



Setembro, 2016

PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS

RELATÓRIO DE DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO

Preparado para:

Samarco Mineração S/A

RELATÓRIO

Número do Relatório: RT-E-26-004_159-515-2282_01-B / G006900-G-1RT102_R-01

Distribuição:

1 cópia - Samarco Mineração S/A

1 cópia - Golder Associates Brasil Consultoria e
Projetos Ltda.





Registro da Versão

Descrição	Versão	Data de Envio	Modo de Envio
Emissão Inicial	0	26/08/2016	GRD/FTP
Atendimento Comentários Samarco	1	27/09/2016	GRD/FTP

ÍNDICE

1.0	INTRODUÇÃO	1
2.0	OBJETIVO	1
3.0	FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA	2
3.1	Estudos Geomorfológicos, Hidrodinâmicos e Hidrosedimentológicos	2
3.2	Estudos Geoquímicos	4
4.0	CARACTERIZAÇÃO DO CARÁTER EMERGENCIAL DA OBRA	5
5.0	AVALIAÇÃO ALTERNATIVAS TÉCNICAS, OPERACIONAIS E LOCACIONAIS	6
5.1	Alternativas Técnicas e Operacionais	6
5.2	Alternativas Locacionais	19
5.2.1	Descrição de trechos fluviais geomórficos pós-rompimento	19
5.2.2	Áreas prioritárias	20
6.0	CARÁTER TEMPORÁRIO DA OBRA	23
7.0	DETALHAMENTO DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO/ INTERVENÇÃO	23
7.1	Metodologia	23
7.2	Premissas e Critérios de Projeto	24
7.2.1	Reconformação de calhas e margens	24
7.2.2	Controle de processos erosivos	24
7.3	Seções Tipo	25
7.4	Planícies de Inundação	25
7.5	Etapas da Construção	26
8.0	CRONOGRAMA DAS OBRAS	26
9.0	EQUIPE TÉCNICA	27
10.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

TABELAS

Tabela 1: Alternativas para regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos	6
Tabela 2: Avaliação de alternativas de reconformação de calhas e margens e controle de processos erosivos	13
Tabela 3: Descrição dos parâmetros de trecho fluvial geomórfico	19
Tabela 4: Áreas prioritárias recomendadas e atividades de recuperação	21
Tabela 5: Equipe Técnica	27

FIGURAS

Figura 1: Áreas prioritárias..... 22

ANEXOS

Anexo A

Relatório Fotográfico

Anexo B

Desenhos seções tipo

Anexo C

Cronograma preliminar



1.0 INTRODUÇÃO

A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. (Golder) foi contratada pela Samarco Mineração S.A. (Samarco) para prestar serviços de recuperação ambiental relacionados à ruptura da barragem de rejeitos de Fundão, localizada no Complexo Industrial de Germano, no município de Mariana - MG.

Em 07 de novembro de 2015, um volume estimado em cerca de 32 Mm³ (milhões de metros cúbicos) de rejeitos e água, que representaram aproximadamente 58% de um total de 55 Mm³ de materiais contidos na barragem de Fundão, foi liberado quando do rompimento da barragem. Com o aprofundamento dos estudos geomorfológicos atrelados a uma série de esforços empreendidos em campo, estes números foram revisados para aproximadamente 43,8 Mm³ até junho de 2016 (Golder, 2016). A barragem de água de Santarém, localizada imediatamente a jusante da barragem de Fundão, sofreu então um galgamento e o material liberado fluiu através do curso do córrego Santarém, adentrando em seguida o rio Gualaxo do Norte, que deságua no rio do Carmo, que por sua vez é tributário do Rio Doce.

Ao longo do caminho de escoamento dos rejeitos, solos, vegetação e outros materiais foram arrastados, resultando em uma mistura de rejeitos, solos e detritos vegetais e antrópicos que foram depositados ao longo das planícies de inundação, das margens e calhas destes cursos d'água e seus tributários, quando a onda de sólidos e água teve sua velocidade de deslocamento reduzida em certos trechos.

O presente relatório apresenta as medidas previstas para a regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves.

2.0 OBJETIVO

O objetivo geral do presente trabalho é apresentar as diretrizes gerais de projeto para a regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves. Este é o primeiro passo no processo de recuperação ambiental dos rios principais que será complementado posteriormente com o plantio de espécies nativas para recomposição da mata ciliar.

Este relatório tem como objetivo específico o atendimento aos requisitos dispostos na Cláusula 160 e seu Parágrafo único, do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC), conhecido como Acordo Macro, estabelecido entre a Samarco e seus acionistas e entidades governamentais nos âmbitos federal e estadual de Minas Gerais e Espírito Santo.

A cláusula 160 estabelece que *“Deverá ser feita pela FUNDAÇÃO¹ a regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos Rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves, a ser aprovado pelos ÓRGÃOS AMBIENTAIS, com conclusão até o último dia útil de dezembro de 2017”*.

A Cláusula 160 é parte integrante da Seção II do TTAC, intitulada “Restauração Florestal e Produção de Água”, Subseção II.1 - “Programa de recuperação da ÁREA AMBIENTAL² nos municípios de Mariana, Barra Longa, Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado, incluindo biorremediação, englobando as seguintes medidas de cunho reparatório”.

O parágrafo único da cláusula 160 remete à cláusula 151 que determina: Caberá à FUNDAÇÃO realizar o manejo de rejeitos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, conforme resultados decorrentes dos estudos previstos neste programa, bem como considerando os fatores ambientais, sociais e econômicos da região.

¹ FUNDAÇÃO: fundação de direito privado, sem fins lucrativos, atendidos os requisitos da lei, a ser instituída pela SAMARCO e pelas ACIONISTAS com o objetivo de elaborar e executar todas as medidas previstas pelos PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS e PROGRAMAS SOCIOECONÔMICOS

² ÁREA AMBIENTAL 1: as áreas abrangidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, considerando os respectivos trechos de seus formadores e tributários, bem como as regiões estuarinas, costeiras e marinha na porção impactada pelo EVENTO



A Cláusula 151 é parte constituinte da Seção I do TTAC, intitulada “Gestão dos Rejeitos e Recuperação da Qualidade da Água”, Subseção I.1 – “Programa de manejo dos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, considerando conformação e estabilização in situ, escavação, dragagem, transporte, tratamento e disposição englobando as seguintes medidas de cunho reparatório”.

Com o objetivo de otimizar a gestão, o planejamento e a execução de ações a partir de uma visão integral e sistêmica da área diretamente afetada pelo rompimento da barragem de Fundão, bem como das áreas abrangidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, considerando os respectivos trechos de seus formadores e tributários, a Subsecretaria de Regularização Ambiental (SURAM), vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) do Estado de Minas Gerais, estabeleceu Termo de Referência para Apresentação de Comunicação de Obras e Intervenções Emergenciais para a Samarco por meio do ofício SURAM.SEMAD.SISEMA nº 121/16, datado de 28 de julho de 2016. A organização do presente documento seguiu diretrizes estabelecidas no termo de referência estabelecido pela SURAM.

3.0 FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

A fim de subsidiar o “Programa de manejo dos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, considerando conformação e estabilização in situ, escavação, dragagem, transporte, tratamento e disposição” foram realizados os seguintes estudos:

- Estudos geomorfológicos, hidrodinâmicos e hidrosedimentológicos;
- Avaliação dos resultados de investigação geoquímica e aspectos biogeoquímicos;
- Avaliação dos resultados do monitoramento da qualidade de água e sedimentos;
- Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Barra Longa;
- Diretrizes para gerenciamento de rejeitos nas áreas afetadas;

Os estudos citados acima compuseram a “Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão” (GOLDER, 2016), documento preparado em atendimento à cláusula 150 do TTAC, protocolado no IBAMA em julho de 2016.

Apresenta-se a seguir um resumo da fundamentação técnica e das conclusões dos estudos geomorfológicos, hidrodinâmicos e hidrosedimentológicos e dos estudos geoquímicos. Para maiores informações e detalhes sobre as metodologias e os resultados destes estudos, o relatório da “Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão” deverá ser consultado.

3.1 Estudos Geomorfológicos, Hidrodinâmicos e Hidrosedimentológicos

O evento de rompimento da barragem de rejeitos e o fluxo de detritos descarregaram um grande volume de sedimentos na forma de rejeitos de granulometria fina nas planícies de inundações dos rios nos trechos afetados do sistema fluvial do córrego Santarém ao rio Doce. Os rejeitos parecem ter sido depositados como uma manta (p.ex., com espessura de mais de 1 metro) ou uma lâmina (p.ex., com espessura de menos de 1 metro) de material que recobriu o vale subjacente do rio antes do rompimento. Observações iniciais indicam que o canal do córrego Santarém antes do rompimento foi soterrado ou completamente erodido, enquanto os canais dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce parecem ter permanecido relativamente intactos, porém soterrados pelos rejeitos. Em algumas áreas, observou-se que a vegetação ciliar já está se recuperando a partir das raízes remanescentes ao longo das margens dos rios.

Ao longo dos vales de rios afetados em que os sedimentos de granulometria fina (rejeitos) permanecem sem vegetação, observa-se uma rápida erosão superficial causada pela chuva. Esta erosão superficial rápida leva



à liberação de rejeitos finos ao rio. A descarga de sedimentos finos nos canais de córregos e rios resulta em um aumento na suspensão de sedimentos finos, nos sólidos suspensos totais e na turbidez. Assim, quando chove, pode-se esperar que a turbidez aumente (ou apresente um pico) em resposta ao escoamento superficial e à erosão dos rejeitos nas planícies de inundação, bem como ao aumento da vazão do rio. À medida que a vegetação seja recomposta nas planícies de inundação, esta contribuição de rejeitos finos através do escoamento superficial diminuirá.

Em áreas em que as planícies de inundação permanecem sem vegetação e os sedimentos superficiais consistem de rejeitos finos, tais rejeitos finos sofrem um processo de formação de sulcos (erosão superficial) sob a ação da chuva. Os rejeitos finos recobrem os solos subjacentes das planícies de inundação pré-rompimento. Esta ausência de vegetação sobre rejeitos depositados nas planícies de inundação e expostos, bem como o desenvolvimento de sulcos, gera condições em que um grande volume de sedimento fino pode ser rapidamente carregado para o canal. Esta contribuição direta de sedimentos finos provavelmente resultará em um aumento na turbidez, em vista da disponibilidade abundante de rejeitos finos.

Conceitualmente, o efeito global da revegetação de planícies de inundação afetadas, controlando o escoamento superficial em áreas de depósitos de rejeitos expostos e reduzindo a descarga de sedimentos através do córrego Santarém desde a barragem rompida, reduzirá a disponibilidade de sedimentos finos nos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce. Sedimentos finos armazenados nas áreas de planície de inundação estão sendo fixados pela recuperação da vegetação. Tributários que cruzam depósitos de rejeitos mais espessos estão sendo reconstruídos e revestidos para minimizar a erosão. Sedimentos finos atualmente armazenados nos canais ativos de rios e córregos a jusante de Santarém estão sendo removidos, onde viável, e a variação natural da vazão dos rios está transportando parte do material para áreas de armazenagem a jusante (p.ex., fluxo de águas lentas, como em reservatórios) durante eventos de grande descarga. Os processos hidrológicos naturais do rio gradual e eventualmente irão carrear os rejeitos acumulados nos rios e atingirão um estado de equilíbrio similar as condições pré-rompimento. Da mesma forma, os níveis de turbidez associados aos rejeitos diminuirão e serão similares aos outros rios na região.

