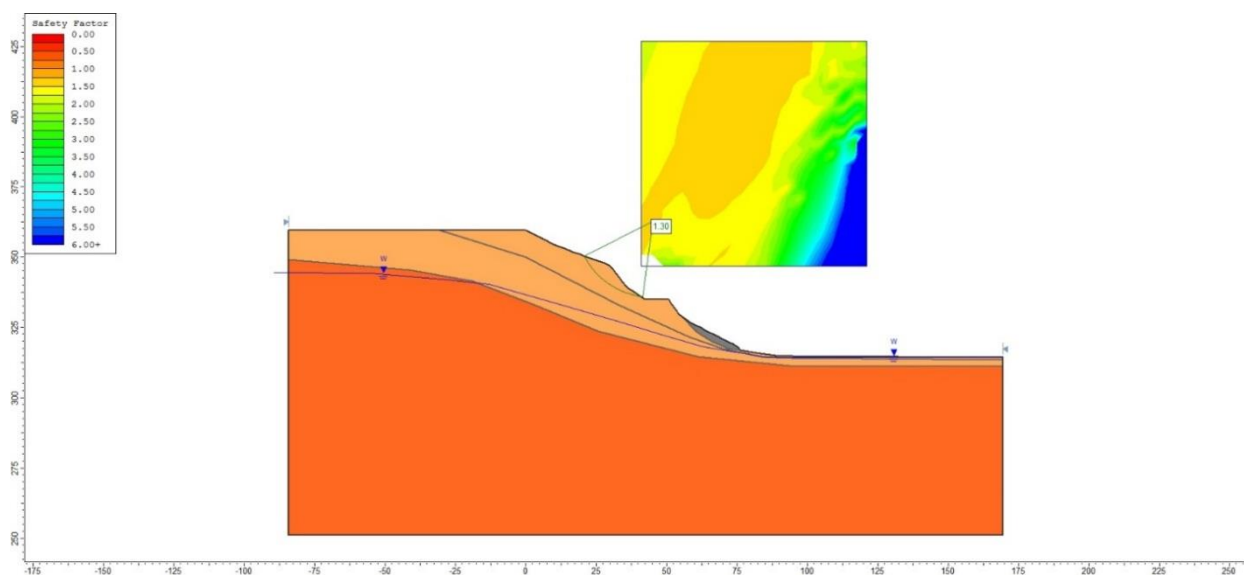


Figura 05 - Análise de estabilidade para o ponto 43, com reservatório na El. 315,00 m (FS = 1,30)

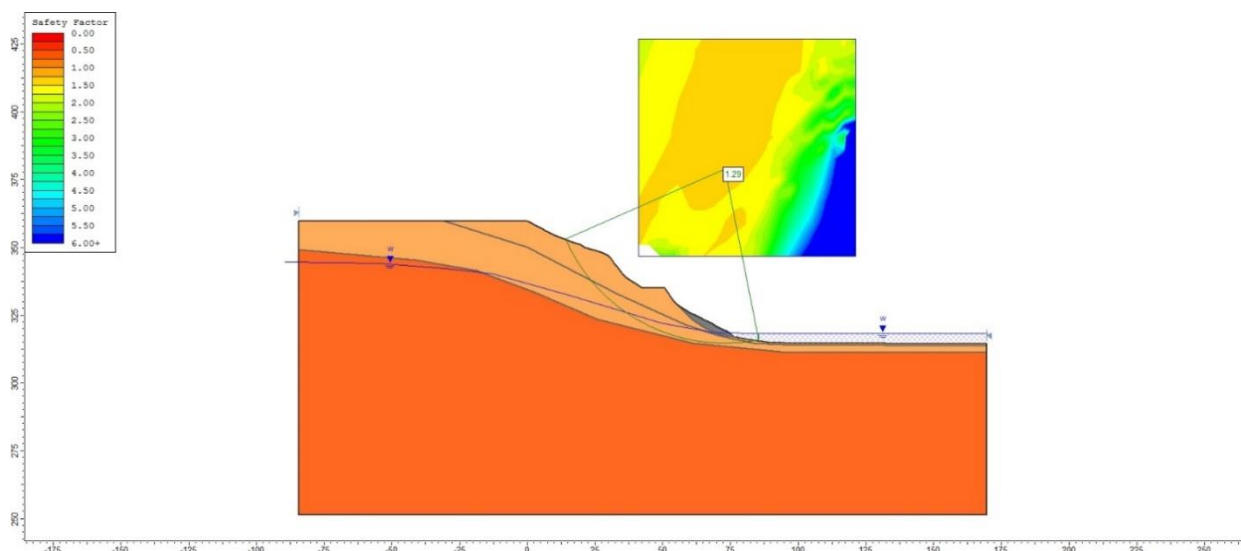


Figura 06 - Análise de estabilidade para o ponto 43, com reservatório na El. 318,00 m (FS = 1,29)

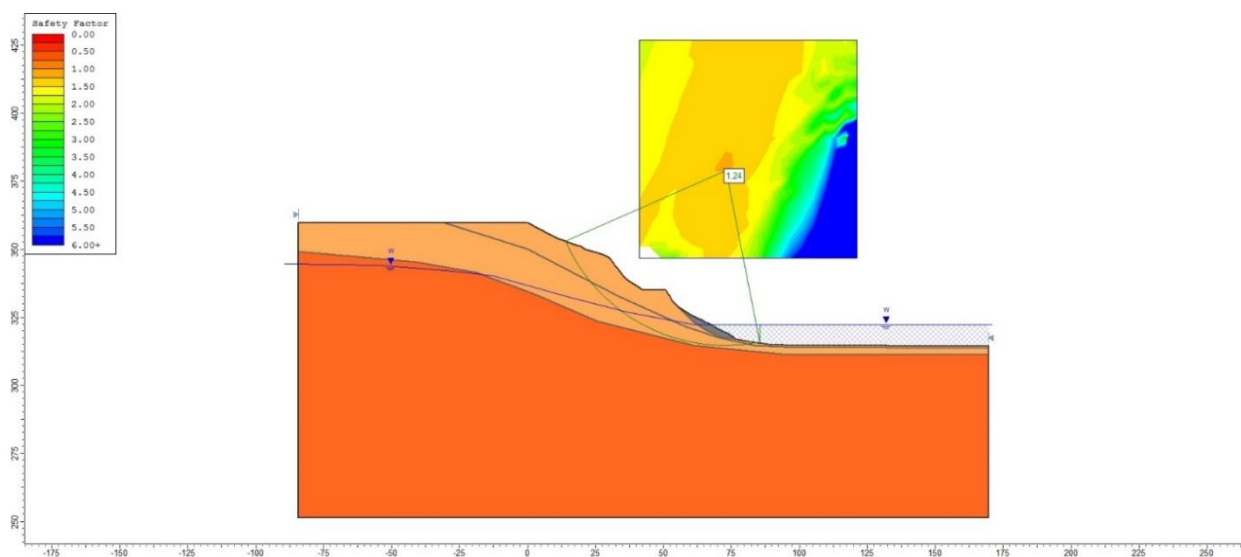


Figura 07 - Análise de estabilidade para o ponto 43, com reservatório na El. 322,00 m (FS = 1,24)

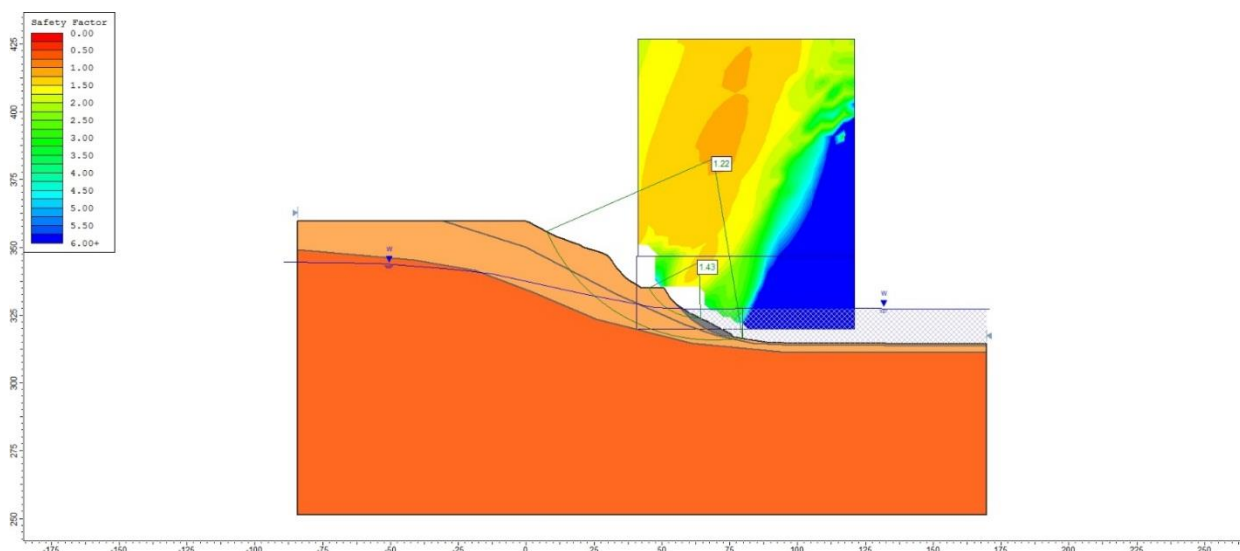


Figura 08 - Análise de estabilidade para o ponto 43, com reservatório na El. 327,50 m (FS global = 1,22)

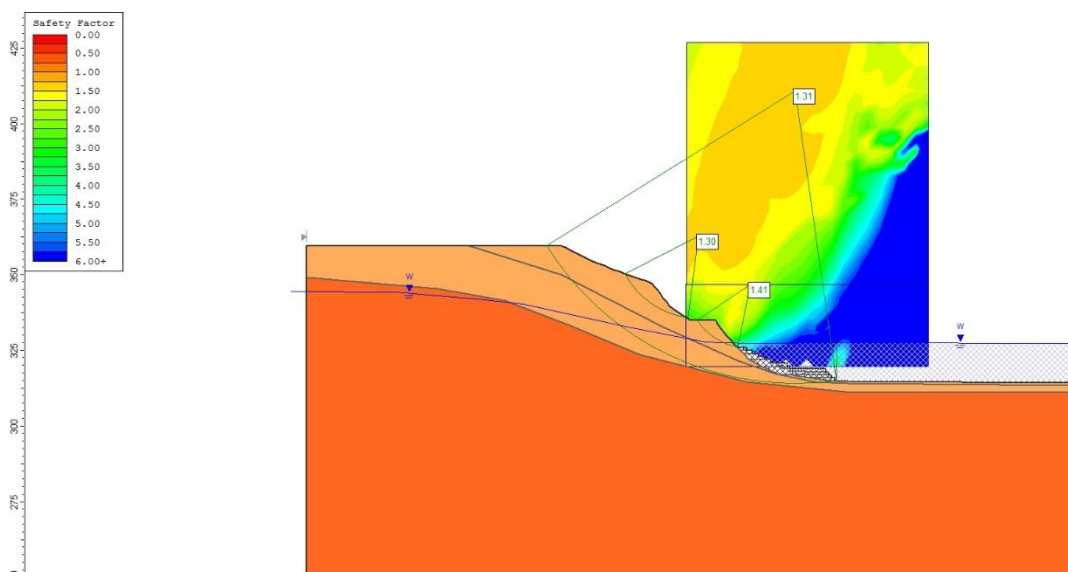


Figura 09 - Análise de estabilidade para o ponto 43, com reservatório na El. 327,50 m, após a intervenção (FS local = 1,41).

Tabela 03 – F.S. encontrados

PONTO	FATOR DE SEGURANÇA (FS) ENCONTRADO				FS MÍNIMO EXIGIDO	FS APÓS CORREÇÃO
	Elevação do N.A. (m)					
	313/315	318	322	327,5		
43	1,30	1,29	1,24	1,22	1,4	1,41

Solução Proposta: Aterro como reforço do talude e um canal de proteção no pé do aterro. Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos.

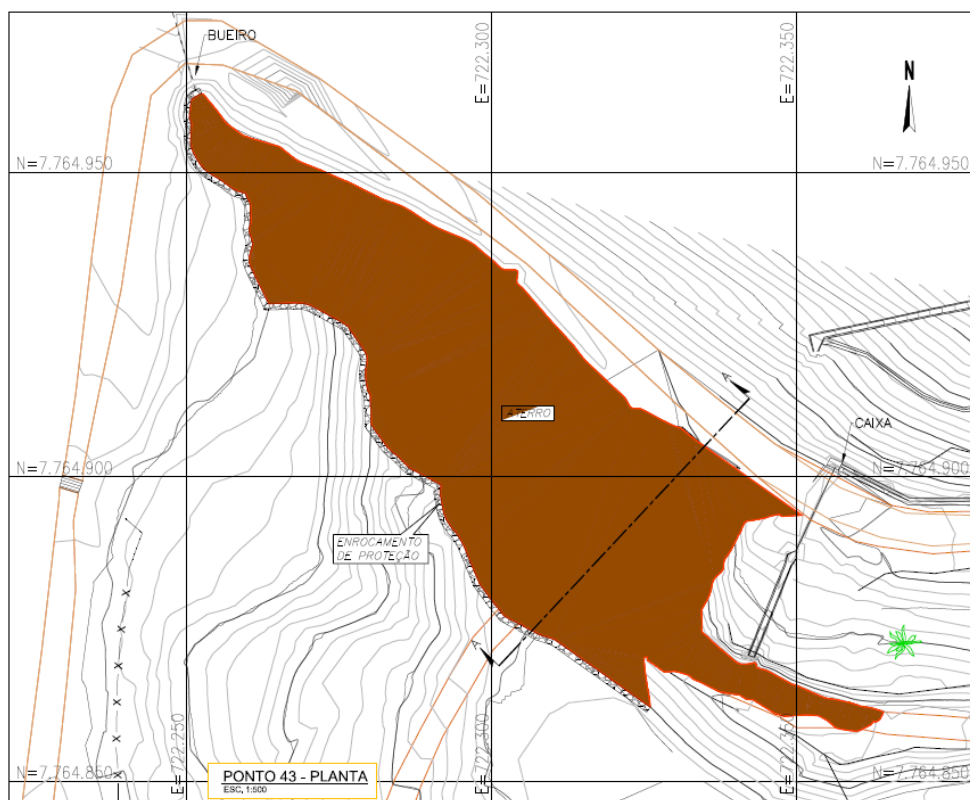


Figura 10 – Planta do reforço do talude

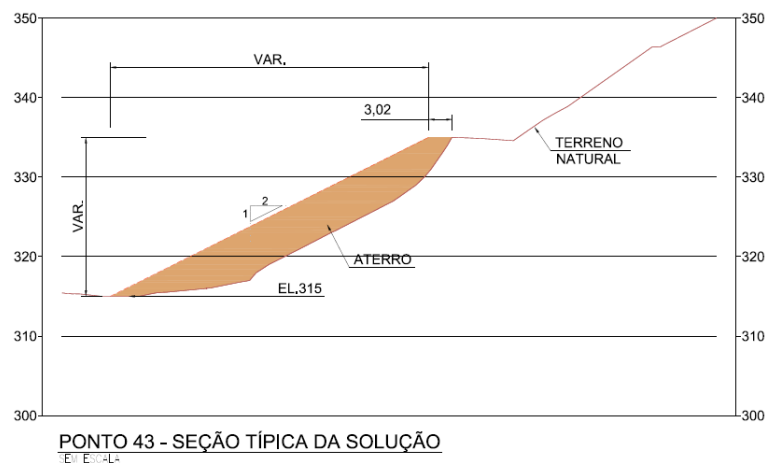


Figura 11 – Seção típica do reforço

Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos, conforme croqui típico apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

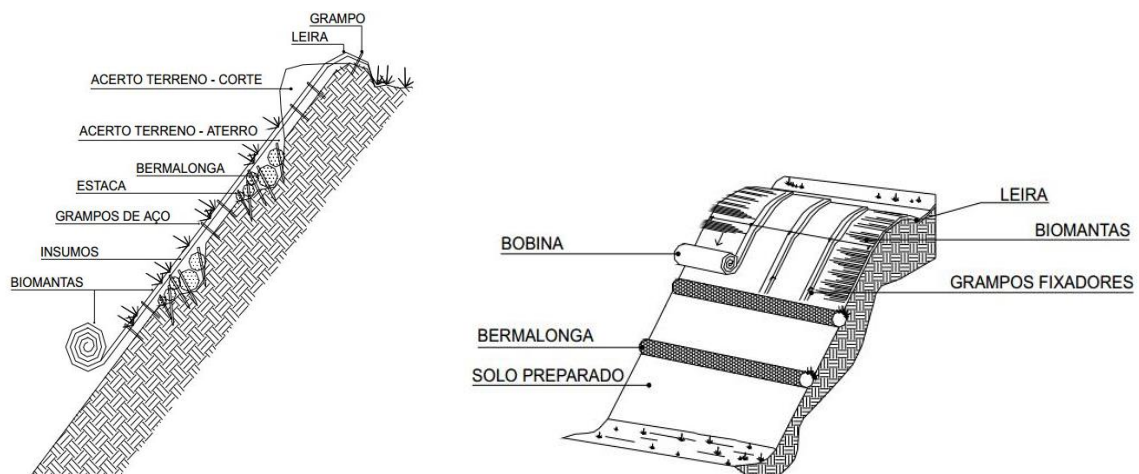


Figura 12 – Ponto 43. Esquema típico de recuperação vegetal dos taludes emersos e expostos.