A estabilização dos rejeitos depositados nas margens através de uma combinação de revestimento, escavação, remoção e revegetação reduzirá a fonte potencial de rejeitos que podem ser reintroduzidos nos rios. A recuperação das planícies de inundação promoverá o armazenamento de longo prazo de rejeitos depositados nas margens e os impedirá de entrar nos canais dos rios em grandes volumes em caso de tempestades. Durante inundações futuras onde o rio acessa as áreas das margens, normalmente com frequência de ocorrência de menos de 1 evento em 20 anos (e.g. 1 evento em 50 anos), existe o potencial de erosão localizada e necessidade de que a revegetação seja realizada novamente. Este potencial é relativamente maior durante os primeiros anos seguintes a revegetação, já que a cobertura vegetal não está plenamente desenvolvida ou não atingiu a maturidade. Sob estas condições de desenvolvimento vegetativo, a resistência das planícies de inundação (e, por conseguinte, rejeitos depositados a partir da inundação) quanto ao fluxo de água e erosão tenderá a ser mais baixa permitindo alguma erosão. No entanto, durante eventos de grande inundação, normalmente superior a 1 no período de retorno de 20 anos, a velocidade da água na margem, no geral, tende a ser mais baixa e comumente depositar uma camada de sedimento por cima de solos existentes. A deposição nas margens pode resultar na gradual sedimentação dos rejeitos. Em algumas áreas, aspectos hidráulicos localizados podem resultar em processos erosivos nas margens e mobilizar rejeitos de áreas já sujeitas a revegetação.

Os diques construídos no córrego Santarém inicialmente conterão o suprimento de sedimentos finos, mas reduzirão também a descarga de sedimentos do leito fluvial para os rios a jusante. Isto pode resultar em mudanças significativas no longo prazo nas características do leito fluvial, pelo menos até depois da confluência dos rios Gualaxo do Norte e Paciência. A revegetação das planícies de inundação do rio Gualaxo do Norte e rio Doce, nos pontos em que elas foram impactadas pela deposição de rejeitos, reduzirá a disponibilidade de rejeitos finos que podem ser mobilizados por escoamento superficial, reduzindo assim a turbidez geral ao longo do tempo.

Conforme estudos geomorfológicos, hidrodinâmicos e hidrosedimentológicos, como resultado do rompimento da barragem de Fundão foi verificado um aumento da carga de sedimentos nos cursos d'água principais, que chegou a até sete vezes quando comparada às condições anteriores ao rompimento. A partir desse estudo verificou-se também que os rejeitos tendem a erodir a taxas maiores de cerca de 60%, que o solo natural na



mesma condição. Esses fatores explicam o aumento dos níveis de turbidez na água, bem como o aumento da concentração de outros parâmetros associados à presença de material em suspensão, como cor e alguns metais na forma total.

Os resultados da avaliação geomorfológica, hidrodinâmica e hidrosedimentológica confirmaram ainda que é necessária a adoção de medidas visando controlar processos erosivos em rejeitos dispostos no ambiente, e dessa forma reduzir o impacto de qualidade da água associado a sólidos em suspensão, principalmente considerando o próximo período chuvoso. Foram definidas áreas prioritárias para ações de controle de erosão, que irão requerer o manejo de rejeitos de forma localizada (vide seção 5.2.2). Os resultados dessa avaliação não sugerem que haja necessidade de remoção de rejeitos em larga escala, visto que ações de contenção ou estabilização devem ser suficientes para se atingir condições aceitáveis em relação à mitigação dos impactos associados a alterações morfológicas.

3.2 Estudos Geoquímicos

Após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão na Unidade Industrial de Germano, em 05 de novembro de 2015, foram coletadas 310 amostras para testes geoquímicos com intuito de fornecer suporte para a tomada de decisões relativas ao manejo dos rejeitos liberados. A coleta de amostras ocorreu durante a investigação de campo, entre 23 de janeiro e 12 de abril de 2016. Foram amostrados rejeitos (4 amostras), materiais sólidos coletados nas pilhas de Barra Longa (2 amostras), *baseline* solo (35 amostras), *baseline* sedimento (20 amostras) e sedimentos e solos afetados pela deposição de rejeitos (i.e., rejeitos misturados, solos e sedimentos coletados do fluxo de detritos a jusante da barragem que se rompeu – 249 amostras), totalizando 310 amostras. Os locais de coleta de amostras incluíram a barragem de rejeitos de Germano (o que representa o material fonte, uma vez que questões de segurança impediram a coleta de amostras na barragem de rejeitos de Fundão) e as áreas afetadas a jusante da barragem de Fundão.

O programa de testes geoquímicos foi executado em duas fases. Os objetivos do programa geoquímico Fase I foram: 1) caracterizar o rejeito fonte; 2) determinar a composição química das misturas de solo e sedimentos depositadas nas drenagens a jusante da barragem de rejeitos de Fundão; e 3) classificar os rejeitos e os solos e sedimentos em função das normas regulatórias aplicáveis a solos e sedimentos. O programa de testes da Fase I incluiu a análise de todas as amostras em termos de distribuição granulométrica, composição química e, para um subconjunto de amostras, balanço ácido-base para determinar as características físicas e químicas do material fonte, e dos materiais afetados.

O programa Fase II visou determinar a estabilidade química (i.e., potencial de mobilização de metais a partir da fase sólida para a fase aquosa) dos rejeitos e solos e sedimentos afetados. Os resultados do programa Fase II foram utilizados para avaliar o potencial de mobilização de metais que resultassem em excedências dos padrões brasileiros de qualidade da água aplicáveis, no curto prazo (meses a anos) e no longo prazo (anos a décadas). Foram realizados testes geoquímicos em um subconjunto de 50 amostras, selecionadas com base nas características espaciais e de composição dos materiais, em função dos resultados dos testes da Fase I. O programa de análise compreendeu vários testes de lixiviação de curto prazo, incluindo testes relevantes em termos regulatórios (ABNT NBR 10.005/2004 – Lixiviação e ABNT NBR 10.006/2004 – Solubilização), testes para avaliar o potencial de mobilização de metais na água do rio e água do mar, e testes para avaliar o potencial de mobilização de metais sob diferentes condições de pH. Análises mineralógicas foram executadas para identificar os hospedeiros mineralógicos de metais em cada amostra, sendo os resultados de extração sequencial usados para confirmar a associação de metais com frações mineralógicas definidas operacionalmente e o potencial de mobilização de metais a partir destas frações. Por fim, foram iniciados testes cinéticos (i.e., testes em célula úmida e testes em coluna inundada) como parte do programa Fase II, visando determinar o potencial de mobilização de metais no longo prazo, sob condições atmosféricas e inundadas, respectivamente. Estes testes ainda estavam sendo executados na data de preparação deste relatório.



As principais conclusões do programa de caracterização geoquímica foram as seguintes:

- O estudo geoquímico foi baseado em amostras que são representativas, tanto em termos espaciais como do ponto de vista da composição, dos materiais presentes nas regiões afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão;
- Os rejeitos possuem a mais baixa reatividade dentre os materiais analisados no conjunto de dados geoquímicos, devido ao fato de que eles consistem de fases minerais insolúveis. Os rejeitos geralmente contêm as menores concentrações de metais-traço, não resultando em nenhum parâmetro excedente em relação aos padrões para solo;
- Os *baseline* sedimentos e solos contêm algumas das maiores concentrações de metais-traço no conjunto de dados geoquímicos. Uma maior proporção de fases minerais solúveis encontra-se presente nos *baseline* sedimentos e solos, fazendo com que os materiais *baseline* frequentemente excedam os critérios regulatórios;
- Os solos e sedimentos afetados pela deposição de rejeitos constituem uma mistura química e fisicamente heterogênea de solos e/ou sedimentos e rejeitos, contendo elevadas concentrações de muitos metais em relação aos critérios regulatórios. As concentrações elevadas derivam do componente *baseline* solo/sedimento das misturas;
- A mistura do rejeito com solos e sedimentos naturais resulta em material com concentrações de metais-traço mais baixas que as verificadas nos materiais *baseline* para muitos casos;
- Os rejeitos, *baseline* solos e sedimentos, e solos e sedimentos afetados pela deposição de rejeitos são tipos de materiais para os quais algumas amostras são classificadas como Classe IIA devido ao fato de excederem o padrão de solubilização da Norma ABNT 10.004/2004 para Fe, Mn e Al;
- Os resultados de testes de lixiviação e mineralógicos confirmam a presença de fases minerais insolúveis nos rejeitos (i.e., hematita e goethita) e fases minerais mais solúveis nos solos/sedimentos (i.e., (hidr)óxidos de Fe/Mn redutíveis);
- Os resultados dos testes de lixiviação e mineralógicos confirmam o sequestro de metais-traço nas fases minerais insolúveis dos rejeitos, enquanto a proporção de metais-traço em solos e sedimentos ocorre geralmente em frações minerais mais lábeis;
- A qualidade da água do rio é controlada pelo comportamento de dissolução/sorção dos solos/sedimentos naturais; os rejeitos não contribuem para mobilização adicional de metais;
- Com base numa avaliação de triagem, a mobilização de metais a partir dos rejeitos não constitui uma preocupação do ponto de vista biogeoquímico.

4.0 CARACTERIZAÇÃO DO CARÁTER EMERGENCIAL DA OBRA

Desde o evento da ruptura, estão sendo feitos esforços para estabilizar as margens dos rios e minimizar a erosão, incluindo: a revegetação inicial das planícies de inundação com espécies de crescimento rápido; conformação de margens e planícies e contenções localizadas com enrocamento em áreas de erosão ativa (ex: parte externa das curvas). Estas ações foram executadas em caráter emergencial pela Samarco.

As estimativas realizadas no âmbito dos estudos geomorfológicos, hidrodinâmicos e hidrosedimentológicos (GOLDER, 2016) indicam que a deposição de material resultante da ruptura (rejeitos e sedimentos) ocorreu da seguinte maneira na área de estudo local que vai do dique S3, construído no córrego Santarém a montante de Bento Rodrigues, e o reservatório de Candonga:

- 11,2 milhões de m³ de material estão depositados nas planícies de inundação;
- 2,8 milhões de m³ de material estão depositados nos canais dos cursos d'água;
- 10,5 milhões de m³ de material estão depositados no reservatório de Candonga.



Como o material depositado tem sido erodido e carregado para os cursos d'água contínua e progressivamente, faz-se necessário conter os processos erosivos o quanto antes a fim de minimizar os impactos do carregamento de sedimentos na qualidade da água. Daí resulta o caráter emergencial das obras aqui propostas.


Além disso, a cláusula 160 do TTAC determina que a regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves deverá ser concluída até o último dia útil de dezembro de 2017.

5.0 AVALIAÇÃO ALTERNATIVAS TÉCNICAS, OPERACIONAIS E LOCACIONAIS

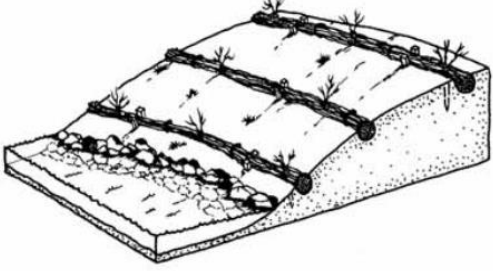
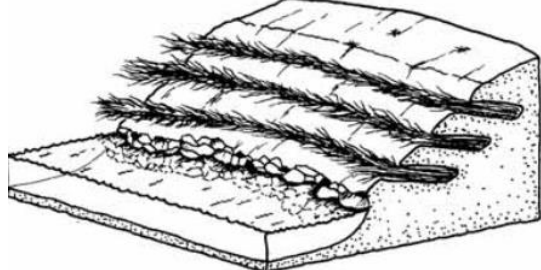
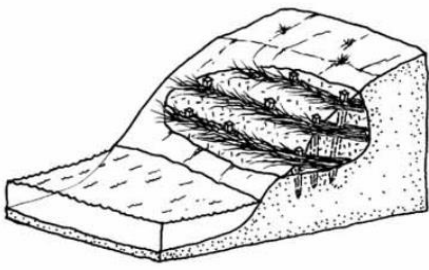
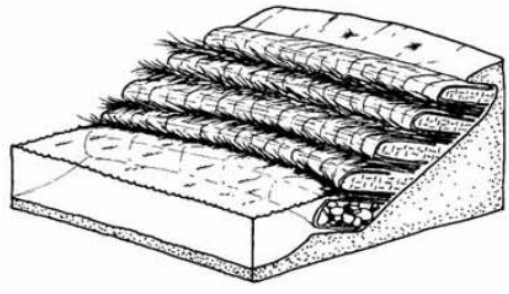
5.1 Alternativas Técnicas e Operacionais

A avaliação de alternativas técnicas para a regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos seguiu o mesmo princípio adotado para as obras nos tributários onde foram avaliadas diferentes técnicas de proteção de canais incluindo métodos de engenharia tradicional e técnicas de bioengenharia. As alternativas de regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos estadas são apresentadas na **Tabela 1**.

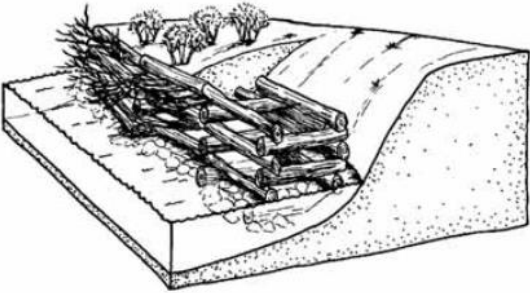
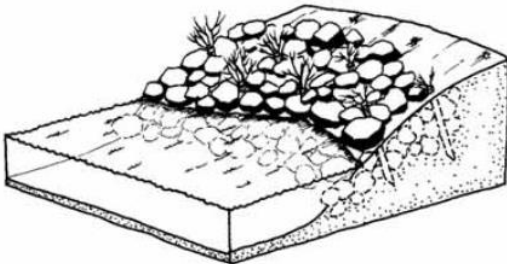
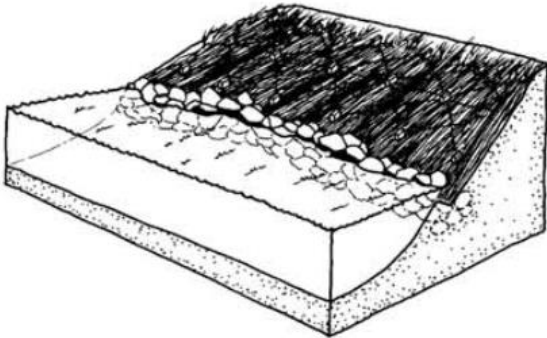
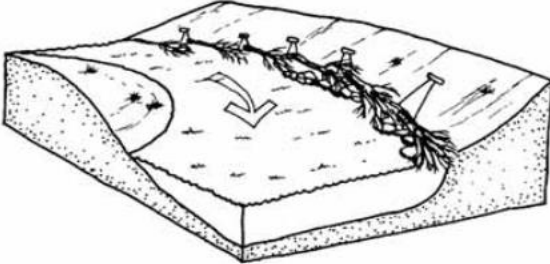
Tabela 1: Alternativas para regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos.

Opção	Descrição	Croquis/figura
Opção A: Enrocamento	O uso de pedra para proteção e estabilização de margens é uma solução com resultados comprovados, amplamente utilizada no Brasil (Brighetti 2001) e ao redor do mundo (USACE 1994; Baird & Fotherby 2015).	 Minnesota Department of Agriculture (2016)
Opção B: Estacas vivas	Essa opção envolve o estaqueamento de estacas vivas com raízes ou galhos nas margens do curso d'água. A erosão da margem vai diminuir graças ao crescimento das raízes que agregam os solos das margens e uma vegetação estabelecida na superfície que vai reduzir a energia do fluxo	 Li and Edelman (2002)


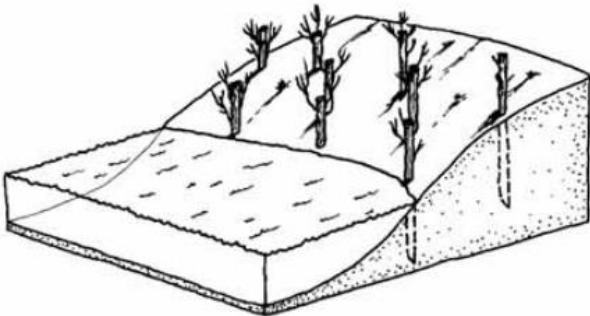
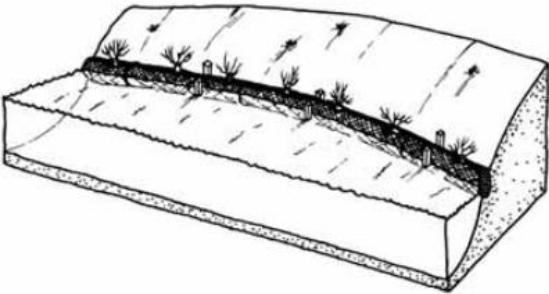



Opção	Descrição	Croquis/figura
Opção C: Live Fascines / feixes de galhos	Essa opção envolve estacas vivas com raízes ou galhos cortados que são amarrados em fardos cilíndricos e inseridos nas margens do curso d'água em valetas rasas, instaladas perpendicularmente à inclinação da margem, atuando como barreiras de contenção reduzindo a velocidade do escoamento laminar na encosta.	 Li and Edelman (2002)
Opção D: Brush Layering/ camada de ramos (ramos vivos intercalados com camadas de terra) ou vassouras	Essa opção envolve estacas vivas de espécies arbustivas amarradas juntas, instaladas de forma parcialmente sobreposta entre camadas de solo. Essa colocação sobreposta de galhos e solo corre perpendicularmente à inclinação da margem. Os galhos que despontam para fora da superfície da encosta aumentam a rugosidade e reduzem a velocidade de escoamento	 Li and Edelman (2002)
Opção E: Branchpacking / empacotamento de ramos (estaca de madeira, aterro compactado, ramos vivos)	Essa opção utiliza uma combinação de <i>brushlayering</i> fixado nas margens do curso d'água com estacas de madeira, colocadas entre camadas de aterro compactado. Essas camadas de galhos/mato e aterro compactado correm perpendicularmente à encosta. Essa opção é mais indicada para áreas diretas de depressões nas margens do curso d'água	 Li and Edelman (2002)
Opção F: Solo envelopado	Essa opção envolve a criação de camadas de estacas vivas intercaladas com camadas de terra envolvidas em geotexteis naturais ou sintéticos. Camadas múltiplas são colocadas perpendiculares à encosta	 Li and Edelman (2002)



Opção	Descrição	Croquis/figura
Opção G: Live Cribwall / paliçada de toras	Essa opção envolve a colocação de toras/mourões sem tratamento em estruturas intertravadas formando caixotes, ao longo do pé da margem do curso d'água. As estruturas tipo caixote são preenchidas com camadas de material de aterro adequado junto com estacas vivas com raízes, estendendo para dentro da margem	 <p>Li and Edelman (2002)</p>
Opção H: Enrocamentos plantados	Essa opção é uma combinação de enrocamento com estacas vivas colocadas nas juntas ou aberturas para permitir o restabelecimento da vegetação	 <p>Li and Edelman (2002)</p>
Opção I: Brushmattress/ colchão de galhos	Essa opção envolve estacas vivas e galhos instalados paralelamente à direção do caimento do talude da margem, para formar um colchão. Este colchão pode ser afixado com ancoras ou grampos. As estacas vivas e galhos são chavetados no pé da encosta da margem em valeta rasas revestidas com pedras	 <p>Li and Edelman (2002)</p>
Opção J: Revestimento com árvores	Essa opção envolve amarrar árvores mortas inteiras e ancorá-las no pé da margem	 <p>Li and Edelman (2002)</p>



Opção	Descrição	Croquis/figura
Opção K: Log and Rootwad Revetment/ Revestimento com troncos e raízes	Essa opção promove o estabelecimento de habitats de animais silvestres e peixes através da ancoragem de toras e chumaços de raízes no pé da encosta da margem	 Li and Edelman (2002)
Opção L: Dormant Post-Plantings/ Dormentes vivos	Essa opção envolve a colocação de dormentes vivos na encosta da margem em uma configuração organizada, cobrindo toda a superfície	 Li and Edelman (2002)
Opção M: Retentores de Sedimentos/ rolos de fibra de coco	Essa opção envolve o uso de fibras naturais amarradas para formar um objeto cilíndrico. Os rolos são ancorados ou estaqueados no pé interno da margem do curso d'água	 Li and Edelman (2002)
Opção N: Biomantas	Essa opção envolve o uso de materiais orgânicos biodegradáveis e ajuda o estabelecimento de vegetação nas encostas das margens ou no leito dos riachos. A manta é feita de fibra de coco ou palha costurada com uma rede de polipropileno.	 Nilex (2016)



Opção	Descrição	Croquis/figura
Opção O: Geotubos	<p>Essa opção envolve tubos feitos de material geotextil preenchidos com sedimentos. Os tubos são colocados em paralelo à direção do fluxo ao longo do curso d'água, seja no alto da margem ou então no pé da encosta da margem. Os tubos podem ser empilhados para fornecer maior profundidade de proteção contra erosão ou cobertos com aterro para permitir o estabelecimento de vegetação.</p>	 <p>Tencate Geosynthetics (2016)</p>
Opção P: sacos de solo-cimento	<p>Essa opção envolve uma combinação de uma mistura de terra seca (ou rejeitos depositados) com cimento, colocada em um saco geotextil de poliéster com proteção UV, ou solução similar. Os sacos com solo cimento ficarão curados e praticamente virarão pedra. Os sacos são colocados manualmente e empilhados nas encostas da margem para proteção contra erosão.</p>	 <p>RediRock (2016)</p>
Opção Q: Gabiões	<p>Essa opção envolve o uso de gaiolas de tela de aço preenchidas com pedras e colocadas uma junto da outra para criar um colchão cobrindo grandes áreas da margem da encosta que necessitam de proteção contra erosão. Os gabiões são uma opção robusta para proteção contra erosão e comportam um recalque diferenciado</p>	 <p>Maccaferri (2016)</p>