Ponto 115 (Região do Bambuzal)

Descrição Geológica/Geotécnica: Este talude apresentou grande movimentação de massa de solo de gnaíse siltoso, quando do rebaixamento do reservatório da UHE, danificando o sistema de drenagem superficial existente, comprometendo o acesso existente na região.



Figura 13 - Talude ponto 115

Estabilidade Geotécnica: Não se verificou, até o momento, evolução da ruptura inicial.

Tabela 04 - Quadro resumo das principais características do talude;

Altura (m)	Ângulo de face (°)	DESCRIÇÃO DO PIOR CENÁRIO E SEUS IMPACTOS	DESCRIÇÃO DAS CAUSAS	RISCO
maior que 10 m	maior do que 75°	rompimento do talude com interrupção do acesso e possibilidade de danos materiais e/ou pessoais	Instabilizações locais ou globais no talude; Evolução acentuada de processos erosivos; Ocorrência de eventos pluviométricos extremos.	ALTO

Estudo de Estabilidade: Abaixo são apresentadas as seções de estabilidade e as condições de análise:

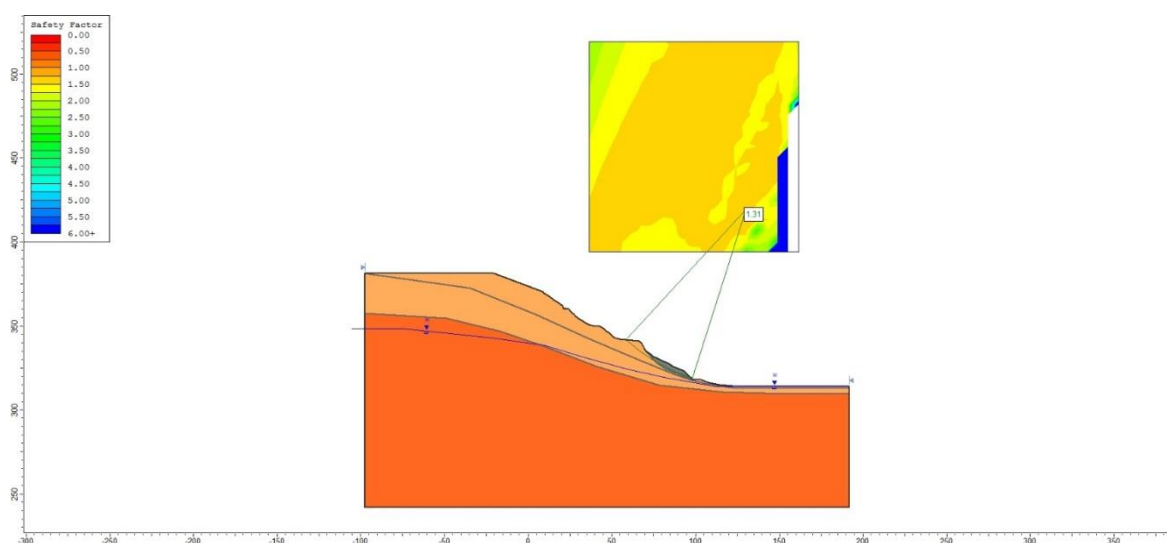


Figura 14 - Análise de estabilidade para o ponto 115, com reservatório na El. 315,00 m (FS = 1,31).

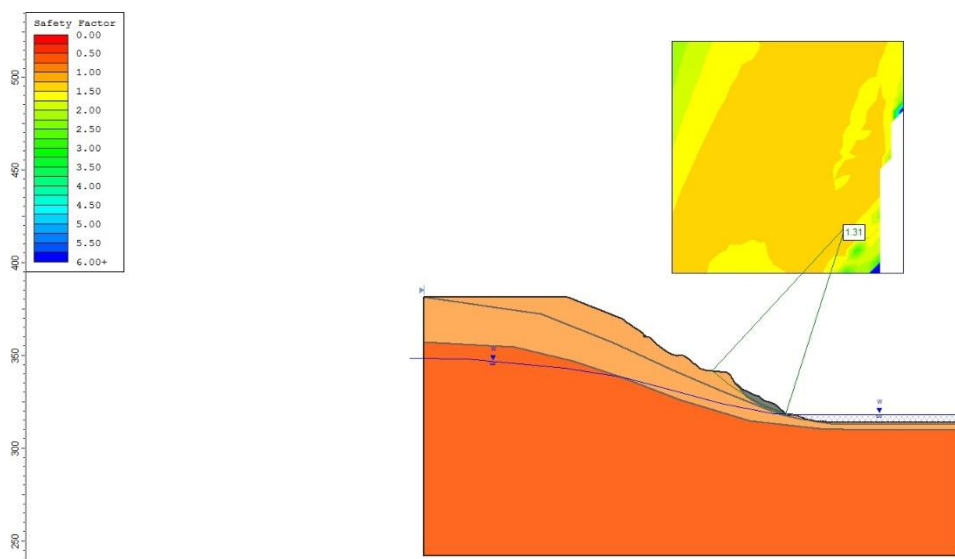


Figura 15 - Análise de estabilidade para o ponto 115, com reservatório na El. 318,00 m (FS = 1,31).

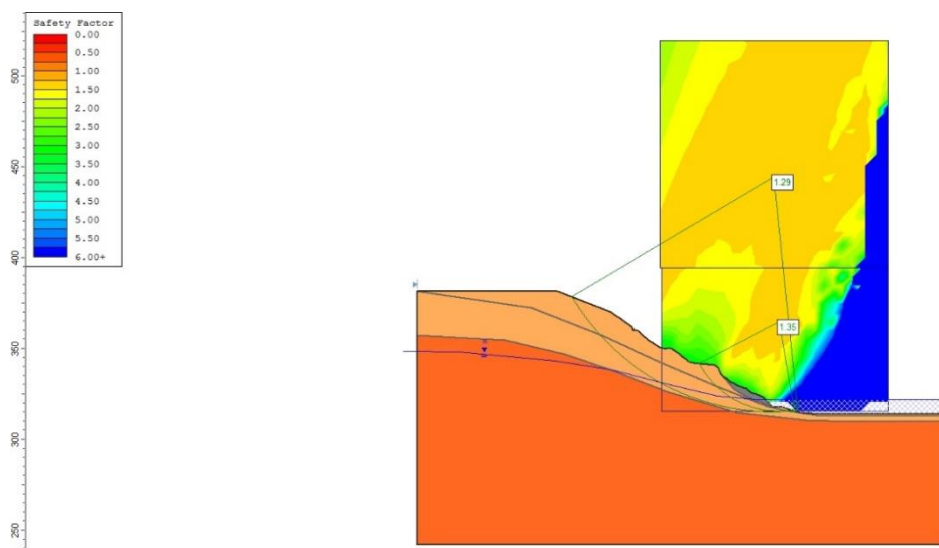


Figura 16 - Análise de estabilidade para o ponto 115, com reservatório na El. 322,00 m (FS global = 1,29).

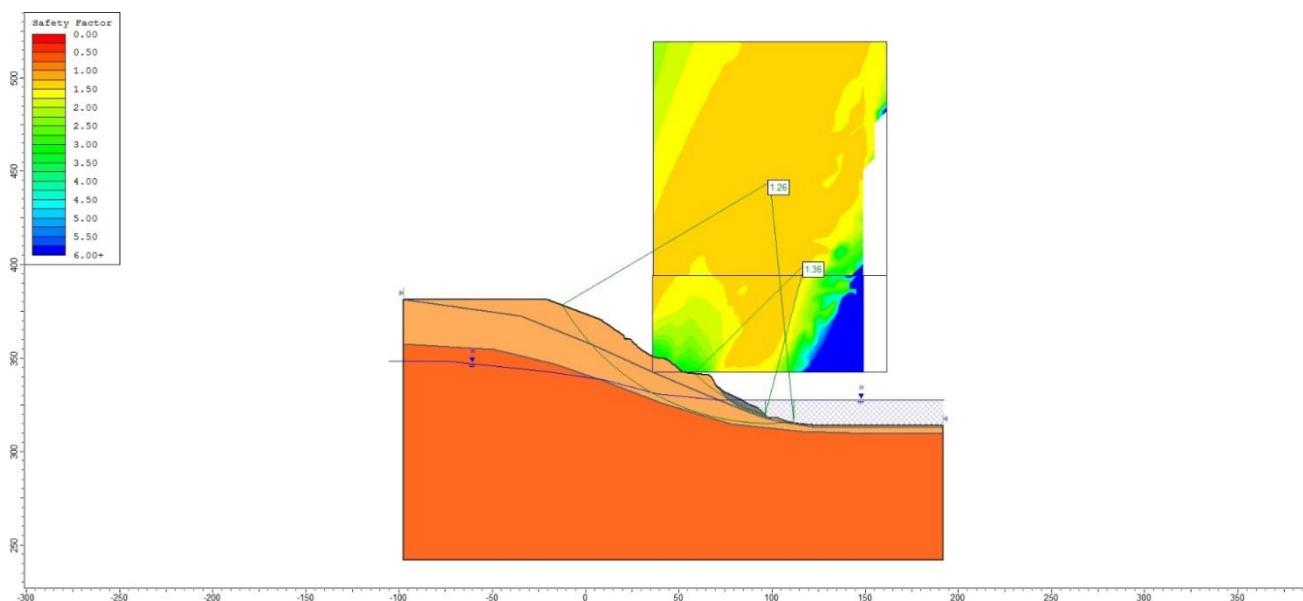


Figura 17 - Análise de estabilidade para o ponto 115, com reservatório na El. 327,50 m (FS global = 1,26).

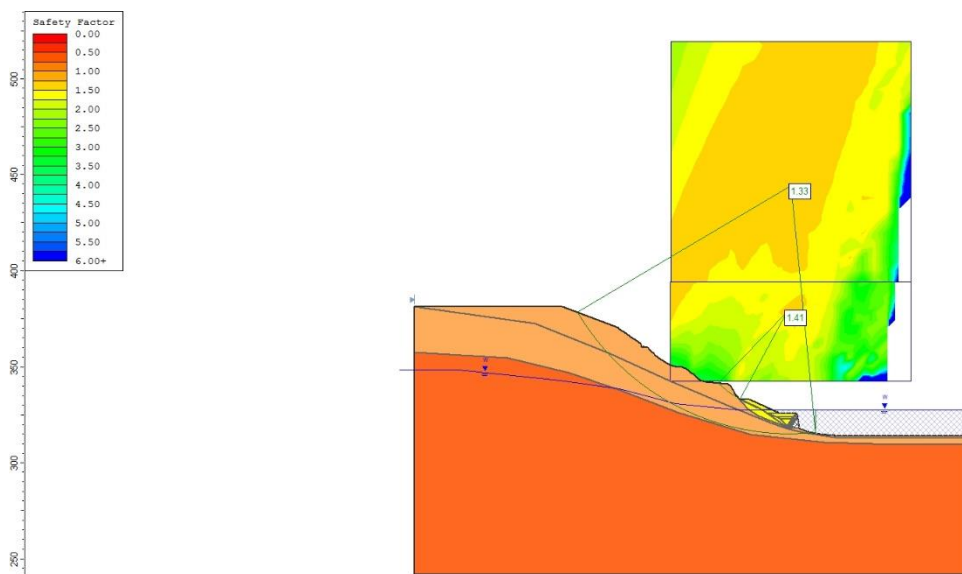


Figura 18 - Análise de estabilidade para o ponto 115, com reservatório na El. 327,50 m, após a intervenção (FS local = 1,41).



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Tabela 05 – F.S. Encontrados

PONTO	FATOR DE SEGURANÇA (FS) ENCONTRADO				FS MÍNIMO EXIGIDO	FS APÓS CORREÇÃO
	Elevação do N.A. (m)					
	313/315	318	322	327,5		
115	1,31	1,31	1,29 / 1,35	1,26 / 1,36	1,4	1,41

Solução Proposta: A seguir é apresentada a solução proposta para a adequação do fator de Segurança dentro do exigido por Norma.

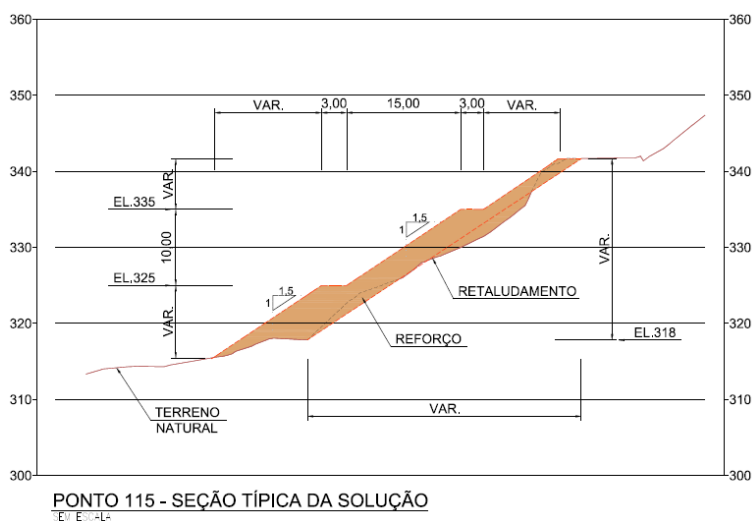
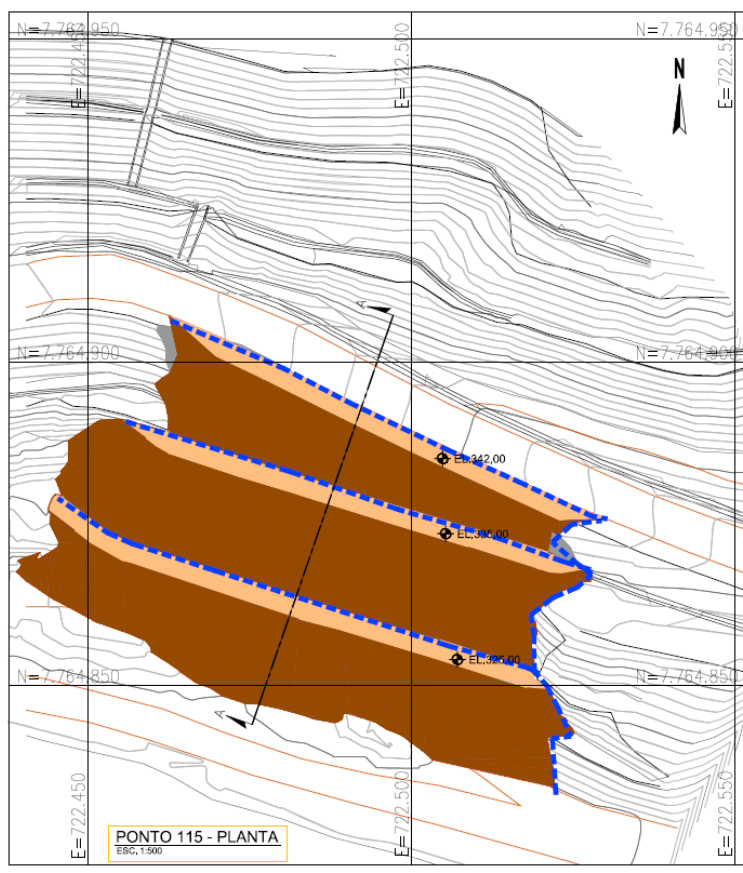


Figura 19 – Solução Proposta

Para a revegetação das encostas recomenda-se aplicar biomanta de forma a reduzir os processos erosivos, conforme croqui típico apresentado abaixo.

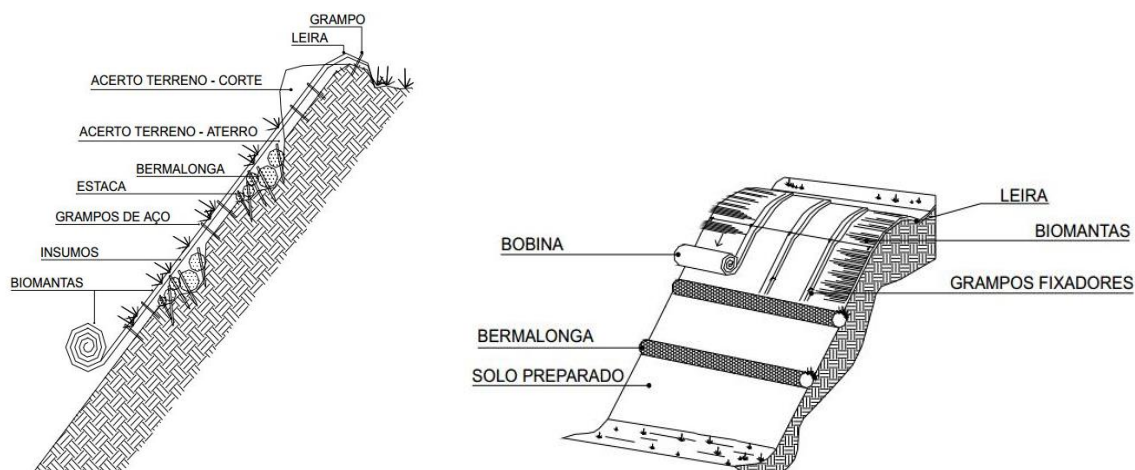


Figura 20 – Ponto 115. Esquema típico de recuperação vegetal dos taludes emersos e expostos.

SETOR 4

O setor 04 está localizado a 2,4 km, no vale do Córrego dos Borges, à montante da UHE Risoleta neves e é constituído por um dique com 316,10m de altura em construção homogênea terrosa com filtro vertical, locada em região de maior estabilidade para a estrutura, haja vista que se tratava de uma região alagada pelo reservatório da UHE que apresentava depósitos de sedimentos provenientes do carreamento natural dos cursos d'água.



Figura 21 – Localização do Dique 04

Concebido para armazenar o material dragado dos 400m à montante do dique principal da usina, o setor 04 receberá, ainda, a instalação de Eco-Bag's Estruturais de armazenamento de rejeitos, visando otimizar a utilização de espaço disponível. A situação final considerada para elaboração do projeto consiste na completa instalação dos Eco-Bags Estruturais, a jusante do dique do setor 04. O projeto detalhado dos Eco-Bags Estruturais foi elaborado pela empresa Terratek, com a finalidade de disposição de rejeitos a jusante do maciço do dique do setor 4 e encontra-se em implantação

O dique do setor 04 é monitorado por meio de 6 piezômetros, localizados na crista e na berma intermediária, para avaliar sua estabilidade e garantir sua integridade.

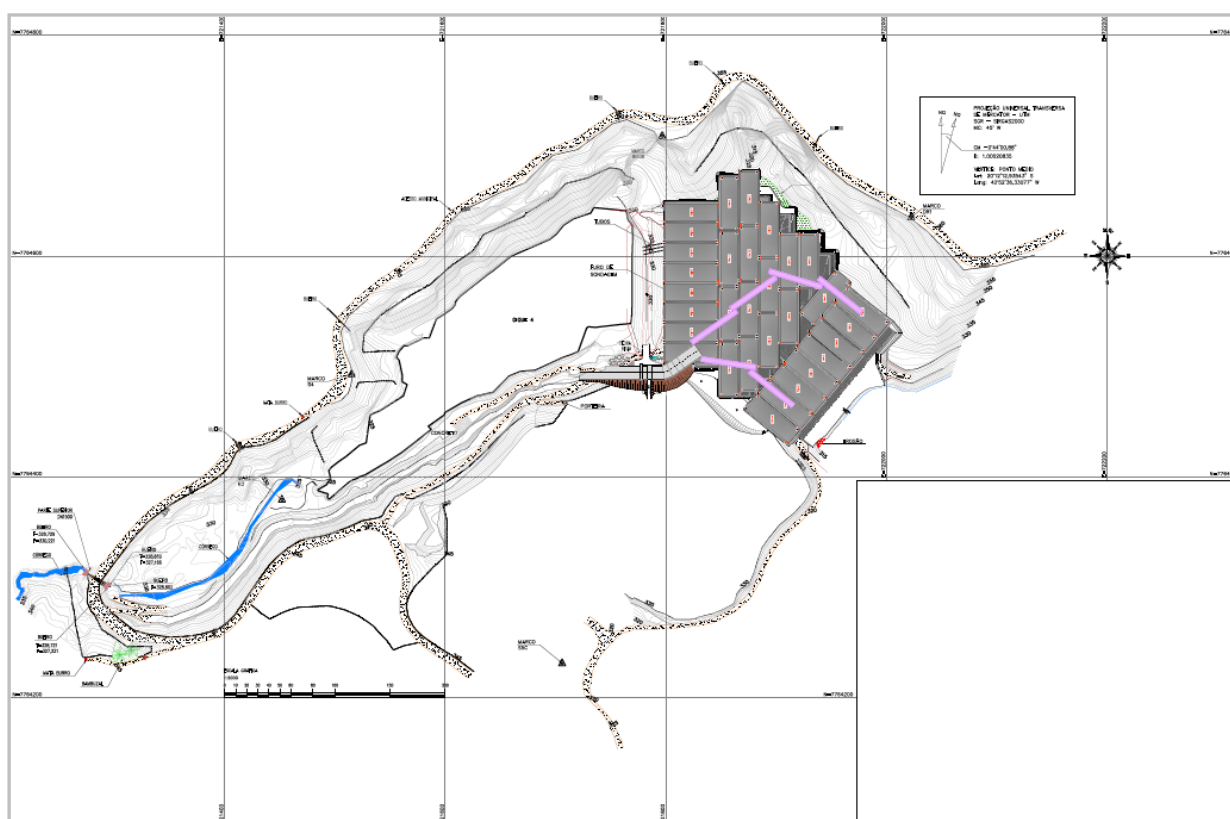


Figura 22 – Planta do local

Para este projeto, segundo os Estudos Básicos do Manual da Eletrobrás, recomenda-se a adoção do tempo de recorrência de 500 anos para os estudos hidrológicos, para o caso de estruturas galgáveis de concreto. Para outras situações, como barragem de terra, admite-se um tempo de recorrência maior, de no mínimo 1.000 anos.

No contexto das Barragens de Mineração, os órgãos ambientais têm admitido dimensionamentos a utilização da cheia máxima com período de retorno de 10.000 anos



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

ou PMP, conforme ABNT NBR13028 de 09/2006. O projeto de descomissionamento em questão foi pensado para atender as duas recomendações conforme estudos realizados.

A partir desse cenário, foram estudadas as possíveis alternativas de descomissionamento para o dique do setor 04. A alternativa mais adequada para o descomissionamento teve como base as seguintes premissas:

- Preenchimento do lago com rejeitos e eliminação do reservatório de água (lago) de montante;
- Remoção da crista até uma elevação definida que permita o escoamento da vazão PMP ou 10.000 anos;
- Conversão do dique em uma estrutura galgável;

Neste projeto para o descomissionamento, a área a montante do dique será coberta com rejeitos, eliminando o armazenamento de água no reservatório. Desse modo, todo o topo do barramento será protegido com material de transição e geotêxtil, aplicando-se enrocamento sobre toda a superfície, criando um sistema galgável estendendo-se o enrocamento sobre os Eco-BAGs Estruturais.

Dessa forma, a água do córrego do Borges escoará de forma constante sobre uma praia de rejeitos a montante, e verterá sobre a crista de forma difusa, através do enrocamento, até alcançar o lago da UHE, na El. 327,5 m.

A situação final considerada após a instalação dos Bags consiste em implantação de um extravasor na central no dique do setor 4, sendo este construído sobre os Eco-Bags Estruturais. Haverá o rebaixamentos da crista do dique para a instalação de um vertedouro de 50m de largura na El. 328,00m e uma seção galgável de 130m na El. 328,70m encaixados nas ombreiras que terão elevação máxima de 329,50m.

Tabela 06 – Dados do local

Característica	TR 50 anos	PMP
Vazão de Projeto (m ³ /s)	46,85	142,88
Seção geométrica	Trapezoidal	Trapezoidal
Taludes laterais (V:H)	1V:1,5H	1V:1,5H
Largura da Base Menor (m)	50,00	130,00
Revestimento	Enrocamento	Enrocamento
Diâmetro dos blocos (D ₅₀)	0,40 m	0,40 m
Profundidade de escoamento (m)	0,70	0,80
Altura da soleira adotada (m)	0,70	0,80
Cota da soleira (m)	328,00	328,70
Cota da crista (m)	328,70	329,50
Borda livre Resultante (m)	0	0

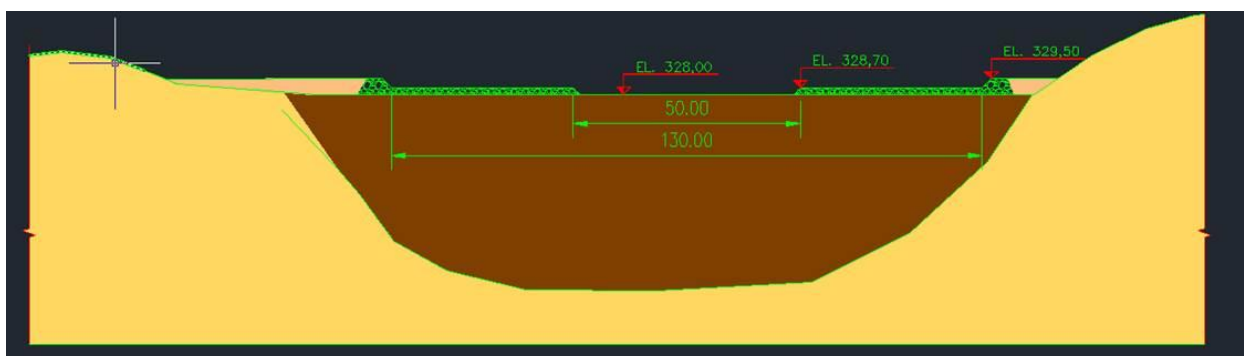


Figura 23 – Corte Esquemático

Observa-se que os Eco-BAGs passam a contribuir com a estabilização do maciço do dique do setor 04, criando uma grande berma de equilíbrio. Outro ponto relevante é que a estrutura dos Eco-Bags funciona como um aterro, após sua drenagem, e se estabilizam como uma pilha de disposição de materiais.

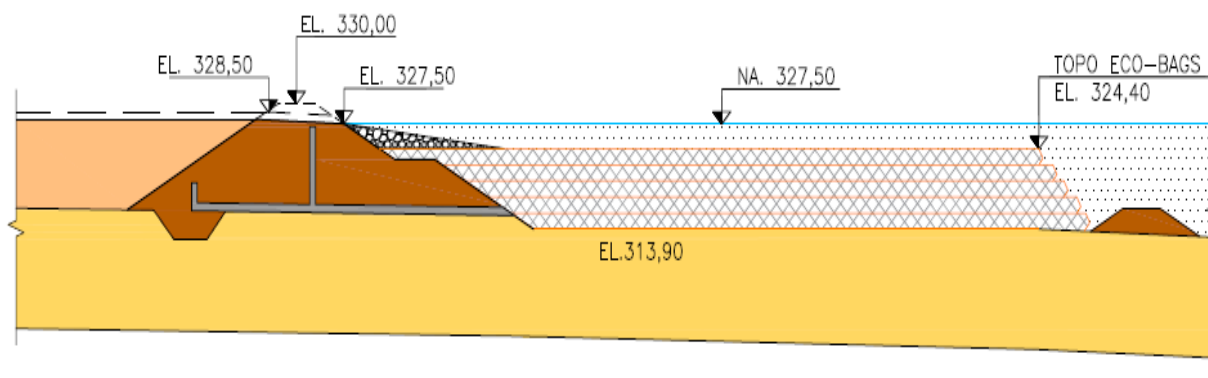


Figura 24 – Projeção do local

A empresa H3M foi contratada para executar o projeto básico de fechamento deste setor mas até o presente o mesmo não foi entregue. As análises de estabilidade serão parte obrigatório no projeto contratado.

SETOR 5

O Setor 5, está localizada a 2,8 km a montante da UHE Risoleta Neves, e é constituído por três bacias de decantação e clarificação de sedimentos, denominadas 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.

Destaca-se que, com a finalidade de recuperação do Setor 5, as bacias 5A e 5B serão completamente assoreadas pelos sedimentos, enquanto a Bacia 5C será parcialmente preenchida pelo sedimento. Após a normalização do funcionamento da UHE, a qual irá operar com reservatório na El. 327,50 m, as três bacias ficarão completamente submersas, devendo ser protegidas superficialmente, a fim de impedir eventuais carreamentos de sedimentos.



Figura 25 – Vista do Setor 5

Para elaboração do projeto de descomissionamento foi contratada a empresa Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda e o projeto executivo entregue no final de maio/2017.

O projeto de recuperação do Setor 5 consistiu na avaliação geotécnica do maciço da Bacia 5C, considerando que seu reservatório se encontrava vazio. Após avaliação de sua condição, foi proposto o preenchimento da bacia com sedimentos oriundos do Rio Doce, adotando-se uma inclinação de 2,0%, a partir da El. 318,00 m. Ademais, foi proposto também o abatimento do talude externo da bacia, para uma inclinação de 3,0H:1,0V.

Com relação às bacias 5ª e 5B, que já se encontram assoreadas pelo sedimento, foi proposta regularização do reservatório, adotando-se uma inclinação de 1,0%.

No concernente ao sistema de drenagem superficial das bacias, foi proposto a implantação de três canais trapezoidais revestidos em biomanta de fibra de coco.

Com a finalidade de evitar possíveis carreamentos de sedimentos, o topo das bacias deverá ser protegido com geotêxtil, e, acima deste, deverá ser implantada biomanta de fibra de coco, para atender às solicitações de tensões de arraste e velocidade de escoamento, nas quais a região das bacias será submetida quando do enchimento do reservatório. O arranjo geral do projeto pode ser observado a seguir:

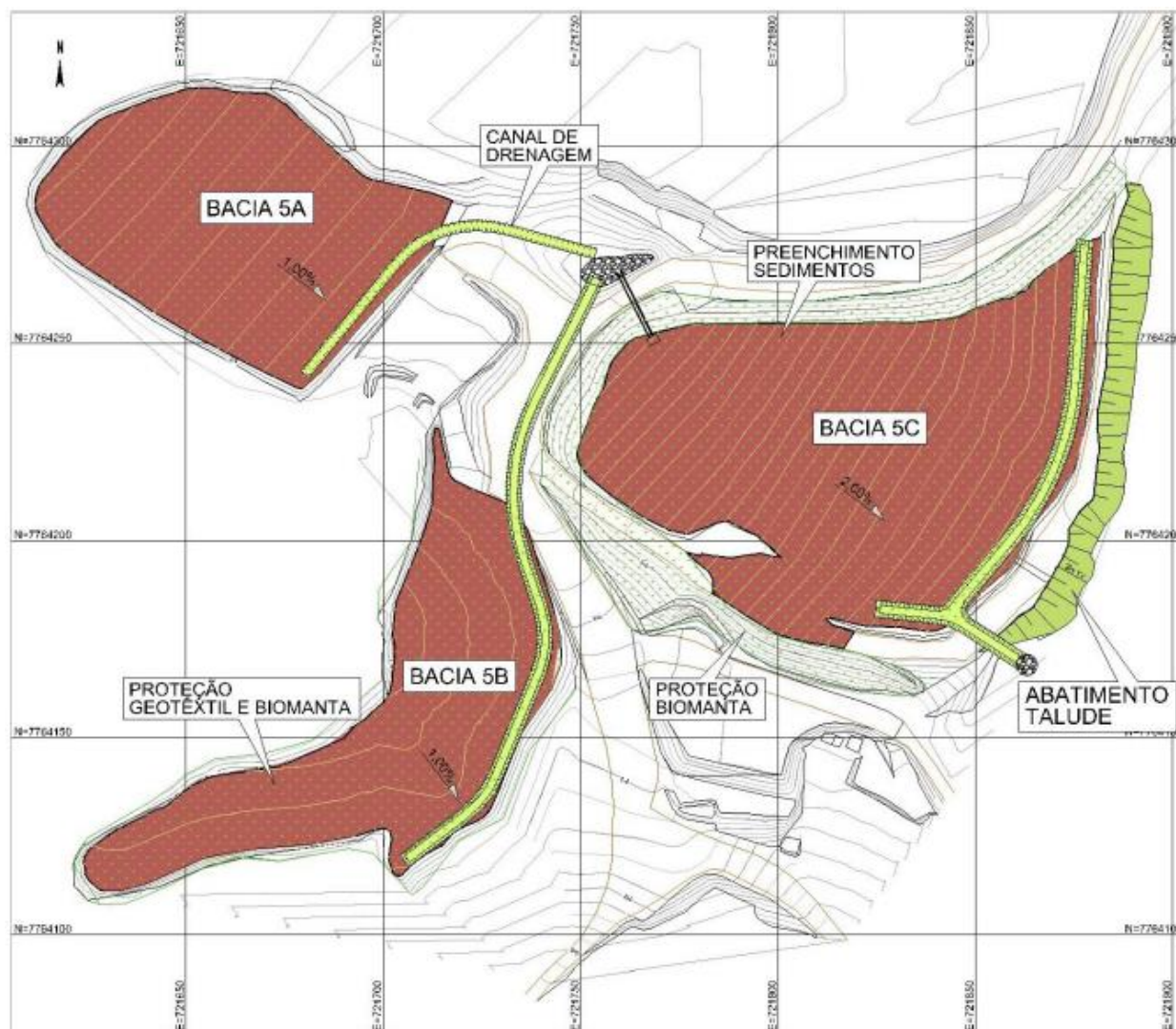


Figura 26 – Planta do local

ANÁLISES DE ESTABILIDADES

Por se tratar de recuperação de área, os taludes da bacia foram avaliados seguindo-se as recomendações da norma técnica brasileira de estabilidade de taludes/encostas – NBR 11.682 (ABNT, 2009). Segundo a norma, 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.