Opção	Descrição	Croquis/figura
Opção R: Geocélulas	Essa opção é versátil e oferece diversas configurações para proteção contra erosão. Uma configuração usa geotextil de fibra de polipropileno ou polietileno moldado em formato de colméia, criando um sistema de confinamento celular que tem condições de cobrir a superfície toda da encosta da margem. O material de preenchimento pode variar, desde brita a solos nativos	
Opção S: Spray polímero elastomérico	Essa solução envolve uma mistura de uma proporção pré-determinada de componentes de polímero e endurecedor. A solução é jateada dentro de uma superfície escavada aberta, comparável a uma superfície de curso d'água, e cria uma superfície consolidada e impermeável.	 Diamondguard (2016)
Opção T: Plantio	Essa opção envolve o plantio de vegetação para estabilizar o solo da margem. Além do mix de gramíneas e leguminosas já utilizados na revegetação inicial de crescimento rápido, foi considerado o uso do capim Vetiver, por ser perene e possuir sistema de enraizamento profundo que ajuda a estabilizar as margens.	 Deflor (2016)



Opção	Descrição	Croquis/figura
Opção U: Coberturas submersas	Essa opção fornecer uma barreira composta de solo e/ou qualquer outro material especificado colocado por cima de resíduos ou rejeitos, impedindo que os mesmos se espalhem mais amplamente no ambiente ao redor	<p>Palermo and Reible (2011)</p>

A avaliação das vantagens e desvantagens de cada alternativa é apresentada na **Tabela 2**. As vantagens e desvantagens de cada tipo são comparadas com os critérios adotados na tomada de decisão, inclusive os objetivos do plano de recuperação ambiental, bem como os custos construtivos e produtividade e a complexidade na construção. A avaliação está apresentada da seguinte forma:

- **Vermelho** indica que o tipo de solução não é aceitável ou viável para um dado critério, ou então que as desvantagens da opção são maiores do que as vantagens.
- **Laranja** indica que um tipo de solução é aceitável e/ou viável mas não é o mais recomendável para um dado critério, ou então que as desvantagens e vantagens não fornecem uma comparação decisiva.
- **Verde** indica que o tipo de solução é preferido para um dado critério, ou então que as vantagens são maiores do que as desvantagens.



RELATÓRIO DE DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO

Tabela 2: Avaliação de alternativas de reconformação de calhas e margens e controle de processos erosivos.

Crítérios	Recuperação do habitat	Proteção contra erosão	Custos e produtividade	Complexidade na construção
Tipo A: Enrocamento	Fornecer uma sólida fundação para a construção de componentes favorecendo o habitat de peixes no leito do canal.	Solução comprovadamente eficaz globalmente para proteção contra erosão de cursos d'água	Os custos de material são baixos, se houver uma fonte local de fornecimento de pedras. Os custos podem aumentar dependendo da distância de transporte e acessibilidade ao local.	Colocação rápida e fácil com equipamento de construção.
Tipo B: Estacas vivas	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio.	Proteção adequada contra erosão uma vez que a vegetação tenha se estabelecido. Entretanto, não fornece nenhuma proteção contra erosão até que a vegetação se estabeleça.	Os custos de material são baixos. Exige mão de obra manual, e a instalação pode ser lenta. Os custos dependerão da duração da construção e disponibilidade de mão de obra.	Fácil de instalar com mão de obra manual.
Tipo C: Feixes de galhos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio	Proteção adequada contra a erosão uma vez que a vegetação se estabeleça na encosta da margem. Os rolos de galhos atuam como pequenas barragens de contenção e interrompem as superfícies da encosta, reduzindo a velocidade de escoamento laminar. Entretanto, não fornece nenhuma proteção contra erosão até que a vegetação se tenha estabelecido.	Os custos de material são baixos. Exige o uso de equipamento de construção para fazer as valetas e mão de obra manual para a colocação dos feixes de galhos. Tem um potencial de exigir mão de obra intensiva, e o prazo de construção depende da disponibilidade de trabalhadores.	Causa uma mínima perturbação no local se instalado corretamente na encosta da margem, já que as valetas são rasas.
Tipo D: Brush Layering/ camadas de galhos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio	Fornecer proteção contra erosão imediatamente após instalação, já que as estacas vivas despontam da encosta da margem. A velocidade de escoamento laminar	Os custos de material são baixos, mas exige algum uso de equipamento para compactar as camadas de solo e mão de obra manual para a colocação das estacas vivas. Os custos	Mais adequado para preenchimento de encostas. Se construídos em uma encosta de corte, o grau de perturbação é grande. Camadas múltiplas de



RELATÓRIO DE DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO

Critérios	Recuperação do habitat	Proteção contra erosão	Custos e produtividade	Complexidade na construção
		é reduzida através do aumento da rugosidade na encosta.	provavelmente serão altos e taxa de produtividade baixa.	estacas vivas e camadas de solo podem exigir mão de obra intensiva.
Tipo E: Branchpacking/empacotamento de galhos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida em áreas localizadas onde instalada. Entretanto, a instalação visa a recuperação de depressões existentes, e não seria uma solução contínua ao longo do curso d'água inteiro	Bom método para reforçar o solo somente em áreas localizadas (buracos e depressões existentes, por exemplo). Não é usado diretamente para proteção contra erosão como abordagem proativa, por ser mais de uma natureza reativa.	Os custos de material são baixos, mas exige uso de equipamento para compactar as camadas de solo e mão de obra manual para a colocação dos galhos. Os custos provavelmente serão altos e a taxa de produtividade baixa.	Instalação razoavelmente simples. O equipamento de movimentação de terra precisa ser constantemente móvel devido a áreas selecionadas para construção.
Tipo F: Solo envelopado	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio	Boa proteção contra erosão imediatamente após a instalação, fornecendo estabilidade a longo prazo. Adequado para proteção do pé da encosta e para curvas externas onde são esperadas altas velocidades de fluxo.	Os custos de material são baixos, mas exige uso de equipamento para compactar as camadas de solo e mão de obra manual para a colocação da geomalha. Os custos provavelmente serão altos e a taxa de produtividade baixa.	Acessibilidade de equipamento de construção para movimentação de solo pode ser limitada. Camadas múltiplas de geogrelhas vegetadas exigem mão de obra intensiva.
Tipo G: Cribwall	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e oferece suficiente espaço para esconderijo de peixes devido ao arranjo intertravado tipo caixote.	Boa proteção contra erosão imediatamente após a instalação, fornecendo estabilidade a longo prazo. Adequado para proteção do pé da encosta e para curvas externas onde são esperadas altas velocidades de fluxo.	Os custos de material são baixos, mas exige mão de obra manual intensiva para a construção do cribwall. Os custos provavelmente serão altos e a taxa de produtividade baixa.	A construção pode ser complexa, exigindo mão de obra intensiva para o arranjo de intertravamento.



RELATÓRIO DE DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO

Critérios	Recuperação do habitat	Proteção contra erosão	Custos e produtividade	Complexidade na construção
Tipo H: Enrocamentos plantados	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio	Boa proteção contra erosão imediatamente após a instalação, aumentando com o estabelecimento da vegetação.	Os custos de material são baixos, se houver uma fonte local de fornecimento de pedras. Os custos podem aumentar dependendo da distância de transporte e acessibilidade ao local.	Colocação fácil e rápida com equipamento de construção (pedra) e mão de obra manual (plantio).
Tipo I: Colchão de galhos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio.	Boa proteção contra a erosão imediatamente após instalação. Eficaz em declives 2H:1V ou menos, e capta sedimentos na encosta da margem durante chuvas.	Os custos de material e mão de obra são baixos. Exige equipamento de construção de pequeno porte para ancorar as valetas no pé da margem.	Colocação fácil e rápida com mão de obra manual e equipamento de construção de pequeno porte.
Tipo J: Revestimento com árvores	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural no pé do canal	Protege o pé do canal, e fornece boa proteção contra a erosão imediatamente após instalação. O revestimento com árvores terá uma vida útil limitada, e pode ficar degradado ao longo do tempo.	Os custos de material e mão de obra são baixos. Exige equipamento de construção de pequeno porte para içamento e colocação.	Colocação fácil e rápida com mão de obra manual e equipamento de construção de pequeno porte.
Tipo K: Revestimento com troncos e raízes	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural dentro do canal	Instalado aos poucos, de forma que a proteção do canal não é contínua. As toras e chumaços de raízes possuem vida limitada, e podem ficar degradados ao longo do tempo.	Os custos de material e mão de obra são baixos. Exige equipamento de construção de pequeno porte para içamento e colocação.	Colocação fácil e rápida com mão de obra manual e equipamento de construção de pequeno porte.
Tipo L: Dormentes vivos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio.	Proteção adequada contra a erosão uma vez estabelecida a vegetação. Entretanto, fornece pouquíssima proteção contra a	Os custos de material são baixos. Exige mão de obra manual, e a instalação potencialmente pode ser lenta.	Fácil de instalar com mão de obra manual



RELATÓRIO DE DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO

Critérios	Recuperação do habitat	Proteção contra erosão	Custos e produtividade	Complexidade na construção
		erosão antes do estabelecimento da vegetação.		
Tipo M: Retentores de sedimentos	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural na parte inferior da várzea. O sedimento que desce pela encosta da margem é captado e permite que a vegetação se estabeleça.	Protege o pé do canal, e capta rejeitos depositados e sedimentos que descem a encosta com a chuva e ajuda no estabelecimento da vegetação.	Os custos de material e mão de obra são baixos. A aquisição de rolos de fibra de coco vai depender das quantidades e cronograma de execução. Tem potencial de ser dispendioso..	Fácil de instalar, e causa pouquíssima perturbação local
Tipo N: Biomantas	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural na parte inferior da várzea. O sedimento que desce pela encosta da margem é captado e permite que a vegetação se estabeleça.	Capta rejeitos depositados e sedimentos que descem a encosta com as chuvas e ajuda no estabelecimento da vegetação	Os custos de material e mão de obra são baixos. A aquisição de mantas de fibra de coco irá depender das quantidades e do cronograma de execução. Tem potencial de ser dispendioso.	Fácil de instalar, e causa pouquíssima perturbação local
Tipo O: Tubos de geotextil (Geotubes)	Não é suficiente como método isolado para estabelecer vegetação na área do pé da encosta para recuperar o habitat dos peixes. Precisa ser combinado com outro método para atender os objetivos estabelecidas de recuperação de habitat.	Fornecer boa proteção contra erosão e atua como uma boa barreira física ao transporte de rejeitos depositados e sedimentos que descem a encosta.	O solo para preenchimento é barato, principalmente se os rejeitos podem ser utilizados. A compra de grandes quantidades de tubos de geotextil pode ser dispendiosa. Tradicionalmente, os tubos são preenchidos hidráulicamente, e os custos incluiriam o equipamento necessário para fazer isto.	Exige equipamento pesado para fazer as valas e aterro e colocação dos tubos preenchidos na base da vala. O preenchimento hidráulico dos tubos aumenta o tempo de construção. Acesso e mobilidade de equipamento podem ser restritos.



RELATÓRIO DE DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO

Critérios	Recuperação do habitat	Proteção contra erosão	Custos e produtividade	Complexidade na construção
Tipo P: Sacos com solo cimento	As características sintéticas do cimento podem potencialmente alterar o pH do curso d'água, o que pode resultar na perda de vida aquática. A superfície lisa não fornece condições adequadas para o estabelecimento do crescimento de vegetação. Os sacos também vão sofrer erosão ao longo do tempo e poluir o curso d'água.	Uma vez curado, fornece uma técnica robusta e estruturalmente estável para proteção contra erosão. Entretanto, os sacos empilhados de solo cimento possuem pouca flexibilidade e baixa resistência contra tração.	Os custos de material são baixos, especialmente se forem utilizados rejeitos depositados no local na mistura de solo. Entretanto, a compra de grandes quantidades de cimento e de geotextil trançado de poliéster com proteção UV para os sacos pode ser dispendiosa e a mão de obra intensiva se forem costurados in loco.	Fácil de instalar uma vez que os sacos estiverem preenchidos e fechados. Causa o mínimo de perturbação local. Mão de obra intensiva para costurar os sacos no local se for preciso, preencher os sacos com rejeitos e cimento, e costurar os sacos para fechar, além de empilhar na zona do pé.
Tipo Q: Gabiões	Fornecer condições marginais para a recuperação do habitat de peixes. Entretanto, o uso de pedras menores reduz os vazios usados como esconderijo para peixes, e frequentemente não permite o estabelecimento de vegetação.	Fornecer proteção robusta e estruturalmente estável contra erosão imediatamente após sua instalação, principalmente ao redor de curvas externas dos cursos d'água. Entretanto, a durabilidade das gaiolas de arame é questionável com o decorrer do tempo.	O preenchimento de pedras pode ser obtido no local. A compra de grandes quantidades de cestas de malha de aço, o transporte para o local, o equipamento necessário para encher as gaiolas, e operários para prenderem uma gaiola à outra podem ser dispendiosos.	Exige equipamento de construção para instalação (por ex. içamento mecânico, colocação de preenchimento com pedras. A questão de acesso pode ser um problema. Exige mão de obra muito intensiva.
Tipo R: Geocélulas	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes quando a vegetação se estabelece no material de preenchimento de solo dentro das células. Precisa ser estendido para a parte baixa da área inundável.	Fornecer proteção adequada contra erosão imediatamente após a instalação para a encosta da margem. A proteção aumenta à medida que a vegetação se estabelece.	Grandes quantidades de solo de preenchimento podem ser obtidas no local. A compra de grandes quantidades de geocelulas, transporte para o local e o uso de técnicos qualificados para uma instalação correta podem ser dispendiosos.	Exige equipamento de construção pesado (por ex. içamento mecânico, valas para ancorar,). O acesso pode ser um problema. Mão de obra intensiva para mobilização e ancoragem ao longo da encosta da margem.



RELATÓRIO DE DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO

Critérios	Recuperação do habitat	Proteção contra erosão	Custos e produtividade	Complexidade na construção
Tipo S: Spray de polímero elastomérico (Diamondguard)	A superfície lisa não fornece condições adequadas para o estabelecimento do crescimento de vegetação	É comparável com geomembrana já que atua como uma camada impermeável com bom alongamento e propriedades de alta resistência a tração. Altamente eficaz na proteção contra erosão.	A cobertura de grandes áreas com este produto seria muito dispendiosa, além do custo de contratação de técnicos qualificados para aplicar o produto.	Construção teria que ser feita por técnicos treinados. Problemas potenciais com aplicação dependendo das condições climáticas (por ex. chuvas, ventanias).
Tipo T: Plantio (e.g., grama Vetiver)	Fornecer boas condições para a restauração do habitat dos peixes devido ao material natural e a vegetação estabelecida nas margens do rio.	Uma vez que as raízes estejam bem profundas e se formem cercas vivas, é uma boa forma de proteção contra erosão. Os rejeitos depositados e o movimento de sedimentos descendo a encosta serão retidos pelas cercas vivas e impedidos de entrarem no curso d'água.	Os materiais (mudas de raiz nua) são baratos. Os custos dependem da mão de obra, já que o plantio envolve mão de obra intensiva, e do equipamento necessário para ajudar no plantio. A grama vetiver, por exemplo, pode ser bastante cara.	Fácil colocação com mão de obra manual.
Tipo U: Cobertura submersa	Fornecer condições ideais para a recuperação do habitat dos peixes já que a camada superior estaria provida de material natural para promover bioturbação. No entanto, existe o risco de lavagem/ remoção de bioturbação durante eventos mais significativos devido à limitação do estabelecimento de raízes profundas. Isto pode destruir um habitat de peixes que já se teria formado.	Forma eficaz de conter os rejeitos depositados e os sedimentos, já que fornece um isolamento físico.	Grandes quantidades de solo podem ser obtidas no local. Os custos podem ser altos já que é necessário utilizar equipamento pesado de construção para movimentação do solo e sua mistura, e será necessário um plano de gestão de água.	O prazo para construção pode ser longo com a colocação e gerenciamento de camadas sequenciais. Exige um sistema de gestão de água. Mais aplicável para grandes áreas abertas. Acessibilidade a cursos d'água pode ser complicada.



É importante destacar que dado o caráter emergencial das obras e sua grande extensão, soluções com altos custos, baixa produtividade e alta complexidade são fatores limitantes para o seu uso em larga escala. Isto não impede, porém, que sejam utilizadas em pontos específicos. Um bom exemplo disso é a opção N – Gabiões. Embora a avaliação classifique a sua utilização como não aceitável ou viável devido à complexidade da construção, esta opção pode ser aplicável em pontos localizados.

Cabe ressaltar ainda que a combinação de duas ou mais alternativas pode alterar a avaliação feita para cada alternativa individualmente. Por exemplo, o uso de estacas vivas sozinhas (Opção B) não fornece proteção adequada contra erosão, porém quando combinada com outra opção (ex: Opção N – Biomantas) pode ser efetivo no controle dos processos erosivos.

5.2 Alternativas Locacionais

O termo “alternativa locacional” é entendido aqui no sentido de onde aplicar as soluções de regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves.

5.2.1 Descrição de trechos fluviais geomórficos pós-rompimento

No estudo geomorfológico foram delineados 38 trechos fluviais geomórficos, descritos na **Tabela 3**. Para cada trecho fluvial, os parâmetros geomórficos foram extraídos do modelo digital de elevação LIDAR em seções transversais representativas. Os parâmetros registrados incluem a largura do leito normal, sua profundidade, a largura da planície de inundação e a declividade do canal. As áreas das bacias de drenagem foram delineadas para a porção jusante de cada trecho fluvial, enquanto o comprimento do trecho foi medido ao longo da linha de centro do canal.

Tabela 3: Descrição dos parâmetros de trecho fluvial geomórfico.

Nome do Trecho	Rio	Comprimento do Trecho (km)	Área da Bacia de Drenagem (km ²)	Largura do Leito Normal (m)	Profundidade e do Leito Normal (m)	Largura da Planície de Inundação (m)
BFS_01	Gualaxo do Norte	1,47	170,5	28,0	0,89	66
CN_02	Gualaxo do Norte	0,91	171,5	11,5	1,69	15
CF_03	Gualaxo do Norte	3,11	185,5	21,0	1,18	27
NR_04	Gualaxo do Norte	2,23	192,5	24,0	1,14	38
CF_05	Gualaxo do Norte	4,88	201,2	20,5	1,31	27
NR_06	Gualaxo do Norte	4,57	234,9	19,5	0,56	37
CF_07	Gualaxo do Norte	2,88	240,1	22,5	1,56	32
BFS_08	Gualaxo do Norte	4,16	258,8	23,0	1,87	70
NR_09	Gualaxo do Norte	3,04	266,8	20,7	1,24	29
BFS_10	Gualaxo do Norte	5,33	280,3	22,5	2,45	61
BFL_11	Gualaxo do Norte	5,09	294,8	21,0	1,44	99
CN_12	Gualaxo do Norte	0,26	294,9	13,5	1,38	19
BFL_13	Gualaxo do Norte	1,52	302,0	24,5	2,35	96
NR_14	Gualaxo do Norte	0,26	302,1	22,0	1,53	41
BFL_15	Gualaxo do Norte	1,62	307,6	24,0	2,94	116



Nome do Trecho	Rio	Comprimento do Trecho (km)	Área da Bacia de Drenagem (km ²)	Largura do Leito Normal (m)	Profundidade e do Leito Normal (m)	Largura da Planície de Inundação (m)
CF_16	Gualaxo do Norte	0,30	307,7	22,4	2,14	37
BFL_17	Gualaxo do Norte	2,94	319,5	31,5	2,14	116
NR_18	Gualaxo do Norte	0,21	319,5	23,0	2,20	32
BFL_19	Gualaxo do Norte	1,40	320,8	30,0	3,10	157
CN_20	Gualaxo do Norte	0,53	321,1	8,5	1,40	15
CF_21	Gualaxo do Norte	0,63	321,6	10,0	1,70	16
BFS_22	Gualaxo do Norte	1,71	405,4	39,0	2,30	55
NR_23	Gualaxo do Norte	0,37	405,7	19,0	1,28	42
CN_24	Gualaxo do Norte	0,75	411,9	14,0	2,90	25
NR_25	Gualaxo do Norte	0,61	412,4	25,0	1,10	48
BFS_26	Gualaxo do Norte	6,12	423,5	28,0	2,13	57
BFL_27	Gualaxo do Norte	7,41	536,2	31,0	2,11	153
CN_28	Gualaxo do Norte	0,89	536,7	50,0	2,92	61
BFS_29	Gualaxo do Norte	2,52	552,1	30,5	2,11	102
CF_30	Gualaxo do Norte	0,52	552,2	24,0	3,27	32
NR_31	Gualaxo do Norte	0,92	555,8	30,5	2,61	55
BFS_32	Gualaxo do Norte	2,54	561,7	34,0	1,96	104
BFS_BL_33	Rio do Carmo	3,77	2145,2	67,0	2,27	164
CF_34	Rio do Carmo	0,45	2145,5	71,5	1,73	103
BFS_35	Rio do Carmo	6,99	2225,3	67,0	2,26	141
CF_36	Rio do Carmo	8,51	2264,7	62,0	3,73	96
BFS_37	Rio do Carmo	5,97	2282,6	71,0	2,82	139
CF_38	Rio Doce	6,98	8917,0	142,0	2,80	171

Nota: m = metro; km = quilômetro; km² = quilômetros quadrados.

5.2.2 Áreas prioritárias

A fim de estabelecer uma ordem de prioridade para as áreas afetadas, foi desenvolvido um conjunto de princípios orientadores para ajudar na determinação das prioridades. Os princípios orientadores para o estabelecimento das prioridades em termos de locais de restauração e atividades para controlar os rejeitos e, por conseguinte, os sólidos suspensos totais nos rios foram baseados em:

- A recuperação da bacia de drenagem para gestão de sedimentos deve ser realizada a partir da área de drenagem superior para a inferior, de modo que obras executadas não sejam impactadas pelo contínuo influxo excessivo de sedimentos provenientes de pontos a montante (ATKINS *et al.*, 2001);
- Cuidando-se da mecânica de erosão e transporte de rejeitos que gera altos níveis de sólidos suspensos cuida-se da causa dos sólidos suspensos totais. Atividades visando reduzir a contínua erosão excessiva de rejeitos podem ser avaliadas em ordem de prioridade como:
 - Proteger os rejeitos do contato direto com fluxo de água superficial;
 - Remover os rejeitos do contato direto com fluxo de água superficial; e
 - Impedir que os rejeitos entrem em contato com fluxo de água superficial.