Dessa maneira, para a área de estudo tem-se nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas baixo, e nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais baixo, resultando em um fator de segurança mínimo de 1,20.

A Figura abaixo apresenta a locação em planta das seções de análise:

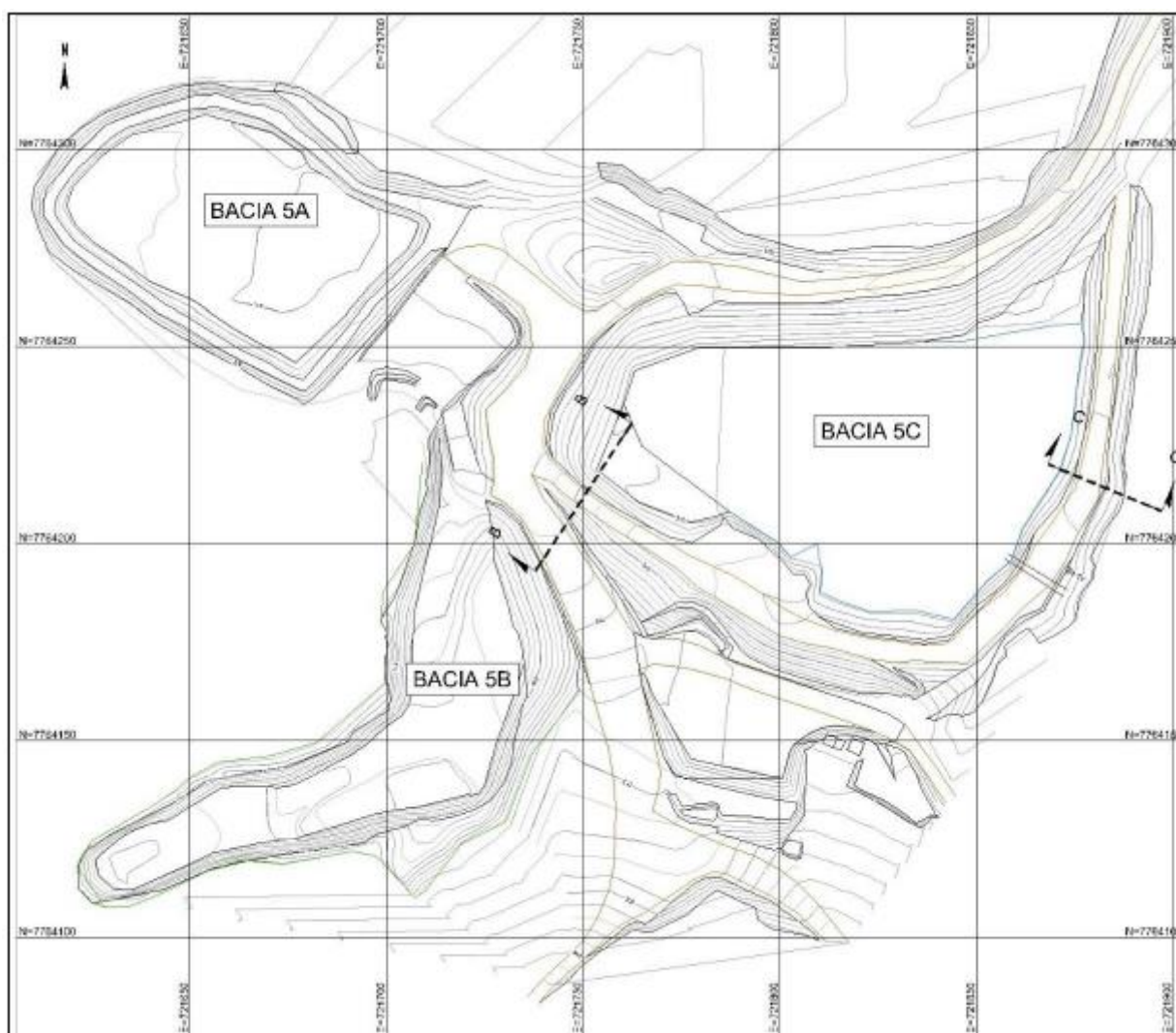


Figura 27 - Planta das seções de análise

Os parâmetros geotécnicos adotados nas análises de estabilidade foram definidos em função das investigações geológico-geotécnicas e ensaios laboratoriais realizados, bem como na experiência dos profissionais da WALM com materiais semelhantes.

A partir dos resultados apresentados abaixo, pode-se observar que os fatores de segurança obtidos para as seções representativas da Bacia 5C estão condizentes com a NBR 11.682 (ABNT, 2009), o que sugere que a estrutura se encontra estável geotecnicaamente.

SETOR 5C

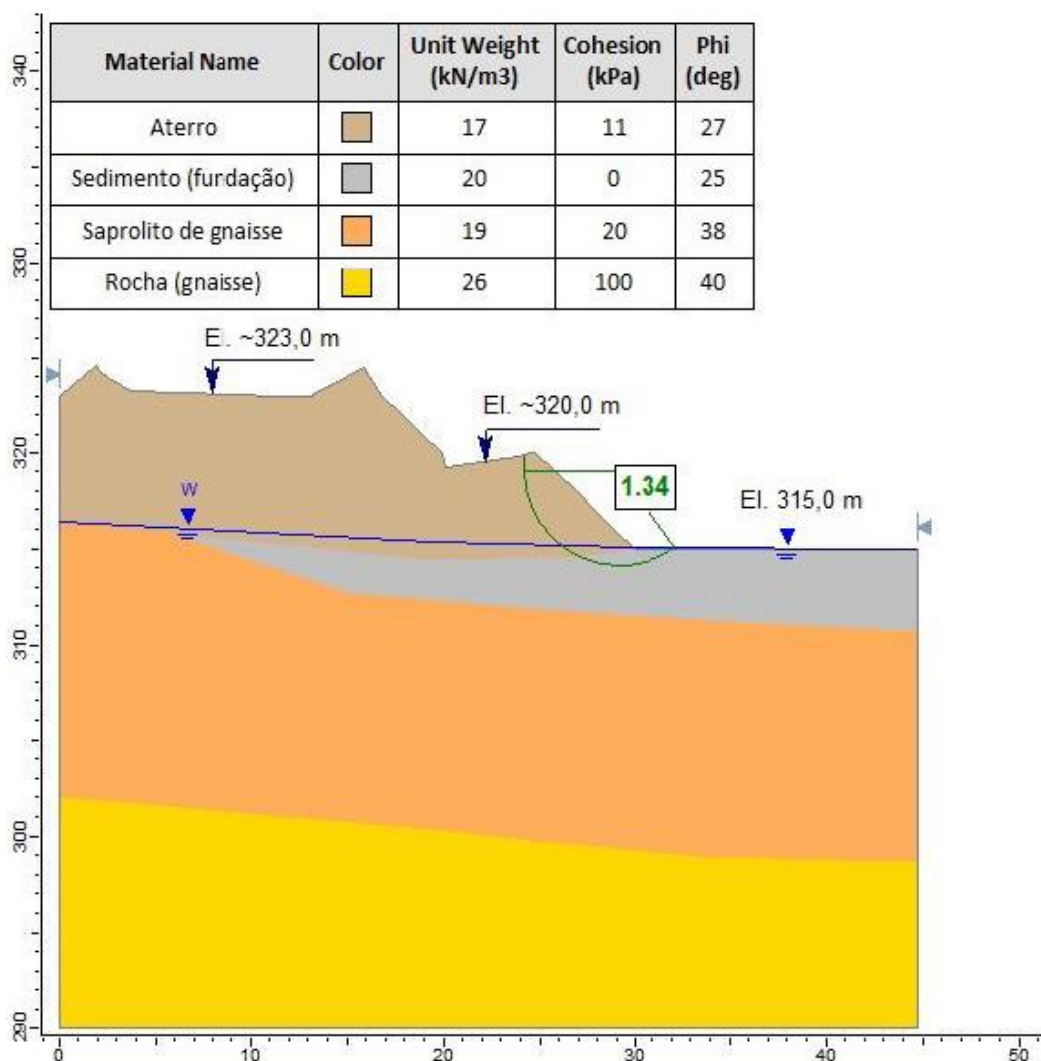


Figura 28 - Análise de estabilidade Bacia 5C – Seção B – Situação atual – Condição normal

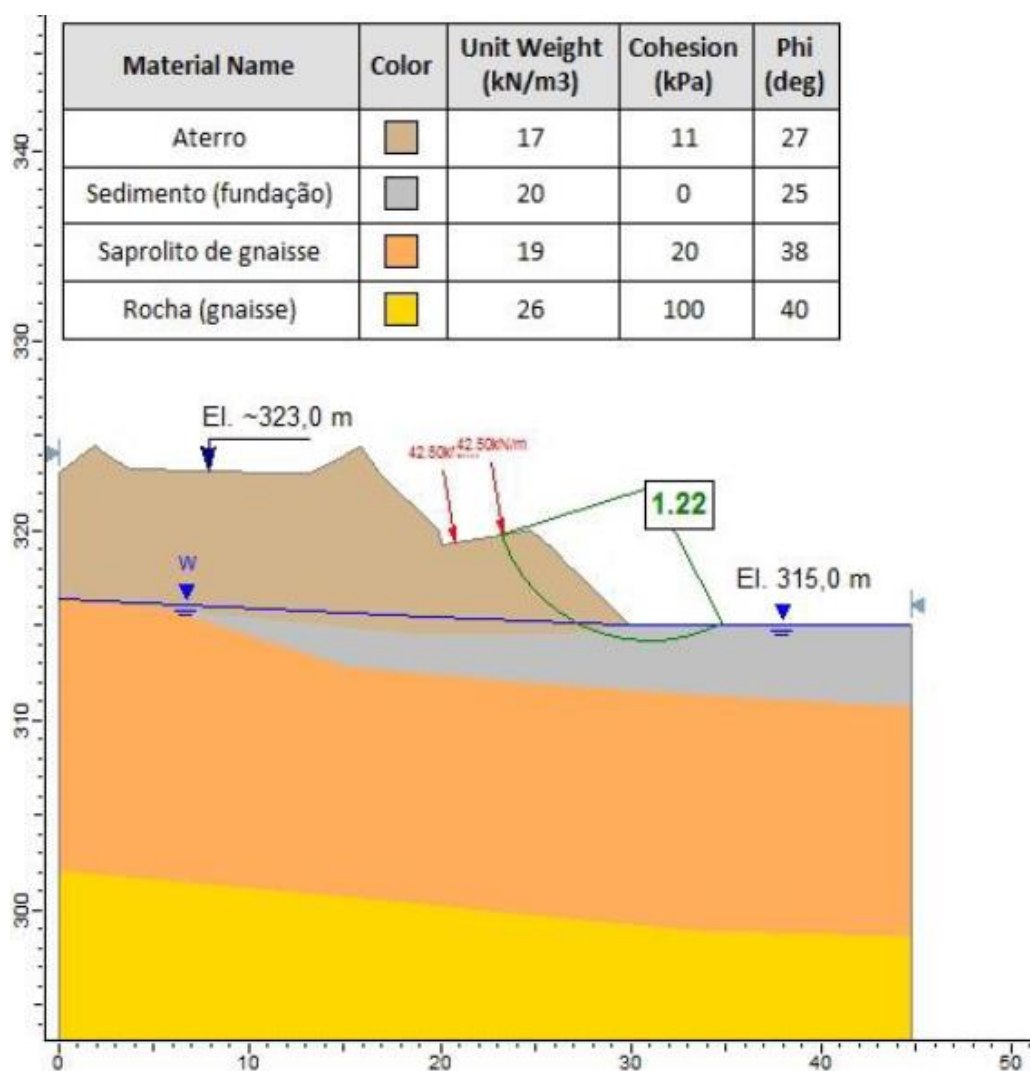


Figura 29 - Análise de estabilidade Bacia 5C – Seção B – Situação atual – Condição crítica com nível freático na elevação 315,00 m, aplicando-se uma sobrecarga correspondente ao tráfego de caminhão rodoviário.

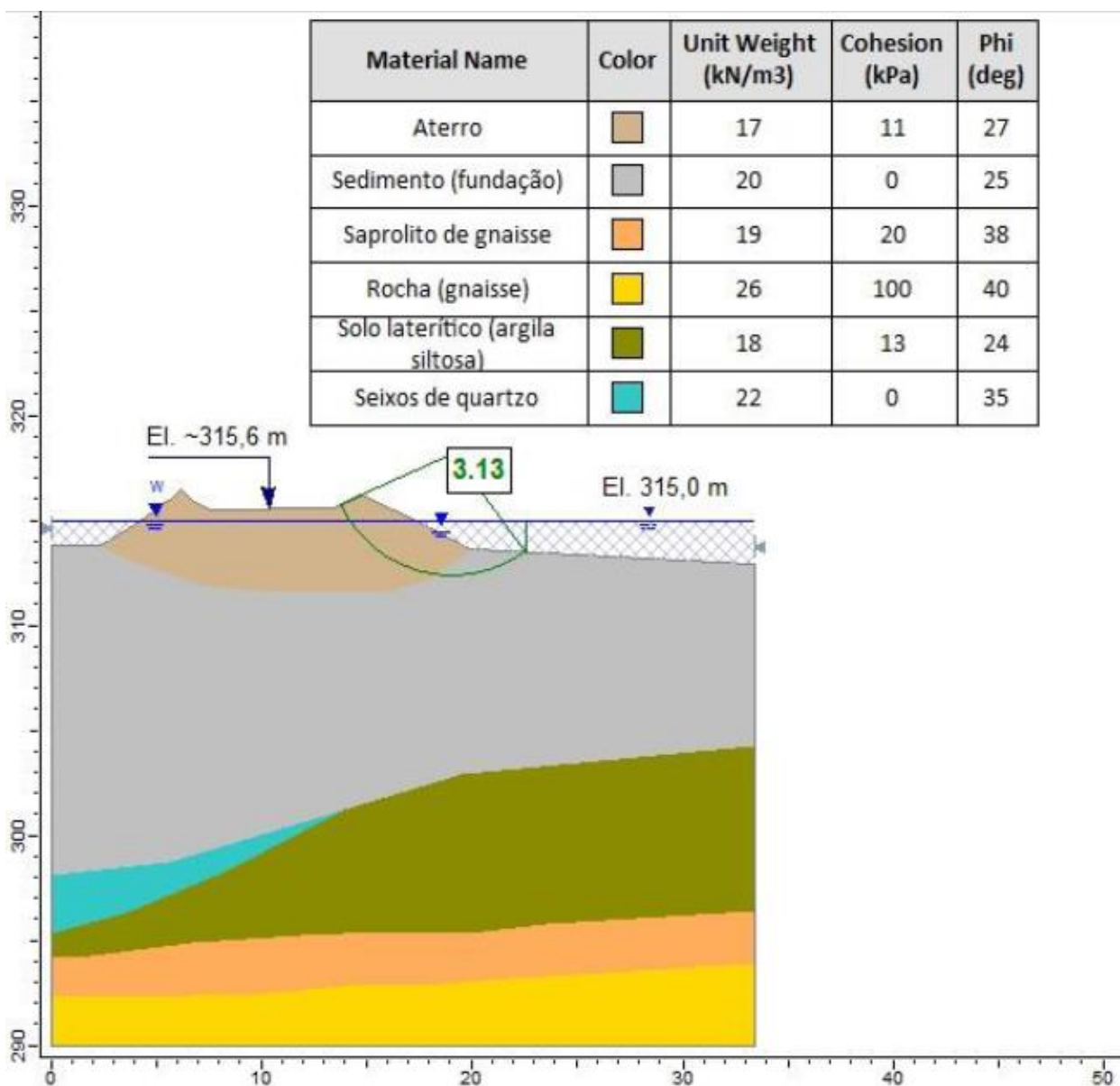


Figura 30 - Análise de estabilidade Bacia 5C – Seção C – Situação atual – Condição normal

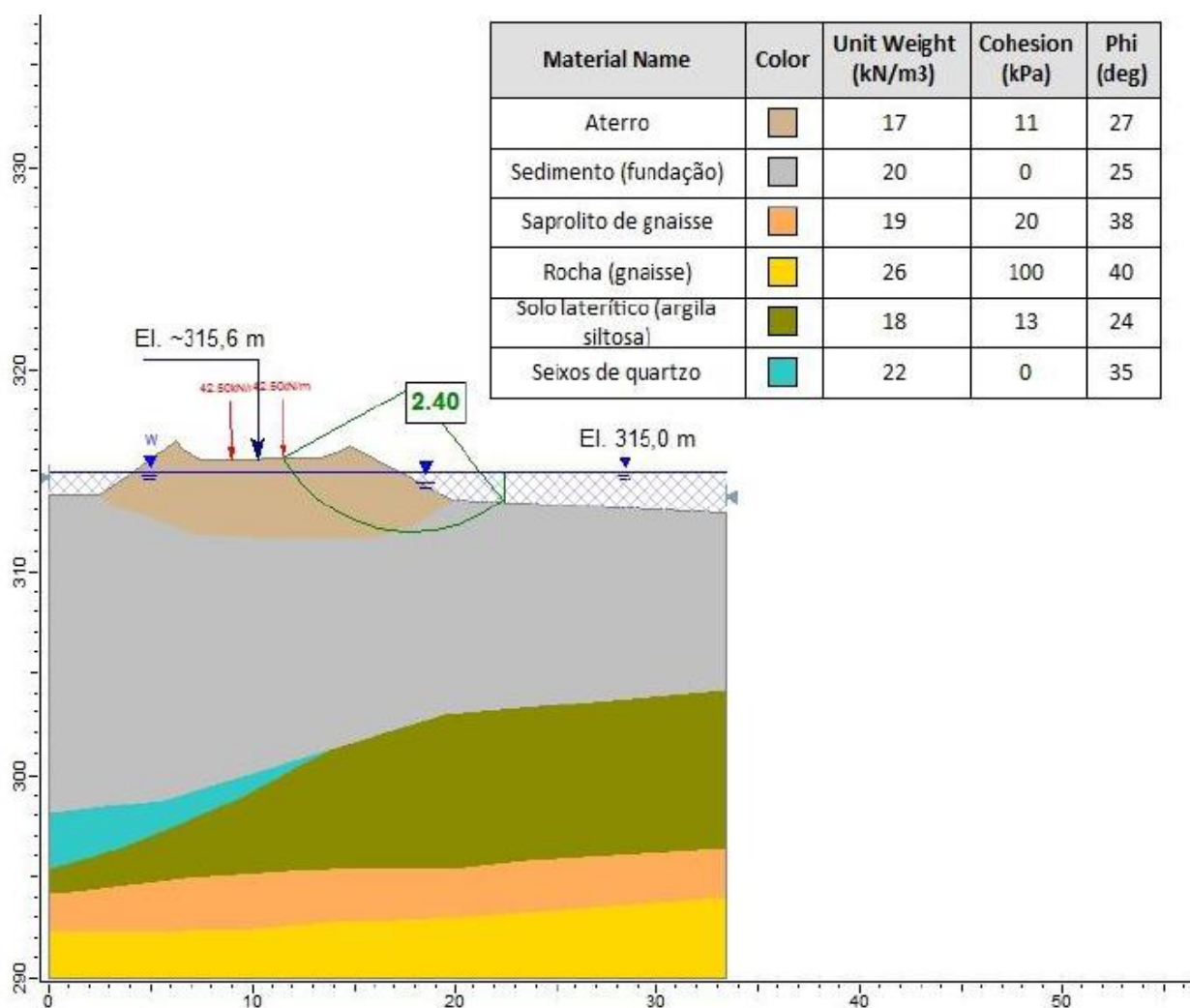


Figura 31 - Análise de estabilidade Bacia 5C – Seção B – Situação atual – Condição crítica com nível freático na elevação 315,00 m, aplicando-se uma sobrecarga correspondente ao tráfego de caminhão rodoviário.

SETOR 5C – CONDIÇÃO APÓS O FECHAMENTO

Conforme os resultados apresentados abaixo, após implantação do projeto de recuperação, o fator de segurança para a Bacia 5C elevar-se-á, permanecendo, portanto, dentro dos limites preconizados pela NBR 11.682 (ABNT, 2009).

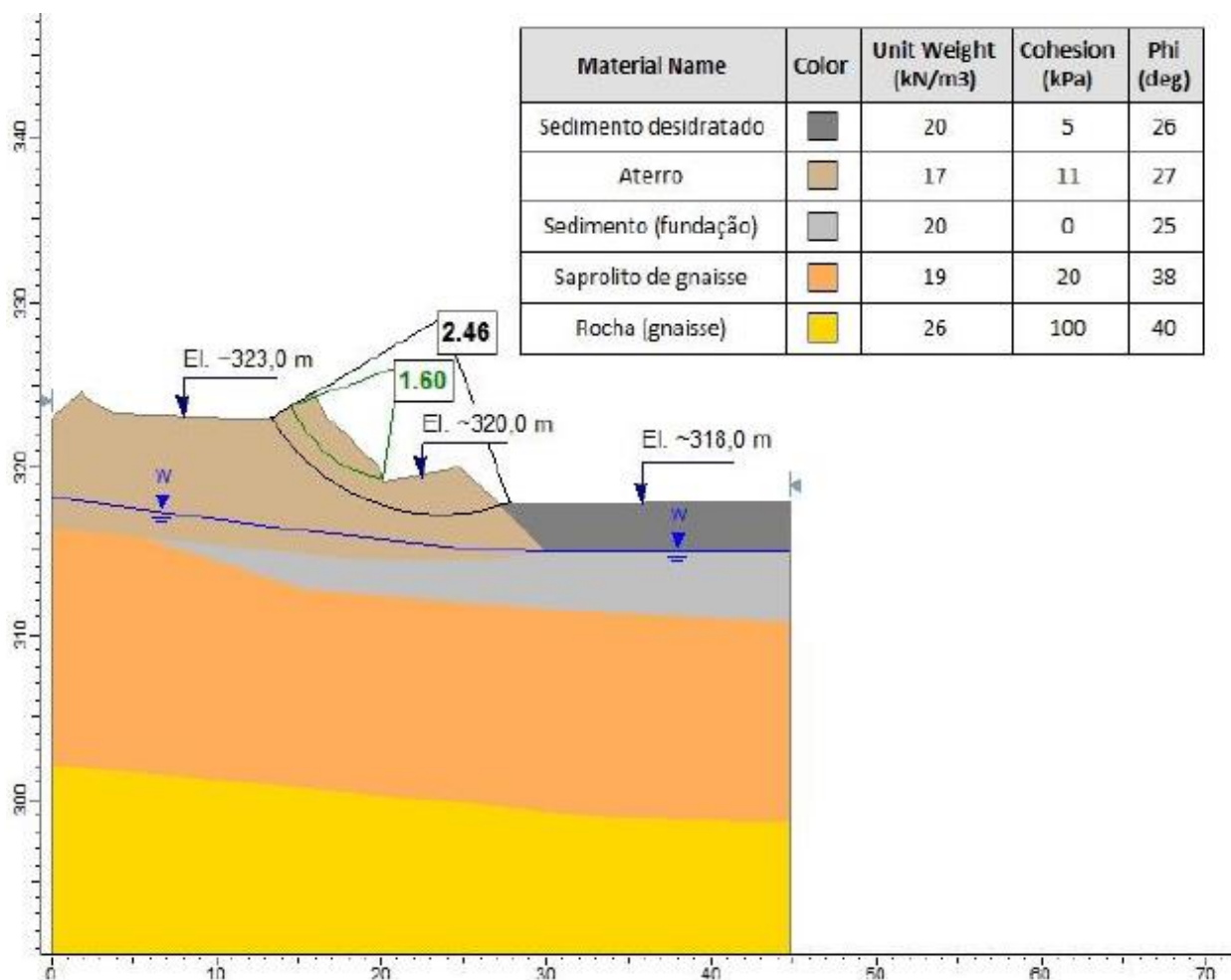


Figura 32 - Análise de estabilidade Bacia 5C – Seção B - Após implantação do projeto

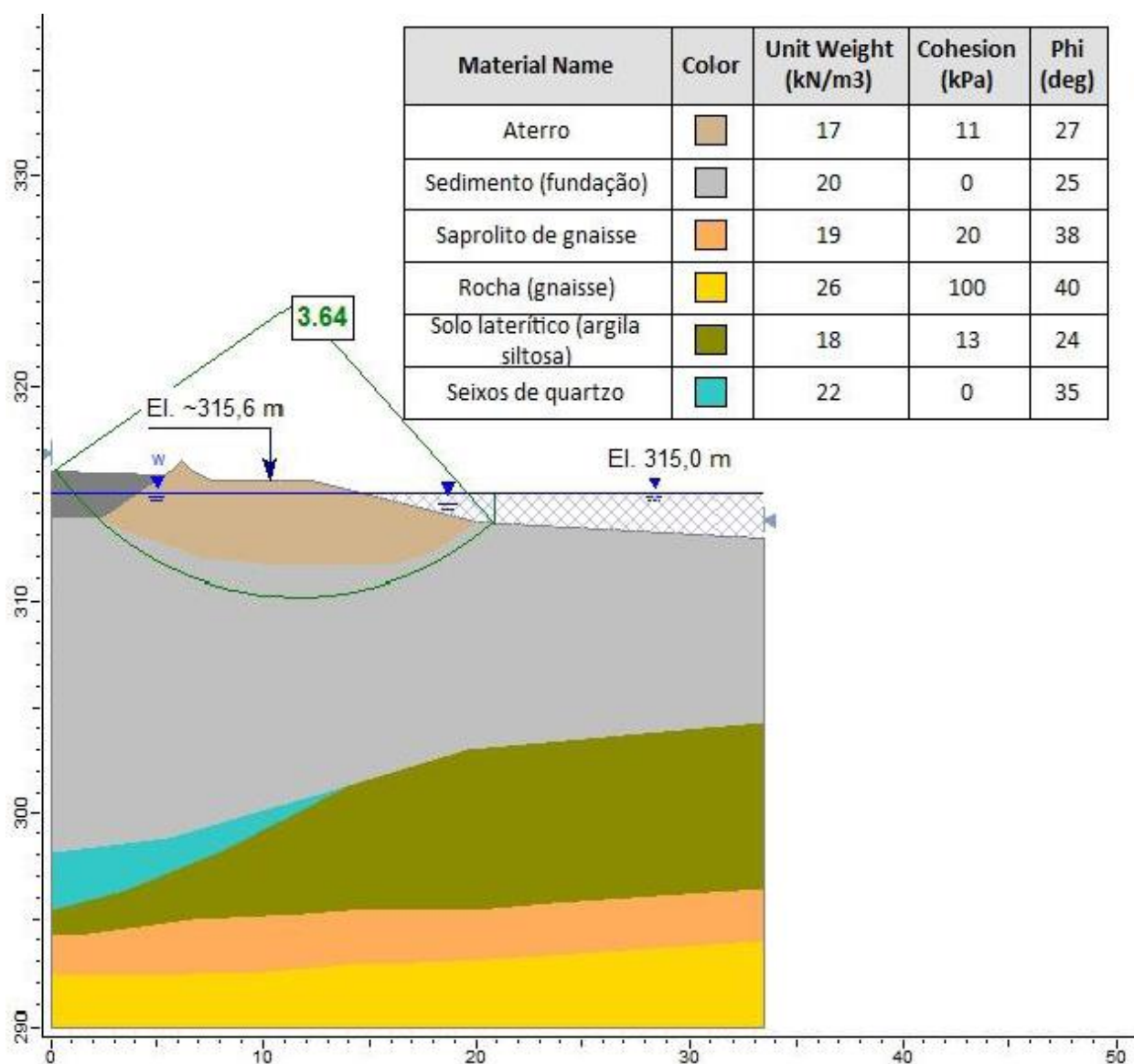


Figura 33 – Análise de estabilidade Bacia 5C – Seção C – Após implantação do projeto

SETOR 8

A área denominada setor 8 localiza-se a aproximadamente 7,5 km distante a montante do barramento principal da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves e suas estruturas são denominadas como:

Bota-fora 8^a – local de recebimento de material dragado (dique 8) e também de material escavado para construção do dique 8 ou para armazenamento de solos que não possuíam característica físicas para serem utilizados como material construtivo.

Bota-fora 8B – local de recebimento de material escavado para construção do dique 8 ou para armazenamento de solos que não possuíam características físicas para serem utilizados como material construtivo.

Empilhamento (área de jazida) – local destinado para armazenar sedimentos drenados e material de bota-fora.

Para proceder com um estudo de fechamento de todos estes locais do setor 8, foi contratada a empresa Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda e o relatório final ainda não foi entregue, previsto para o dia 28/07/2017. Mesmo este não estando totalmente pronto, podemos informar aqui as premissas básicas a serem implantadas para o fechamento deste setor antes do enchimento do reservatório de Candonga.

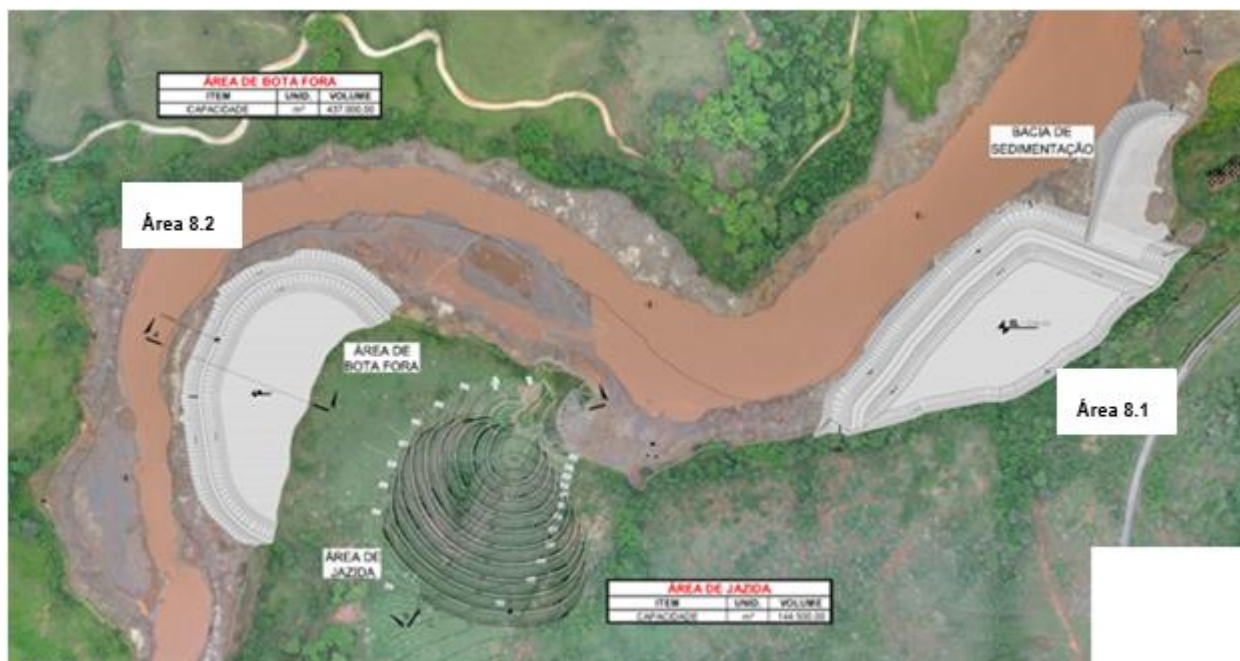


Figura 34 – Vista do local

ÁREAS 8.1 e 8.2

Com o objetivo de recuperação das áreas de bota-fora do Setor 8, foi elaborado plano de escavações para remoção do solo existente. As escavações foram programadas até a elevação 319,00 m, uma vez que, com a implantação do Barramento B, o nível do reservatório nas regiões de bota-fora encontra-se na El. 318,00 m.

Após remoção do material, será proposta a implantação de proteção superficial em biomanta em toda a região dos bota-foras, a fim de se evitar o solapamento dos taludes remanescentes das escavações, garantir a proteção contra arraste e promover a reintegração da área ao meio ambiente. Salienta-se que esta proteção foi proposta considerando-se o cenário atual, no qual os taludes da região encontram-se emersos, e, portanto, sujeitos às oscilações do reservatório. Posteriormente, com a implantação do Barramento C, toda a região dos bota-foras ficará submersa por sedimentos.

Além da escavação e proteção das áreas de bota-fora, foi avaliada a condição de estabilidade dos taludes da área adjacente, com base em mapeamento de campo realizado por profissionais da Walm, através do qual foram verificadas as principais características do perímetro de encostas de reservatório da UHE.

Dessa forma, a Figura abaixo apresenta a delimitação das regiões de bota-fora designadas 8A e 8B, as quais terão o material de estéril removido, bem como a delimitação dos taludes de entorno que foram avaliados.