- O trabalho deve focar nos maiores volumes de rejeitos armazenados, de montante para jusante; assim, planícies de inundação largas devem ser tratadas antes de planícies de inundação estreitas, com flexibilidade para levar em consideração situações em que, por exemplo, uma planície de inundação ampla esteja situada a uma grande distância a jusante comparada com uma planície de inundação estreita a montante;
- A capacidade de armazenar rejeitos adicionais em áreas de reservatório existentes deve ser considerada de modo a proporcionar uma área pulmão para futuros eventos, dependendo do nível de progresso no tratamento de áreas prioritárias;

A **Tabela 4** apresenta uma recomendação de prioridade de recuperação, tendo como base os resultados das análises geomorfológicas, hidrológicas e hidrosedimentológicas e usando os princípios orientadores apresentados acima.

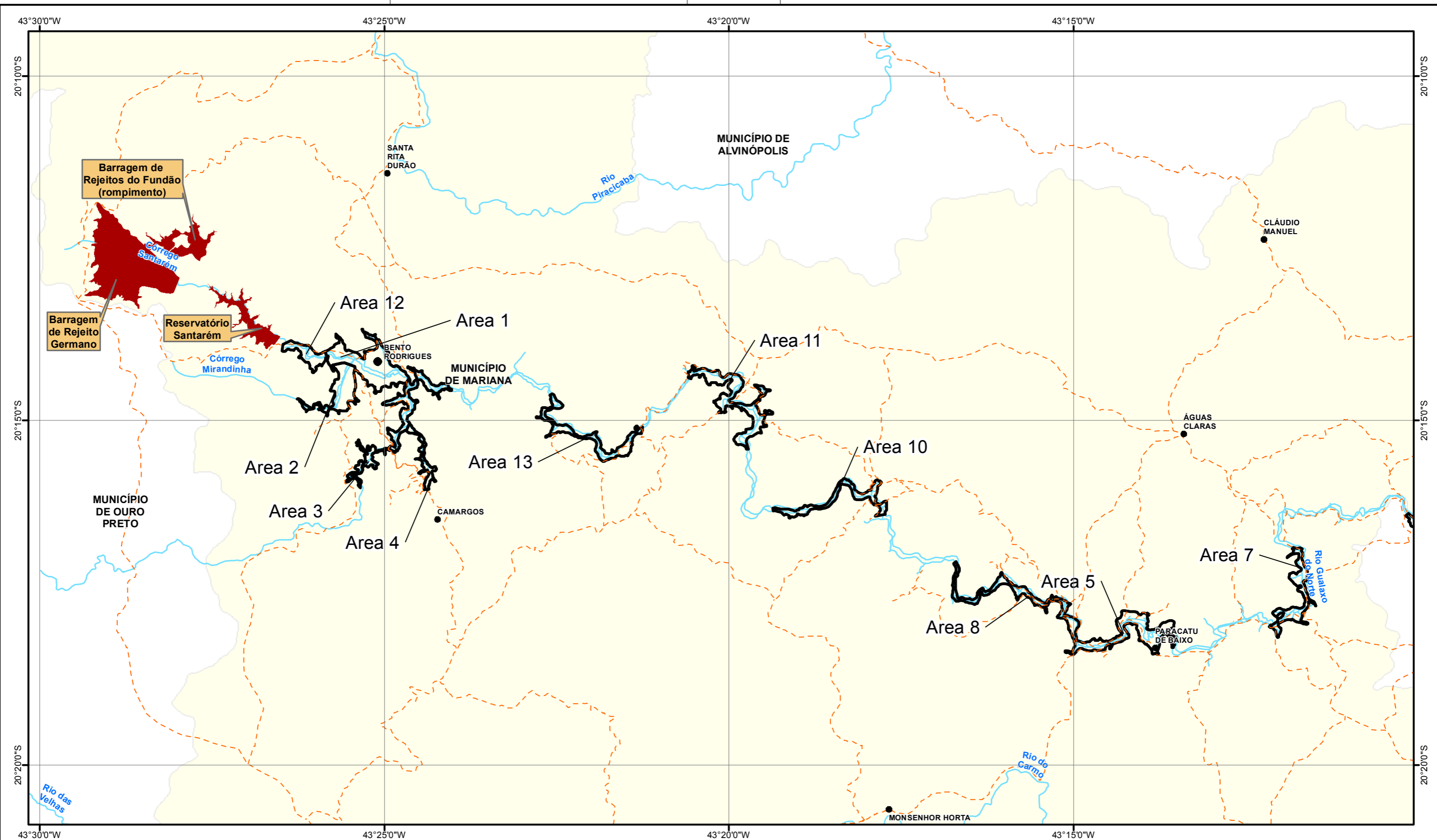
Tabela 4: Áreas prioritárias recomendadas e atividades de recuperação.

Ref.	Áreas Prioritárias
1	Canal e planície de inundação do córrego Santarém, próximo a Bento Rodrigues
2	Canal e planície de inundação do rio Mirandinha
3	Canal e planície de inundação do alto rio Gualaxo do Norte
4	Canal e planície de inundação do rio Camargo
5	Planície de inundação BFL-11 do rio Gualaxo do Norte
6	Planície de inundação BFL-27 do rio Gualaxo do Norte
7	Planície de inundação BFL-17 do rio Gualaxo do Norte
8	Planície de inundação BFS-10 do rio Gualaxo do Norte
9	Planície de inundação BFS-26 do rio Gualaxo do Norte
10	Planície de inundação BFS-08 do rio Gualaxo do Norte
11	Planície de inundação NR-06 do rio Gualaxo do Norte
12	Canal e áreas dos vales do alto córrego Santarém
13	Planícies de inundação NR-04 e CF-05 do rio Gualaxo do Norte
14	Planície de inundação a montante do rio Carmo
15	Planície de inundação BFS-BFL-33 do rio Carmo
16	Reservatório de Candonga

Das áreas listadas acima, é importante destacar as seguintes interações com outras atividades de recuperação em curso ou planejadas:

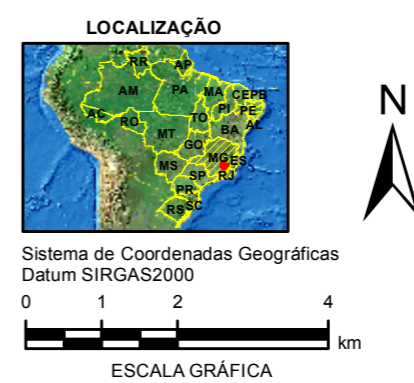
- As áreas 1, 2 e 12 se localizam a montante do ponto onde está prevista a construção do dique S4;
- As áreas 6, 11, 13 serão parcialmente afetadas pela construção dos diques do rio Gualaxo do Norte;
- A área 16, corresponde ao reservatório de Candonga, onde já estão em curso as medidas de dragagem;
- A área 4 corresponde ao córrego Camargos ou tributário TG04. O levantamento e projeto desta área foi realizado anteriormente em março de 2016 no âmbito dos projetos de recuperação dos córregos tributários. Entretanto, o proprietário está em disputa judicial com a Samarco e ainda não autorizou a realização de obras no local.

A distribuição espacial das áreas prioritárias é mostrada na **Figura 1** (a e b). Para fins de referenciamento, os números das áreas afluentes são fornecidos para facilitar a orientação.



- LEGENDA**
- Distritos
 - - - Estradas de Acesso
 - Curso D'Água
 - Corpo D'Água
 - Barragens de Rejeito
 - Município de Mariana
 - Limite Municipal
 - Áreas Prioritárias

Nome	Descrição	Área (ha)
Área 1	Canal e planície de inundação Santarém, próximo a Bento Rodrigues	98
Área 2	Canal e planície de inundação Mirandinha	64
Área 3	Canal e planície de inundação montante Gualaxo do Norte	115
Área 4	Canal e planície de inundação Camargo	29
Área 5	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-11	119
Área 6	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-27	163
Área 7	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-17	68
Área 8	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-10	62
Área 9	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-26	94
Área 10	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-08	70
Área 11	Planície de inundação Gualaxo do Norte NR-06	89
Área 12	Canal superior e vales laterais Santarém	36
Área 13	Planície de inundação Gualaxo do Norte NR-04 e CF-05	76
Área 14	Planície de inundação montante Rio do Carmo	52
Área 15	Planície de inundação montante Rio do Carmo BFS-BFL-33	237
Área 16	Gerenciamento de armazenagem de rejeitos no reservatório Candonga	310



PROJETO: **ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DO FUNDÃO: RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS**

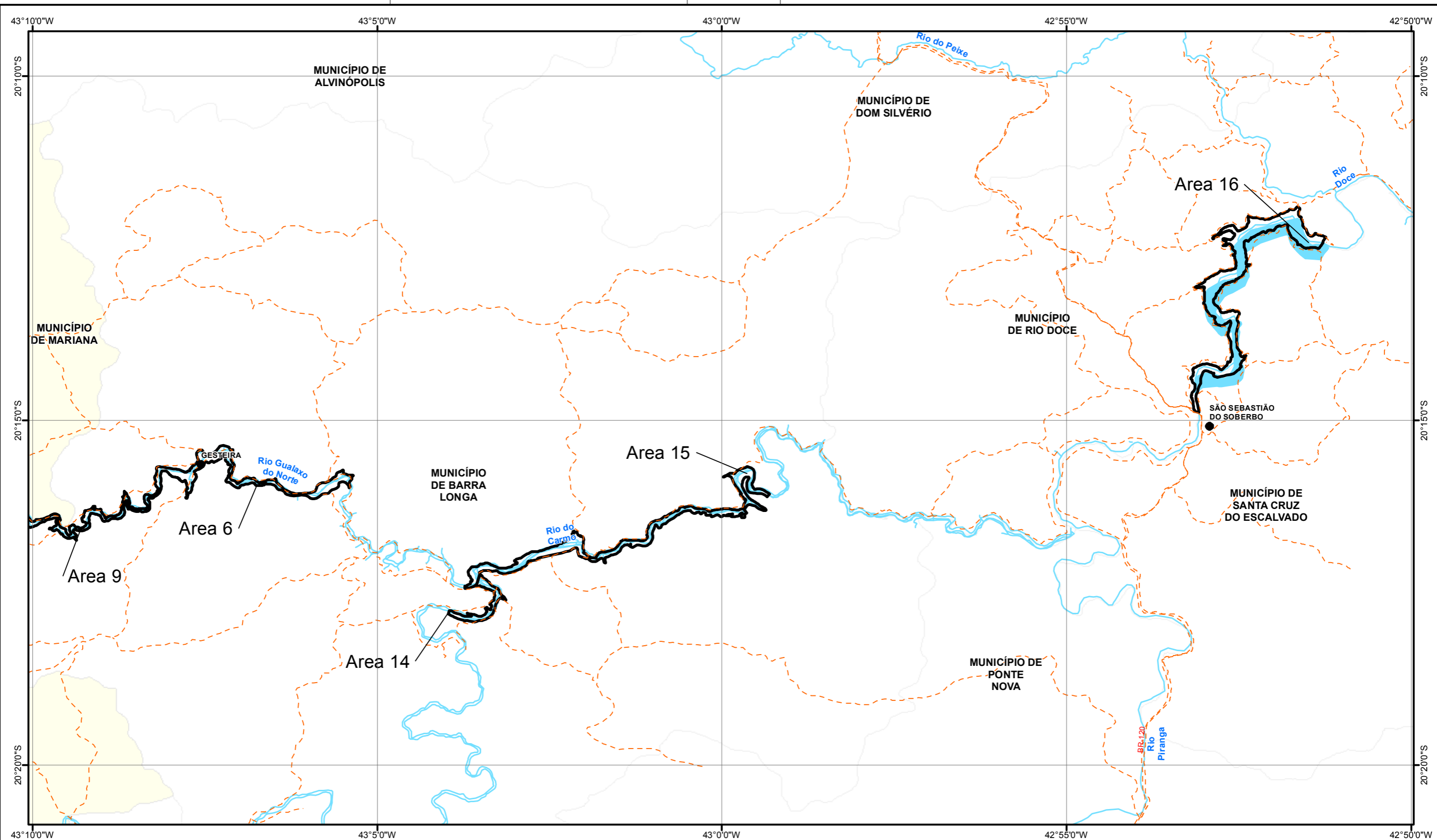
TÍTULO: **ÁREAS PRIORITÁRIAS**

PROJETO: 169-515-2282 ESCALA: 1:100.000

GIS: NTFE agosto/2016

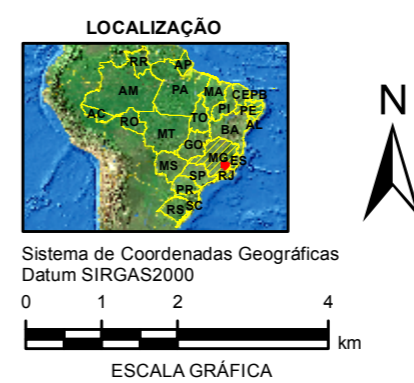
REV: DC 00

Figura 1 a



- LEGENDA**
- Distritos
 - - - Estradas de Acesso
 - Curso D'Água
 - Corpo D'Água
 - Barragens de Rejeito
 - Município de Mariana
 - Limite Municipal
 - Áreas Prioritárias

Nome	Descrição	Área (ha)
Área 1	Canal e planície de inundação Santarém, próximo a Bento Rodrigues	98
Área 2	Canal e planície de inundação Mirandinha	64
Área 3	Canal e planície de inundação montante Gualaxo do Norte	115
Área 4	Canal e planície de inundação Camargo	29
Área 5	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-11	119
Área 6	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-27	163
Área 7	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-17	68
Área 8	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-10	62
Área 9	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-26	94
Área 10	Planície de inundação Gualaxo do Norte BFL-08	70
Área 11	Planície de inundação Gualaxo do Norte NR-06	89
Área 12	Canal superior e vales laterais Santarém	36
Área 13	Planície de inundação Gualaxo do Norte NR-04 e CF-05	76
Área 14	Planície de inundação montante Rio do Carmo	52
Área 15	Planície de inundação montante Rio do Carmo BFS-BFL-33	237
Área 16	Gerenciamento de armazenagem de rejeitos no reservatório Candonga	310



PROJETO: **ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO: RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS**

TÍTULO: **ÁREAS PRIORITÁRIAS**

PROJETO:	169-515-2282	ESCALA:	1:100.000
GIS:	NTFE	agosto/2016	Figura 1 b
REV:	DC	00	



6.0 CARÁTER TEMPORÁRIO DA OBRA

As intervenções propostas para regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos têm caráter permanente. Os projetos priorizaram a utilização de materiais naturais (enrocamento, madeira, biomantas, estacas vivas, etc) que irão se integrar à paisagem e revegetação. A ideia é que com o passar do tempo as áreas que sofreram intervenção sejam integradas ao ambiente de entorno através de processos naturais. Cabe ressaltar que posteriormente estão previstas ações complementares como o plantio de mudas espécies nativas para recomposição da mata ciliar.

Ainda que as obras tenham sido concebidas com caráter permanente, como grande parte das soluções se baseiam em bioengenharia e no desenvolvimento da vegetação, é possível que as intervenções não sejam eficazes em todos os casos. Será realizado o monitoramento das obras realizadas e é esperado que haja necessidade de manutenção, sobretudo durante as primeiras estações chuvosas, até que a vegetação de maior porte se estabeleça. Em alguns pontos, caso as obras realizadas não sejam eficazes, poderá ser necessário tentar outras alternativas em substituição às técnicas aplicadas.

7.0 DETALHAMENTO DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO/ INTERVENÇÃO

7.1 Metodologia

O desenvolvimento dos projetos de reconformação de calhas e margens e controle de processos erosivos foi subsidiado pelos estudos geomorfológicos, hidrodinâmicos e hidrosedimentológicos (GOLDER, 2016) e por estudos hidrológicos (TEC3, 2016).

As etapas da elaboração dos projetos são as seguintes:

- Levantamentos de campo;
- Definição de premissas de projeto;
- Definição de seções tipo;
- Elaboração de modelagem hidrodinâmica (HEC-RAS);
- Dimensionamento das seções;
- Elaboração de projetos especiais.

Os levantamentos de campo foram conduzidos por equipe multidisciplinar formada por profissionais com formação em engenharia nos campos: civil, hidráulica, ambiental e agrônômica.

Foi realizado um mapeamento completo das condições de campo de cada área prioritária, identificando os trechos com características similares e as possíveis soluções aplicáveis na topografia disponível.

Durante o levantamento de campo foi realizado o registro fotográfico completo das áreas levantadas (vide **Anexo A**).

Com base nos estudos prévios e nos levantamentos de campo, foram definidas as premissas de projeto apresentados na seção 7.2.

Dados a extensão das obras e o seu caráter emergencial, que decorre da necessidade de realizar as intervenções preferencialmente até a próxima estação chuvosa e obrigatoriamente até dezembro de 2017 (cláusula 160 do TTAC), optou-se pela definição de seções tipo a serem aplicadas largamente na recuperação. O detalhamento e dimensionamento dos projetos para cada área prioritária está em desenvolvimento. A medida que os projetos forem sendo gerados para cada área prioritária, os mesmos serão protocolados nos órgãos ambientais competentes de modo a complementar o presente documento.



Considera-se que esta abordagem é adequada ao cronograma do projeto e ao seu caráter emergencial, pois permite que o licenciamento e o desenvolvimento dos projetos de engenharia caminhem em paralelo.

Nos trechos cujas características do canal não permitam a aplicação das seções tipo, serão desenvolvidos projetos especiais.

Com objetivo de auxiliar na definição dos materiais e no dimensionamento das proteções a serem utilizadas em cada seção típica, está em desenvolvimento uma modelagem hidrodinâmica utilizando o software HEC-RAS do *U.S. Army Corps of Engineers* (USACE, 2010). Os resultados da modelagem serão as velocidades de escoamento e os níveis d'água para diferentes tempos de recorrência. De posse destes resultados será possível detalhar e dimensionar as seções tipo e cada trecho de cada área prioritária.

7.2 Premissas e Critérios de Projeto

7.2.1 Reconformação de calhas e margens

Apresentam-se a seguir as premissas e critérios de projeto para a reconformação de calhas e margens:

Premissas:

- Minimizar a remobilização de rejeitos e sedimentos depositados nas margens;
- Minimizar a movimentação dos rejeitos e sedimentos depositados no leito para evitar aumento de turbidez na água e desestabilização de margens;
- Evitar a reconformação de áreas onde a vegetação natural já se restabeleceu para estabilização de margens;
- Evitar a reconformação de áreas onde os remanescentes da vegetação ripária (ex.: sistema radicular) permanecem atuando na estabilização das margens;
- Minimizar o uso de soluções de engenharia pesada;
- Adotar técnicas de bioengenharia onde possível utilizado soluções “naturais” que irão contribuir para a biodiversidade local;
- Monitorar as obras realizadas e reparar os pontos falhos até atingir estabilidade e integração com o ambiente de entorno.

Critérios de projeto:

- Os trabalhos de estabilização serão projetados para o leito maior, o que tipicamente reflete um período de retorno de 10 anos.

7.2.2 Controle de processos erosivos

Apresentam-se a seguir as premissas e critérios de projeto para o controle de processos erosivos:

Premissas:

- Minimizar a erosão produzida pelo escoamento superficial nas áreas impactadas;
- Desviar o escoamento superficial “limpo” das áreas impactadas;
- Minimizar ou limitar novas movimentações de terra em áreas naturais;
- Implantar drenagem superficial adequada nas áreas impactadas;
- Revegetar todas as áreas impactadas;



- Monitorar as obras realizadas e reparar os pontos falhos até atingir estabilidade e integração com o ambiente de entorno.

Critérios de Projeto:

- Os desvios de drenagem como canaletas de crista serão projetados para um evento com período de retorno de 25 anos e com 15 minutos de duração (32 mm);
- As medidas de controle de erosão e sedimentação serão projetadas para transportar a precipitação com período de retorno de 25 anos e 24 h de duração;
- As medidas de controle de erosão e sedimentação devem permitir uma eficiência mínima de 80% para uma precipitação com período de retorno de 5 anos e 6 h de duração.

7.3 Seções Tipo

Com base na avaliação de alternativas apresentada na seção 5.1, nos objetivos e prazos do projeto e nas feições identificadas em campo, foram definidas 3 seções tipo:

- Tipo A: Margem exposta com a presença de praia;
- Tipo B: Margem exposta sem a presença de praia;
- Tipo C: Margem exposta com talude alto e berma intermediária;
- Tipo D: Margem estabilizada onde será avaliada a necessidade de aplicação de medidas pontuais de contenção da erosão e do reforço da vegetação;
- Tipo E: Margem exposta: situação em que as seções tipo acima não são aplicáveis podendo ser necessário projeto específico.

Os desenhos típicos de cada uma das seções são apresentados no **Anexo B**.

7.4 Planícies de Inundação

Com base nos levantamentos de campo e em análises de dados topográficos e modelagens GIS serão propostas estruturas de drenagem e de controle de erosão e sedimentos para as planícies de inundação. Tais estruturas tem o objetivo de disciplinar as águas pluviais e aquelas provenientes do escoamento superficial de áreas a montante, permitindo sua infiltração e as conduzindo de forma “limpa” e disciplinada até pontos seguros para sua dissipação.

Dentre estas estruturas destacam-se:

- Canaletas com seções triangulares e trapezoidais em solo ou revestidas com biomantas antierosivas;
- Canais trapezoidais com diques ou retentores de sedimentos;
- Leiras de proteção em nível;
- Cordões de contorno com retentores de sedimentos, feixes de galhadas e/ou capim Vetiver;
- Paliçadas de madeira ou bambu;
- Descidas em enrocamento;
- Dissipadores de energia.

É importante destacar que todas estas estruturas se encontram em perfeita sinergia com as atividades de reflorestamento subsequentes que serão detalhadas em projeto específico.