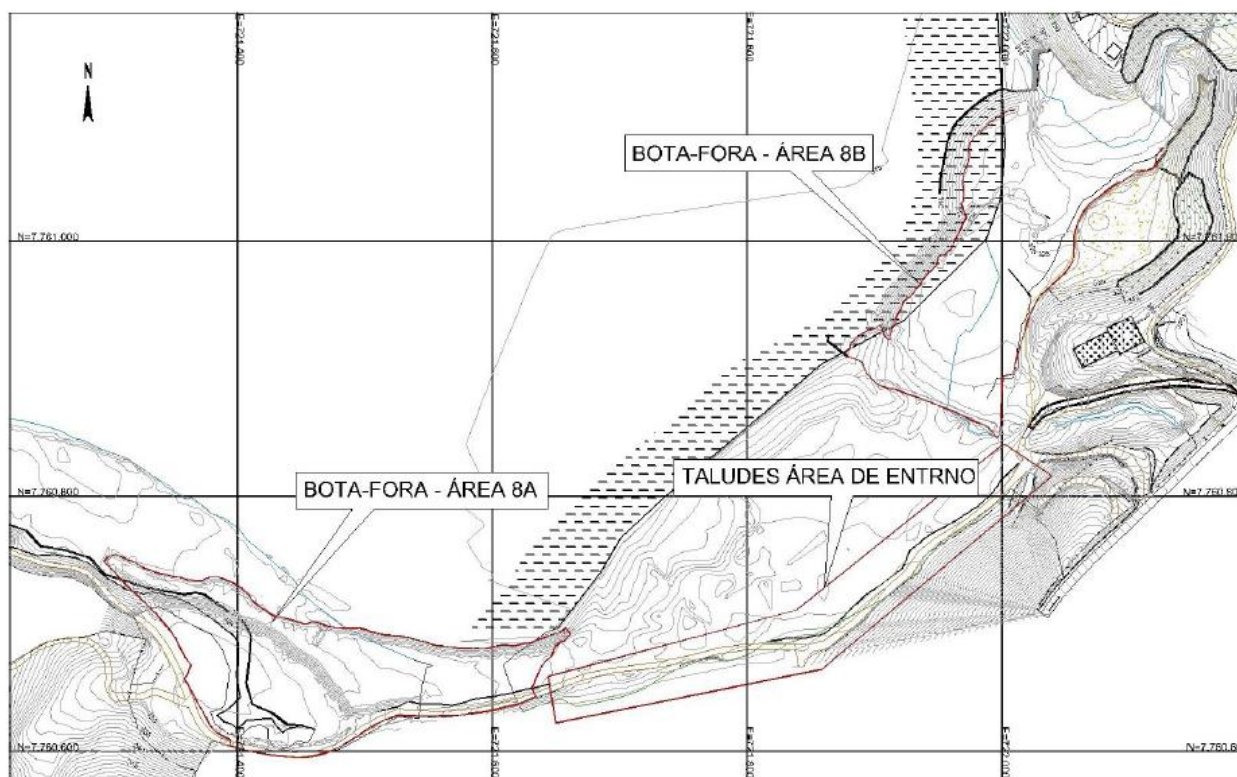


Figura 35 – Planta do local



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

As áreas de bota-fora, localizadas no Setor 8, terão seu material removido e lançado no empilhamento a ser realizado na área de empréstimo ou outra área a ser designada e que não traga intervenção ao enchimento do reservatório.

Os volumes de escavação para remoção do material das áreas de bota-fora estão apresentados na Tabela a seguir:

Tabela 07 – Tabela de Volumes

VOLUME ESCAVAÇÃO (m ³)	
BOTA-FORA 8A	BOTA-FORA 8B
60.940,00	121.500,00

ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ESCAVAÇÃO DE ÁREA DE BOTA-FORA

Por se tratar de recuperação de área, os taludes das escavações dos bota-foras e os taludes adjacentes foram avaliados seguindo-se as recomendações da norma técnica brasileira de estabilidade de taludes/encostas – NBR 11.682 (ABNT, 2009). Segundo a norma, 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.

Dessa maneira, para a área de estudo tem-se nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas baixo, e nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais baixo, resultando em um fator de segurança mínimo de 1,20.

Os parâmetros de resistência para os materiais envolvidos nas escavações para remoção do estéril foram definidos em função dos ensaios laboratoriais realizados, bem como na experiência dos profissionais da Walm com materiais semelhantes.

As condições de contorno adotadas para avaliação da estabilidade são explicitadas a seguir:

- ✓ Condição atual da região, com nível do reservatório na El. 318,00 m, resultante da implantação do Barramento B;

- ✓ Condição futura, resultante da implantação do Barramento C, com nível do reservatório na El. 322,00 m;
- ✓ Condição futura, decorrente da retomada de operação da UHE Risoleta Neves, com nível do reservatório na El. 327,50 m.

As seções adotadas para as análises de estabilidade foram aquelas consideradas representativas das escavações, bem como mais críticas, por serem de maior altura.

Na Figura a seguir está apresentada em planta as seções dos bota-foras 8A e 8B, e a nas análises de estabilidade os perfis geológico-geotécnicos de cada uma.

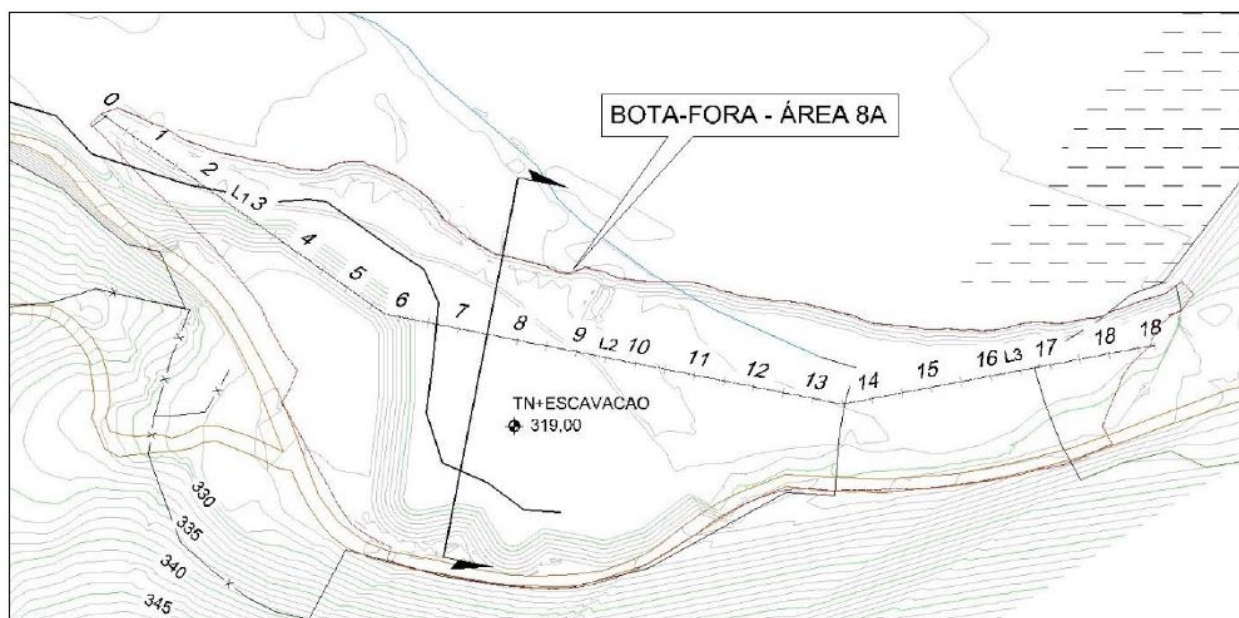


Figura 36 - Localização em planta da seção de estudo (estaca 7+10,00 m) – Bota-fora 8^a

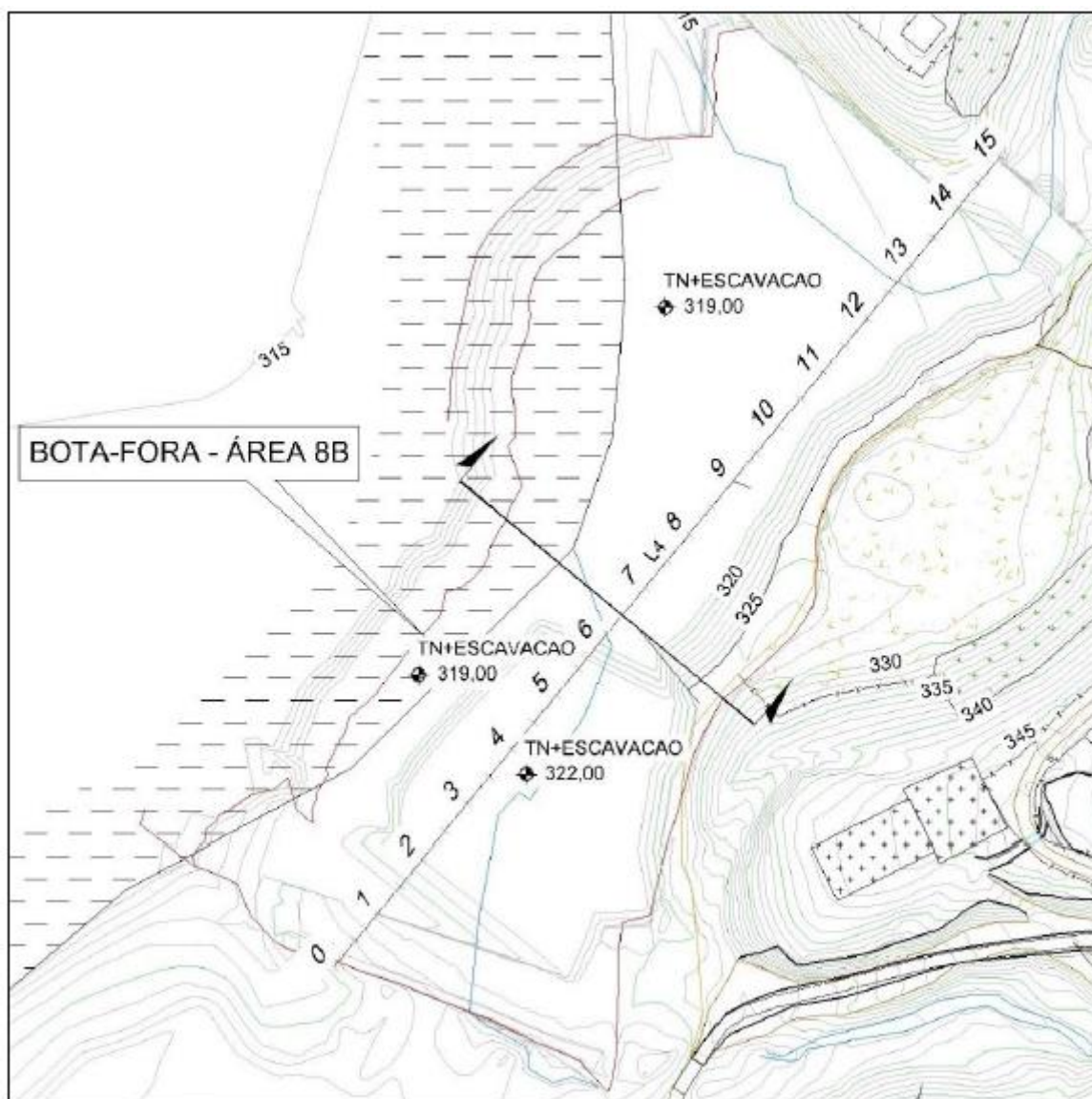


Figura 37 - Localização em planta da seção de estudo (estaca 6+10,00 m) – Bota-fora 8B

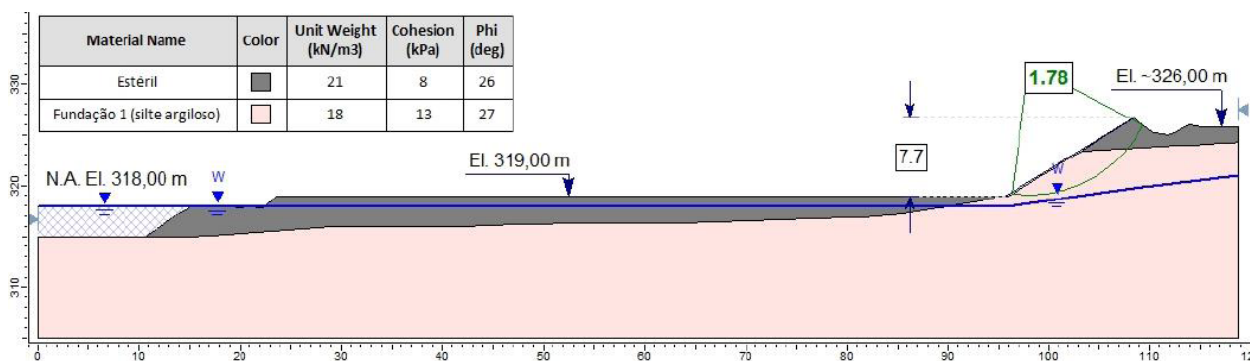


Figura 38 - Análise de estabilidade – Escavação bota-fora 8A – N.A. El. 318,00 m

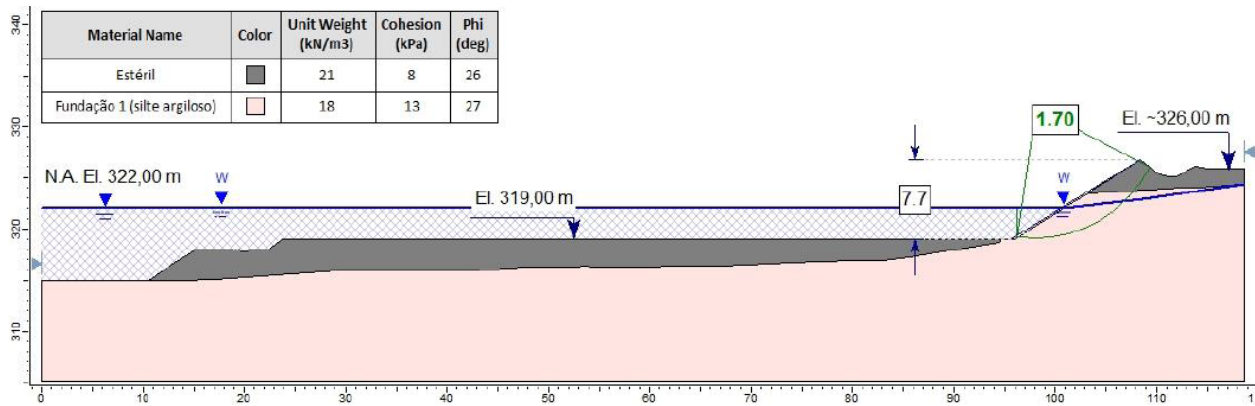


Figura 39 - Análise de estabilidade – Escavação bota-fora 8A – N.A. El. 322,00 m

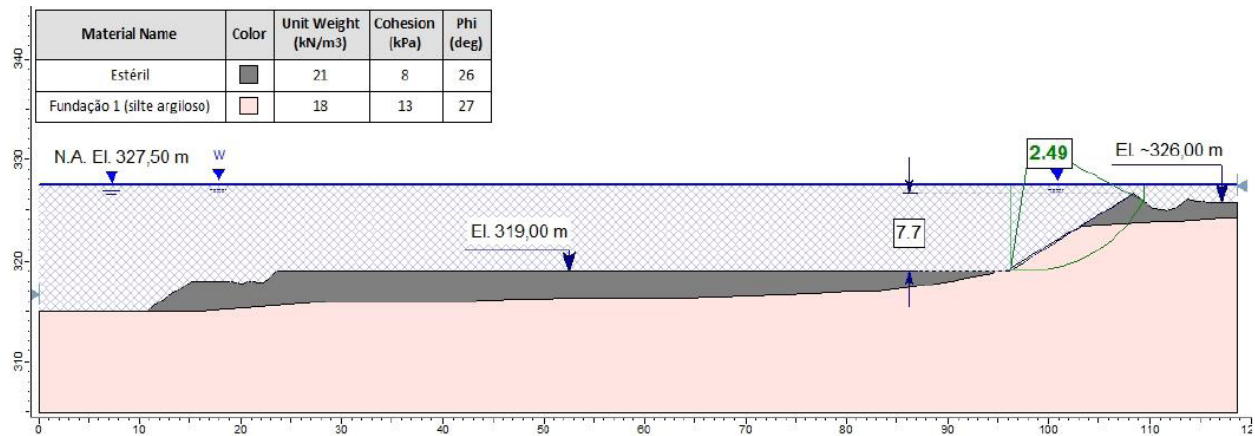


Figura 40 - Análise de estabilidade – Escavação bota-fora 8A – N.A. El. 327,50 m

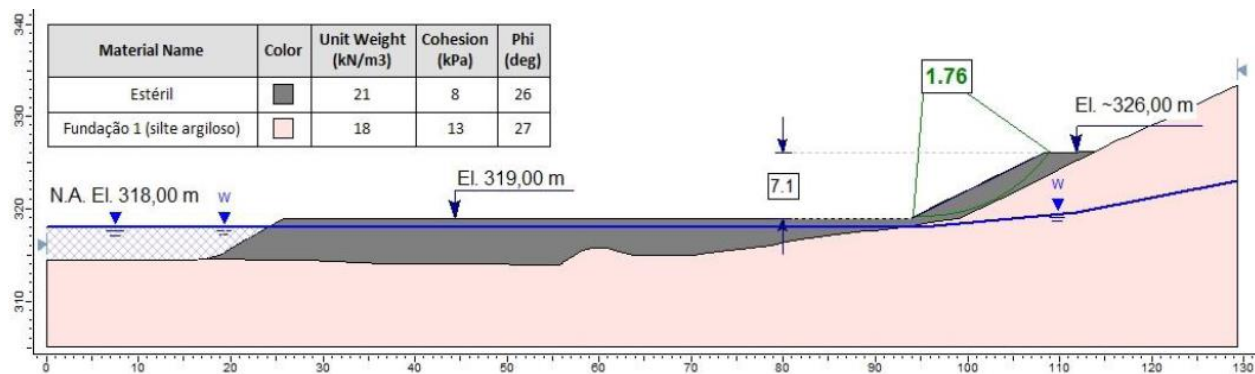


Figura 41 - Análise de estabilidade – Escavação bota-fora 8B – N.A. El. 318,00 m

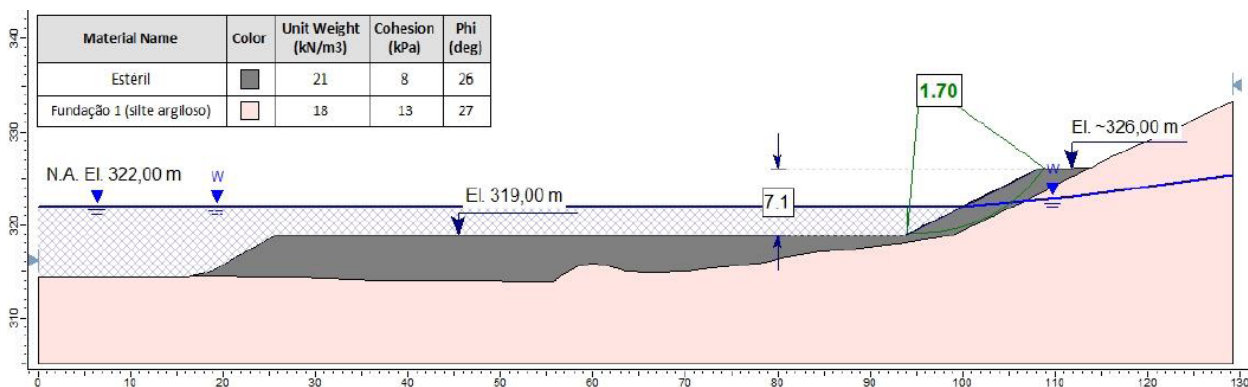


Figura 42 - Análise de estabilidade – Escavação bota-fora 8B - N.A. El. 322,00 m

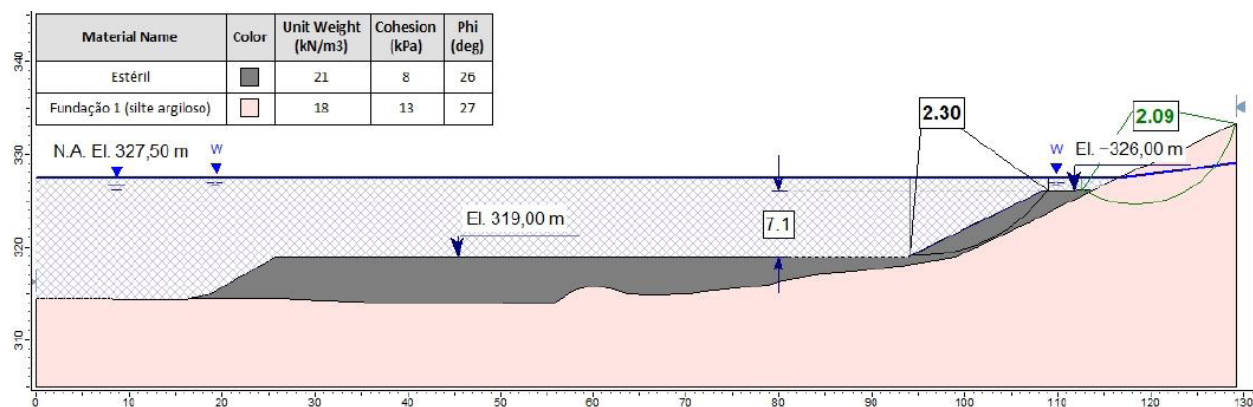


Figura 43 - Análise de estabilidade – Escavação bota-fora 8B - N.A. El. 327,50 m

Tabela 08 - Quadro resumo das análises de estabilidade

SEÇÃO / LOCALIZAÇÃO	CONDIÇÃO	FS CALCULADO	FS MÍNIMO
Estaca 7+10,00 m - Bota-fora 8A	N.A. El. 318,00 m	1,78	1,20
	N.A. El. 322,00 m	1,70	1,20
	N.A. El. 327,50 m	2,49	1,20
Estaca 6+10,00 m - Bota-fora 8B	N.A. El. 318,00 m	1,76	1,20
	N.A. El. 322,00 m	1,70	1,20
	N.A. El. 327,50 m	2,09	1,20



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

A partir dos resultados obtidos, pode-se constatar que os taludes das escavações para remoção do estéril, apresentam-se estáveis, para todas as condições de contorno avaliadas, conforme os requisitos mínimos estabelecidos pela NBR 11.682 (ABNT, 2009).

ANÁLISE DE ESTABILIDADE – TALUDES DA ÁREA DE ENTORNO

Para modelagem da seção representativa dos taludes adjacentes, foram utilizados os croquis preparados em campo durante o mapeamento das encostas, para que os contatos geológico-geotécnicos fossem estimados.

Os parâmetros de resistência adotados para os materiais envolvidos foram obtidos a partir dos ensaios de laboratório executados pela LOCTEST para a BVP, bem como de correlações com materiais e projetos similares, utilizando-se da experiência da equipe técnica da WALM.

As condições de contorno adotadas para avaliação da estabilidade são explicitadas a seguir:

- ✓ Condição atual da região, com nível do reservatório na El. 318,00 m, resultante da implantação do Barramento B;
- ✓ Condição futura, resultante da implantação do Barramento C, com nível do reservatório na El. 322,00 m;
- ✓ Condição futura, decorrente da retomada de operação da UHE Risoleta Neves, com nível do reservatório na El. 327,50 m.

A seção adotada para análise de estabilidade foi aquela considerada representativa dos taludes de entorno. Sua localização, em planta, pode ser observado nas figura a seguir.

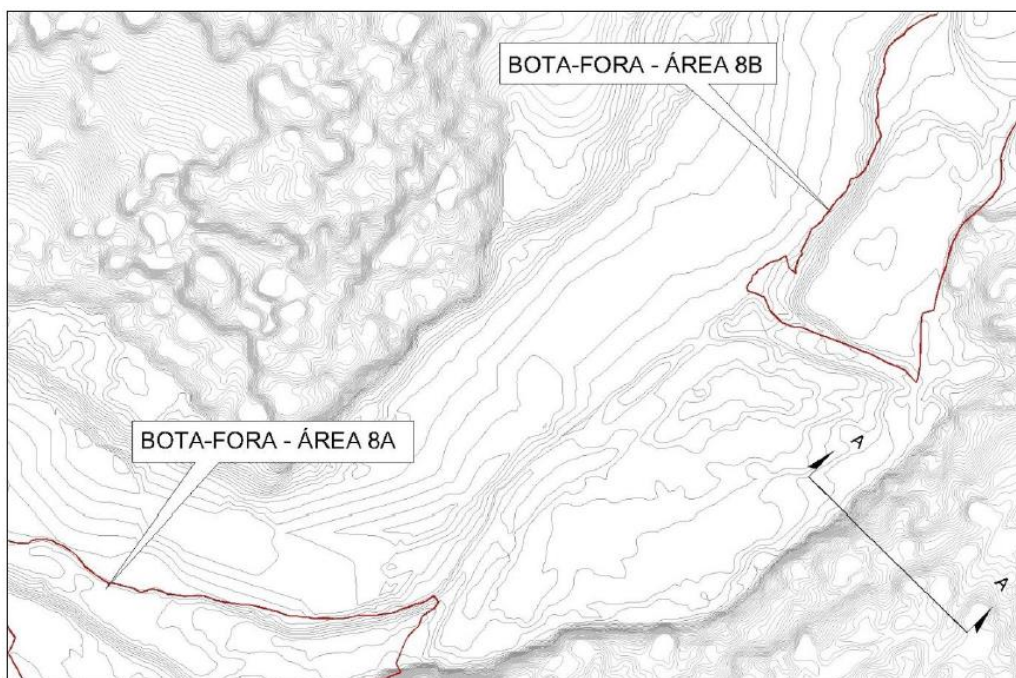


Figura 44 - Localização em planta da seção de estudo – Taludes adjacentes

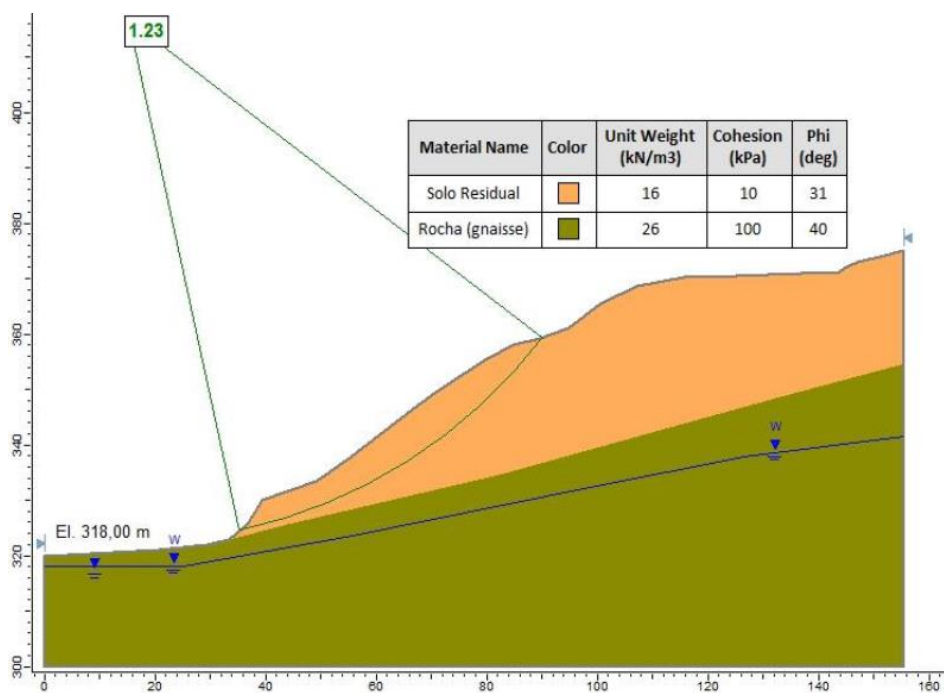


Figura 45 - Análise de estabilidade – Seção A – N.A. 318,00 m

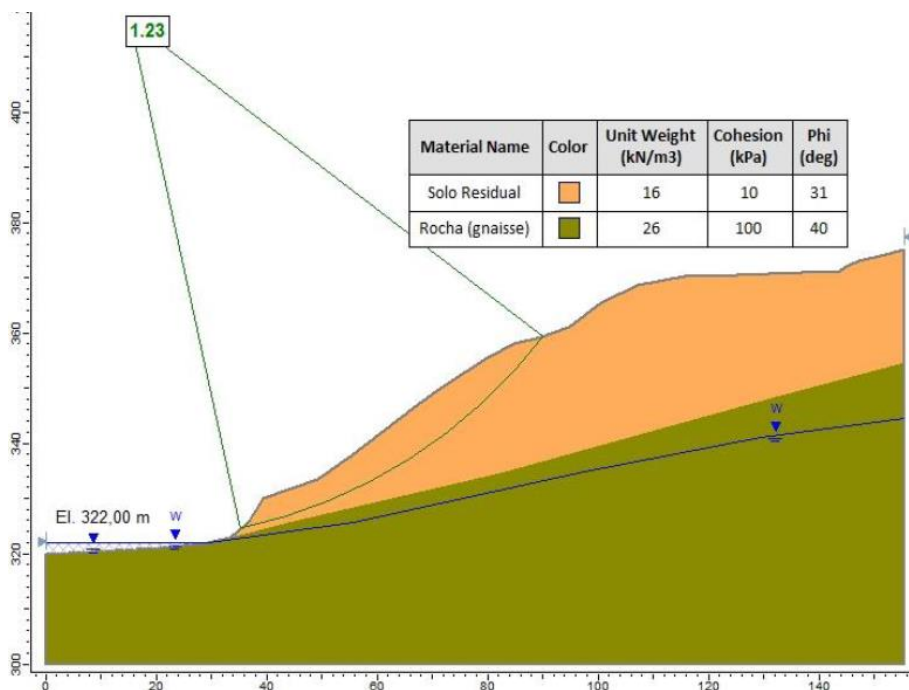


Figura 46 - Análise de estabilidade – Seção A – N.A. 322,00 m

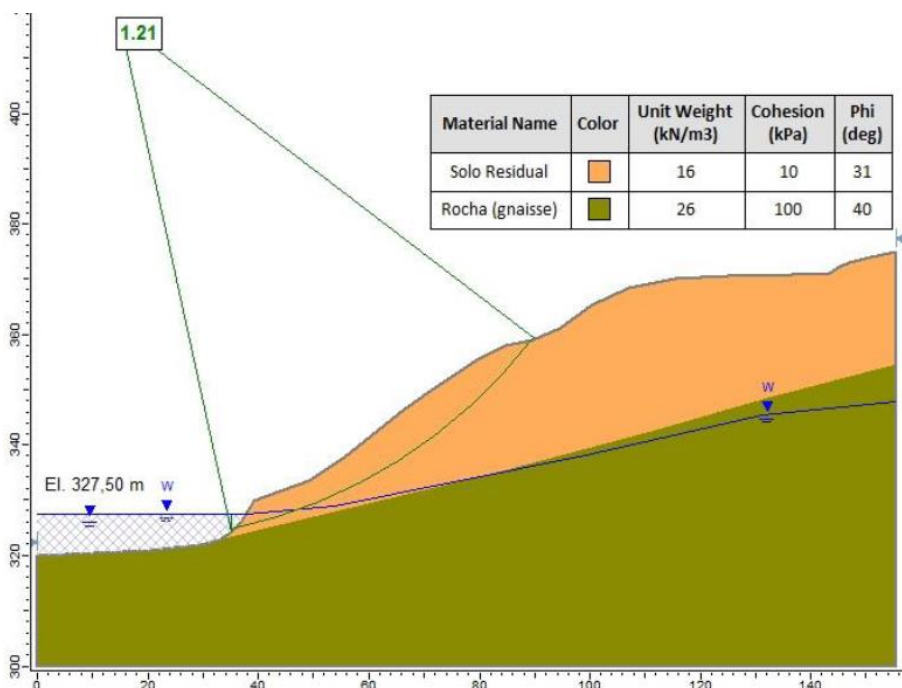


Figura 47 - Análise de estabilidade – Seção A – N.A. 327,50 m

A partir dos resultados obtidos, pode-se constatar que os taludes adjacentes às áreas de bota-fora apresentam-se estáveis, para todas as condições de contorno avaliadas, conforme os requisitos mínimos estabelecidos pela NBR 11.682 (ABNT, 2009).

ÁREA DE JAZIDA

A estrutura a ser implantada, com a finalidade de recuperar a área de empréstimo impactada, consiste em empilhamento de sedimentos e material de bota-fora (estéril). Ressalta-se que poderá ser necessária a realização de um “segundo tombo” do sedimento, devido ao teor de umidade do mesmo quando da escavação.

Deste modo, a geometria final da estrutura foi validada através de análises de estabilidade, fixando-se uma faixa de 30,00 m de largura a ser ocupada por estéril. Para o pé do empilhamento, foi proposta a implantação de proteção em enrocamento, uma vez que o mesmo poderá ficar submerso, a depender das oscilações do nível do reservatório da UHE.

As principais características geométricas do empilhamento estão apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 09 - Características geométrica da estrutura

CARACTERÍSTICA	EMPILHAMENTO
Altura final (m)	50,00
Elevação mínima da base (m)	327,15
Elevação do topo (m)	378,00
Inclinação dos taludes	2,0H:1,0V
Altura dos bancos (m)	10,00
Largura das bermas (m)	5,00
Área ocupada (m ²)	31.674,48
Capacidade Volumétrica Total (m ³)	419.121,37
Volume sedimentos (m ³)	222.003,87
Volume estéril (m ³)	197.117,50
Elevação proteção enrocamento (m)	333,50

O arranjo geral da estrutura, e sua seção típica podem ser observados a seguir.

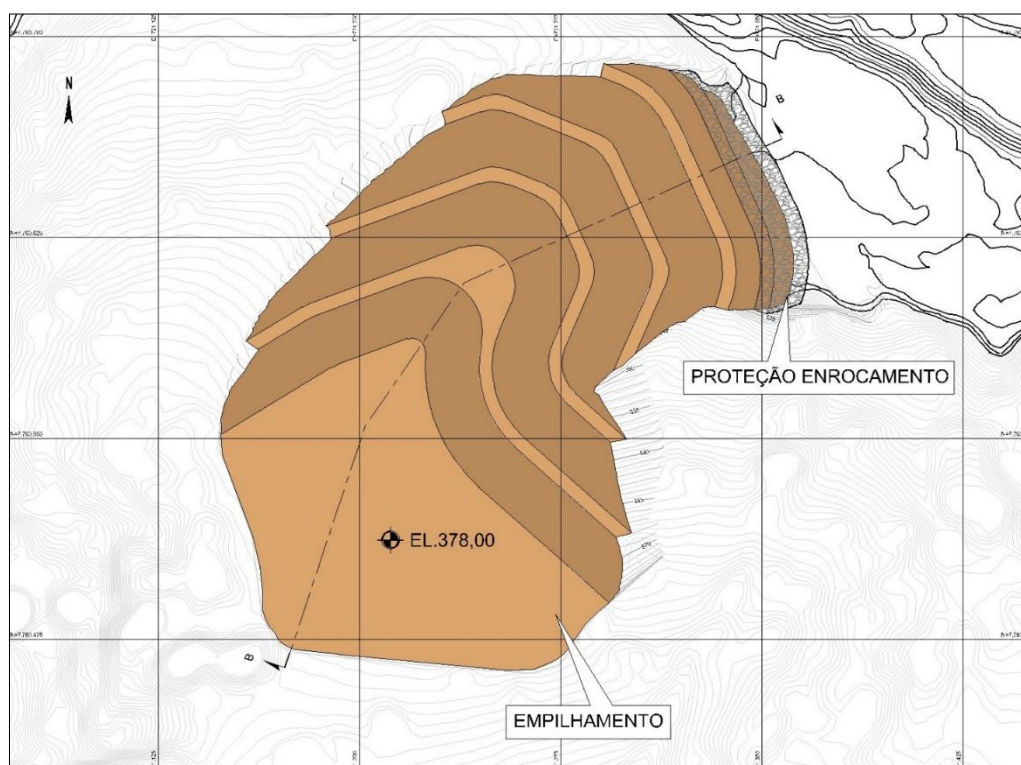


Figura 48 - Arranjo geral da estrutura

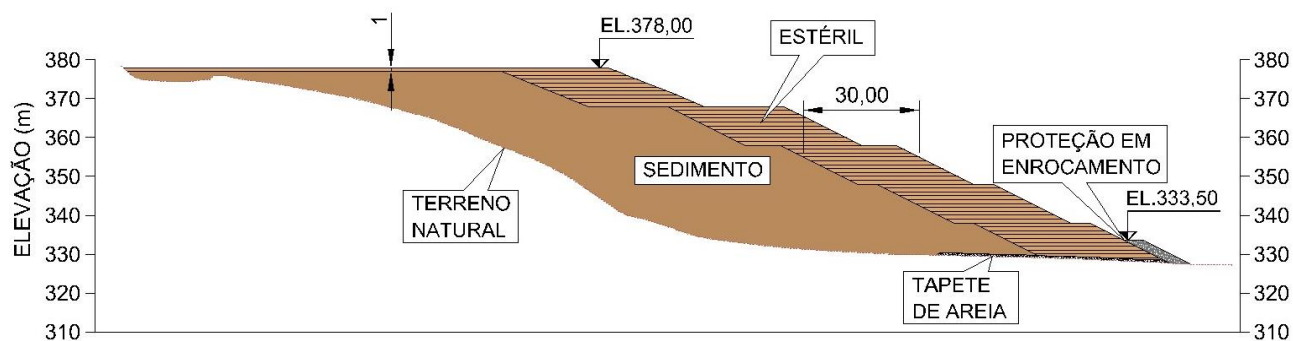


Figura 49 - Perfil transversal da estrutura – Seção B

ANÁLISE DE ESTABILIDADE

Os taludes da estrutura foram avaliados seguindo-se as recomendações da norma técnica brasileira de estabilidade de taludes/encostas – NBR 11.682 (ABNT, 2009). Segundo a norma, 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.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Dessa maneira, para a área de estudo tem-se nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas baixo, e nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais alto, resultando em um fator de segurança mínimo de 1,40.

Com relação à superfície freática, foram consideradas três situações:

- Situação atual da área de estudo, com reservatório da UHE na elevação 315,00 m;
- Situação futura da área de estudo, quando da retomada de operação da UHE, com reservatório na elevação 327,50 m;
- Situação futura crítica da área de estudo, com nível do reservatório na El. 333,39 m, o qual é resultante do trânsito de cheias para um período de retorno de 10.000 anos, considerando a implantação do Barramento C na El. 322,00 m, com seu reservatório cheio;
- Condição de rebaixamento rápido do reservatório da usina, considerando o pior cenário, entre as elevações 333,39 m e 322,00 m (cota Barramento C).

Salienta-se que a condição de rebaixamento rápido da lâmina d'água foi avaliada seguindo-se as recomendações da norma NBR 13.028 (ABNT, 2006), que estabelece fator de segurança mínimo de 1,10.

A seção adotada para as análises de estabilidade foi aquela considerada representativa da estrutura, e mais crítica, por ser a de maior altura.

Cabe salientar que a discriminação adotada para os materiais (sedimentos e estéril) foi estabelecida conforme premissa de projeto, considerando camadas de 30,0 m de largura de estéril, de crista a crista, com altura variável. Portanto, os sedimentos ocuparão o volume remanescente do empilhamento.

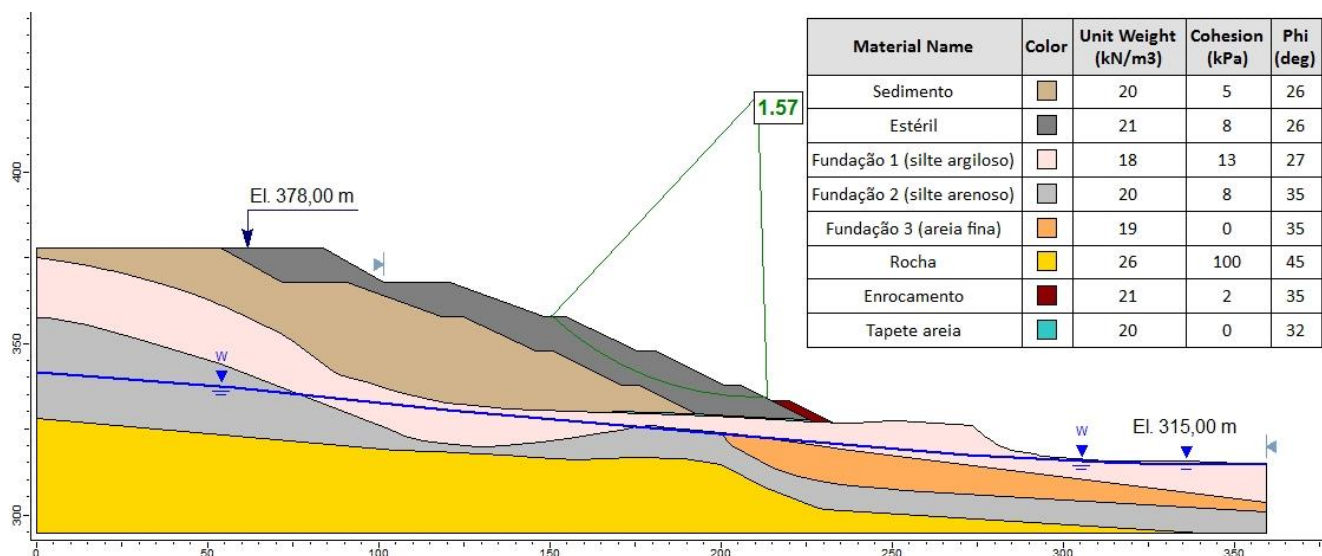


Figura 50 - Análise de estabilidade – Situação atual (N.A. El. 315,00 m)

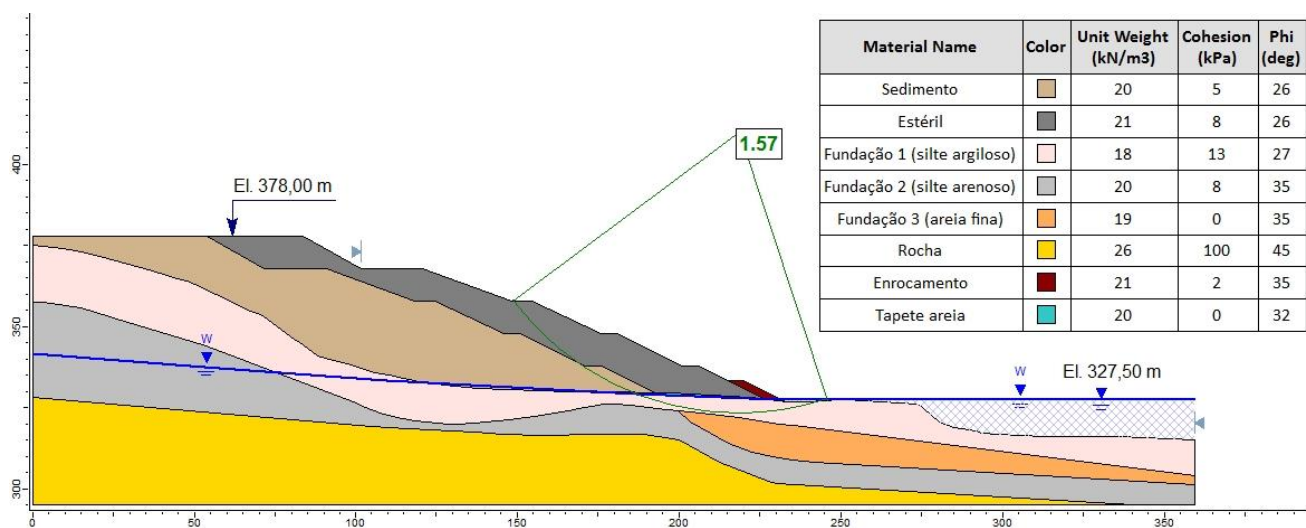


Figura 51 - Análise de estabilidade – Situação futura – Nível Operacional (N.A. El. 327,50 m)

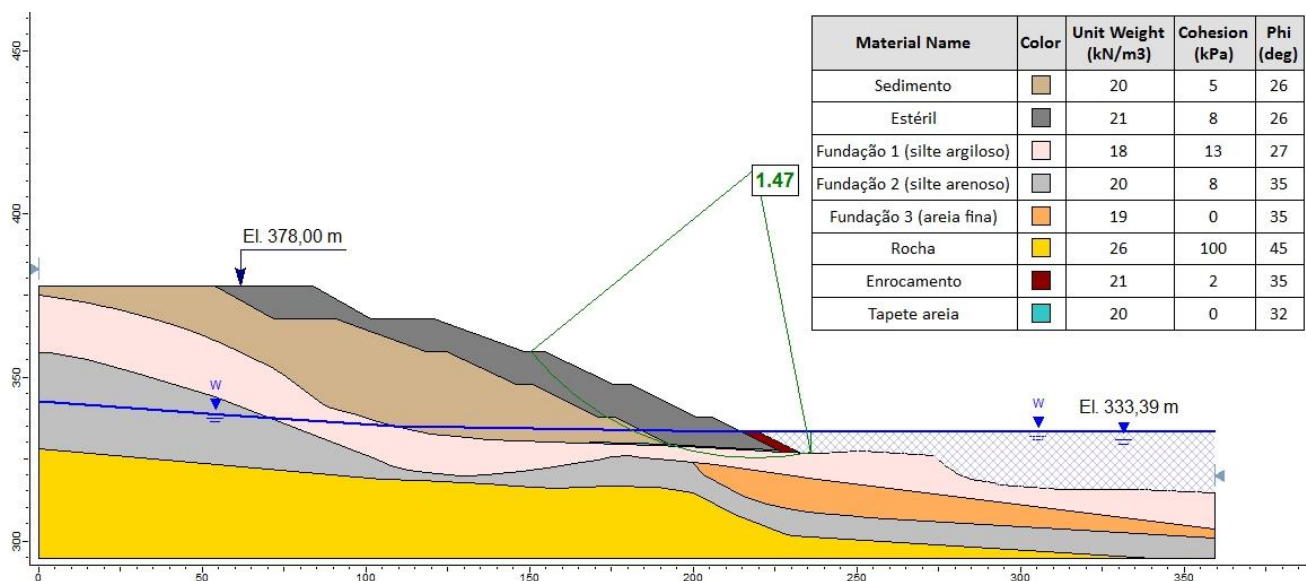


Figura 52 - Análise de estabilidade – Situação futura – Condição crítica (TR 10.000 anos / N.A. El. 333,39 m)

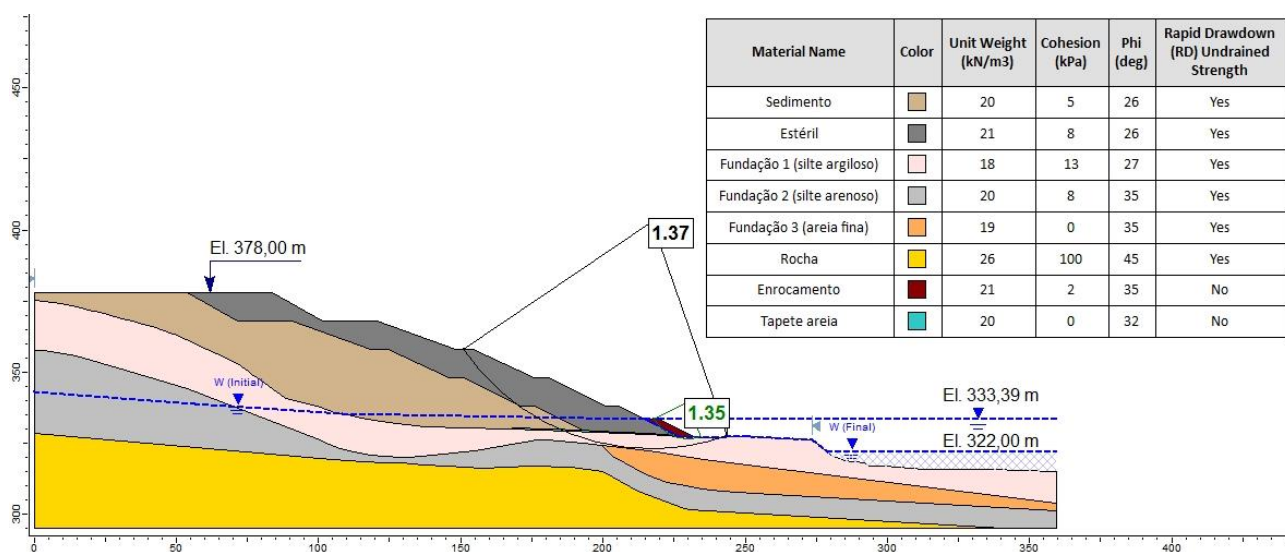


Figura 53 - Análise de estabilidade – Situação de rebaixamento rápido

A partir dos resultados obtidos, pode-se constatar que o empilhamento constituído por sedimentos previamente secos e estéril, sendo a ocupação pelo estéril correspondente a uma largura de 30,00 m, atende aos requisitos mínimos estabelecidos pelas normas técnicas NBR 11.682 (ABNT, 2009) e NBR 13.028 (ABNT, 2006), para todas as condições de contorno avaliadas.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Pelo fato dos taludes de jusante serem compostos por solos argilo siltosos, não é de se esperar que haja carreamento de material quanto do contato da água quando houver o enchimento do reservatório. Entretanto, foi proposto um sistema de drenagem superficial considerando revestimentos de bioengenharia, de forma a promover uma melhor reintegração ao meio ambiente. Quanto à proteção superficial dos taludes e bermas da estrutura, foi proposta a implantação de grama, a fim de permitir o uso futuro da região como pasto.



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

3.13) REQUISITO (28)

Requisito 28 - *Como embasamento, os estudos (hidrodinâmico e hidrosedimentológico) em curso devem apresentar informações técnicas a respeito da possível remobilização do material depositado em setores dentro do complexo da hidrelétrica quando do posterior enchimento do reservatório, para fins de definição do manejo de rejeitos. Informar como o material será estabilizado em cada setor e qual o prazo para desmobilização e encerramento de atividades em cada uma dessas áreas.*



ADENDO AO PLANO DE TRABALHO UHE RISOLETA NEVES – CANDONGA

Em resposta ao requisito acima, serão desenvolvidos estudos hidrossedimentológicos, englobando a análise e traçado de curvas-chaves de sedimentos e a estimativa da descarga sólida total afluente e defluente ao reservatório. Esses estudos serão realizados a partir dos registros históricos da rede de monitoramento fluviométrica e sedimentométrica existente na bacia do rio Doce, operada pela Agência Nacional de Águas – ANA - e pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM. Quando possível, também serão utilizadas, em caráter complementar, informações disponibilizadas pela rede de monitoramento quali-quantitativa operada pela SAMARCO/RENOVA.

Tais informações serão incorporadas a um modelo de simulação computacional para análise dinâmica do transporte de sedimentos no trecho de interesse. Por meio desses estudos será possível realizar o balanço de massas dos sedimentos afluentes e defluentes ao reservatório, bem como avaliar a dinâmica de deposição ao longo de toda a sua extensão.

O referido estudo será apresentado em 31/10/2017.