Para maiores detalhes relacionados às estruturas projetadas para as planícies de inundação consultar o **Anexo B**.

7.5 Etapas da Construção

O processo construtivo das intervenções segue o seguinte padrão:

- 1) Limpeza e conformação da área impactada;
- 2) Direcionamento das drenagens do escoamento superficial e instalação de medidas de controle de erosão;
- 3) Conformação de taludes da calha;
- 4) Aplicação de revestimento na calha – seções tipo;
- 5) Revegetação;
- 6) Monitoramento e manutenção.

As etapas de limpeza, remoção de rejeitos e conformação de taludes podem ser executadas com equipamento mecânico (escavadeiras) ou com trabalho manual (enxada) das condições de acesso.

8.0 CRONOGRAMA DAS OBRAS

O cronograma preliminar, ainda em revisão, para as medidas previstas para a regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves está apresentado no **Anexo C**.



9.0 EQUIPE TÉCNICA

A **Tabela 5** apresenta a equipe técnica chave alocada para a elaboração deste documento.

Tabela 5: Equipe Técnica.

Equipe Técnica	Cargo
Alexandre Pulino	Engº. Ambiental
Marcelo Diniz (Revisor)	Engº. Civil
Sebastian Torrealba	Engº. Civil
Karen Dingley	Engª. Civil

10.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS. R. LESLIE, D. POLSTER, D. WISE, M. AND R. WONG. Hillslope Restoration Best Management Practices. Watershed Restoration Technical Circular #3. BC Ministry of Forests and Ministry of Environment. 2001.

GOLDER - GOLDER ASSOCIATES. Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão. Relatório Técnico RT-023_159-515-2282_00-J. Julho 2016.

TEC3. Determinação das vazões extremas nas áreas afetadas pela ruptura da Barragem do Fundão até a UHE Candonga. Junho, 2016.

U.S. Army Corps of Engineers - USACE. HEC-RAS: River Analysis System. Davis, 2010.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA.

Antônio Harley
Gerente do Projeto

AP/MD/acs

Golder, Golder Associates e os símbolos GA e globo são marcas registradas da Golder Associates Corporation.



ANEXO A

Relatório Fotográfico



1.0 ÁREA 3



Figura 1: Rio Gualaxo do Norte em 02/08/16, próximo da coordenada de referência E 644.677/ N 7.757.791, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 2: Rio Gualaxo do Norte em 02/08/16, próximo da coordenada de referência E 644.709/ N 7.758.313, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 3: Rio Gualaxo do Norte em 02/08/16, próximo da coordenada de referência E 644.560/ N 7.758.560 e do tributário TG01A, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 4: Planície de inundação da margem esquerda do Rio Gualaxo do Norte em 02/08/16, próximo da coordenada de referência E 644.658/ N 7.758.763



Figura 5: Rio Gualaxo do Norte em 02/08/16, próximo da coordenada de referência E 644.964/ N 7.759.070 e do tributário TG02, visada de montante para jusante a partir da planície de inundação da margem esquerda.



Figura 6: Rio Gualaxo do Norte em 10/08/16, próximo da coordenada de referência E 665.610/ N 7.759.605 e do tributário TG03, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 7: Rio Gualaxo do Norte em 10/08/16, próximo da coordenada de referência E 665.775/ N 7.759.800 e a jusante do tributário TG03, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 8: Rio Gualaxo do Norte em 10/08/16, próximo da coordenada de referência E 665.915/ N 7.759.945, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 9: Rio Gualaxo do Norte em 10/08/16, próximo da coordenada de referência E 665.915/ N 7.759.945, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 10: Rio Gualaxo do Norte em 10/08/16, próximo da coordenada de referência E 666.052/ N 7.760.346, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 11: Rio Gualaxo do Norte em 27/07/16, próximo da coordenada de referência E 666.965/ N 7.760.974, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 12: Confluência do Córrego Santarém com o rio Gualaxo do Norte em 27/07/16, próximo da coordenada de referência E 666.965/ N 7.760.974, visada a partir da margem esquerda.



2.0 ÁREA 4



Figura 13: Córrego Camargos em 15/03/16, próximo da coordenada de referência E 666.409/ N 7.758.265, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 14: Córrego Camargos em 15/03/16, próximo da coordenada de referência E 666.418/ N 7.758.401, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 15: Córrego Camargos em 15/03/16, próximo da coordenada de referência E 666.488/ N 7.758.689, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 16: Córrego Camargos em 15/03/16, próximo da coordenada de referência E 666.447/ N 7.758.844, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 17: Córrego Camargos em 15/03/16, próximo da coordenada de referência E 666.339/ N 7.759.028, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 18: Córrego Camargos em 15/03/16, próximo da coordenada de referência E 666.315/ N 7.759.250, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



3.0 ÁREA 5



Figura 19: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 682.886/ N 7.754.322, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 20: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 682.861/ N 7.753.927, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 21: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 682.928/ N 7.753.752, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 22: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 683.064/ N 7.753.686, visada de jusante para montante a partir da margem direita.



Figura 23: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 683.983/ N 7.754.007, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 24: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 684.073/ N 7.754.425, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 25: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 684.272/ N 7.754.442, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 26: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 684.516/ N 7.754.213, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



ANEXO A

Relatório Fotográfico



Figura 27: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 684.477/ N 7.754.013, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 28: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 684.509/ N 7.753.994, visada de jusante para montante a partir da margem direita.



Figura 29: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 684.635/ N 7.753.987, visada de jusante para montante a partir da margem direita.



Figura 30: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 684.635/ N 7.753.987, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



4.0 ÁREA 6



Figura 31: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 694.646/ N 7.758.277, visada da margem direita a partir da margem esquerda.



Figura 32: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 694.715/ N 7.758.534, visada da margem direita a partir da margem esquerda.



Figura 33: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 696.484/ N 7.758.187, visada da margem direita a partir da margem esquerda.



Figura 34: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 696.688/ N 7.758.060, visada da margem direita a partir da margem esquerda.



5.0 ÁREA 7



Figura 35: Rio Gualaxo do Norte em 26/07/16, próximo da coordenada de referência E 687.906/ N 7.754.379, visada de jusante para montante a partir da margem direita.



Figura 36: Rio Gualaxo do Norte em 26/07/16, próximo da coordenada de referência E 688.033/ N 7.754.533, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 37: Rio Gualaxo do Norte em 26/07/16, próximo da coordenada de referência E 688.531/ N 7.754.739, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 38: Rio Gualaxo do Norte em 26/07/16, próximo da coordenada de referência E 687.550/ N 7.754.751, visada de drenagem da estrada na margem esquerda.



Figura 39: Rio Gualaxo do Norte em 26/07/16, próximo da coordenada de referência E 688.550/ N 7.754.751, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 40: Rio Gualaxo do Norte em 26/07/16, próximo da coordenada de referência E 688.620/ N 7.755.042 e do tributário TG39, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 41: Rio Gualaxo do Norte em 26/07/16, próximo da coordenada de referência E 688.627/ N 7.755.138, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 42: Rio Gualaxo do Norte em 26/07/16, próximo da coordenada de referência E 688.475/ N 7.755.536, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 43: Rio Gualaxo do Norte em 26/07/16, próximo da coordenada de referência E 688.446/ N 7.756.018, visada da margem esquerda a partir da margem direita.

6.0 ÁREA 8

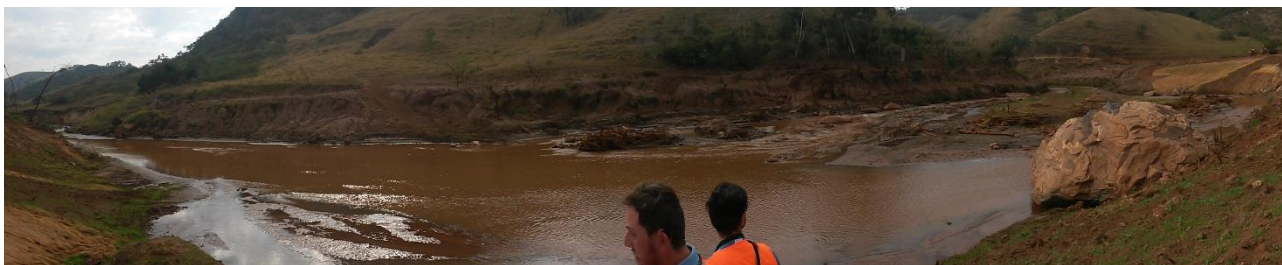


Figura 44: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 679.703/ N 7.755.250, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 45: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 679.974/ N 7.755.038, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



ANEXO A

Relatório Fotográfico



Figura 46: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 680.401/ N 7.755.167, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 47: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 680.526/ N 7.755.215, visada de jusante para montante a partir da margem direita.



Figura 48: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 680.526/ N 7.755.215, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 49: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 681.123/ N 7.755.482, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 50: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 681.986/ N 7.754.949, visada de jusante para montante a partir da margem direita.



Figura 51: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 681.986/ N 7.754.949, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 52: Rio Gualaxo do Norte em 03/08/16, próximo da coordenada de referência E 682.436/ N 7.754.872, visada da margem esquerda a partir da margem direita.

7.0 ÁREA 10



Figura 53: Rio Gualaxo do Norte em 16/08/16, próximo da coordenada de referência E 677.615/ N 7.757.761, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 54: Rio Gualaxo do Norte em 16/08/16, próximo da coordenada de referência E 677.921/ N 7.757.290, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 55: Rio Gualaxo do Norte em 16/08/16, próximo da coordenada de referência E 677.081/ N 7.758.277, visada da margem direita a partir da margem esquerda.



8.0 ÁREA 15



Figura 56: Confluência dos rios do Carmo e Gualaxo do Norte em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 702.715/ N 7.755.189, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda do rio do Carmo.



Figura 57: Rio Gualaxo do Norte em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 702.617/ N 7.755.227, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 58: Rio Gualaxo do Norte em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 702.617/ N 7.755.227, visada de jusante para montante a partir da margem direita.



Figura 59: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 702.595/ N 7.755.731, visada de jusante para montante a partir da margem esquerda.



Figura 60: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 702.758/ N 7.755.798, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



ANEXO A

Relatório Fotográfico



Figura 61: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 703.080/ N 7.755.765, visada da margem direita a partir da margem esquerda.



Figura 62: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 703.861/ N 7.755.870, visada da margem direita a partir da margem esquerda.



Figura 63: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 703.861/ N 7.755.870, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 64: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 704.230/ N 7.756.132, visada da margem direita a partir da margem esquerda.



Figura 65: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 705.332/ N 7.756.294, visada de montante para jusante a partir da margem esquerda.



Figura 66: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 705.729/ N 7.755.891, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 67: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 705.975/ N 7.755.962, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 68: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 706.240/ N 7.756.078, visada de jusante para montante a partir da margem direita.



Figura 69: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 707.041/ N 7.756.292, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 70: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 707.063/ N 7.756.777, visada de jusante para montante a partir da margem direita.



Figura 71: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 707.207/ N 7.756.777, visada de montante para jusante a partir da margem direita.



Figura 72: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 707.634/ N 7.756.982, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



ANEXO A

Relatório Fotográfico



Figura 73: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 708.853/ N 7.757.005, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



Figura 74: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 709.545/ N 7.757.340, visada da margem esquerda a partir da margem direita.



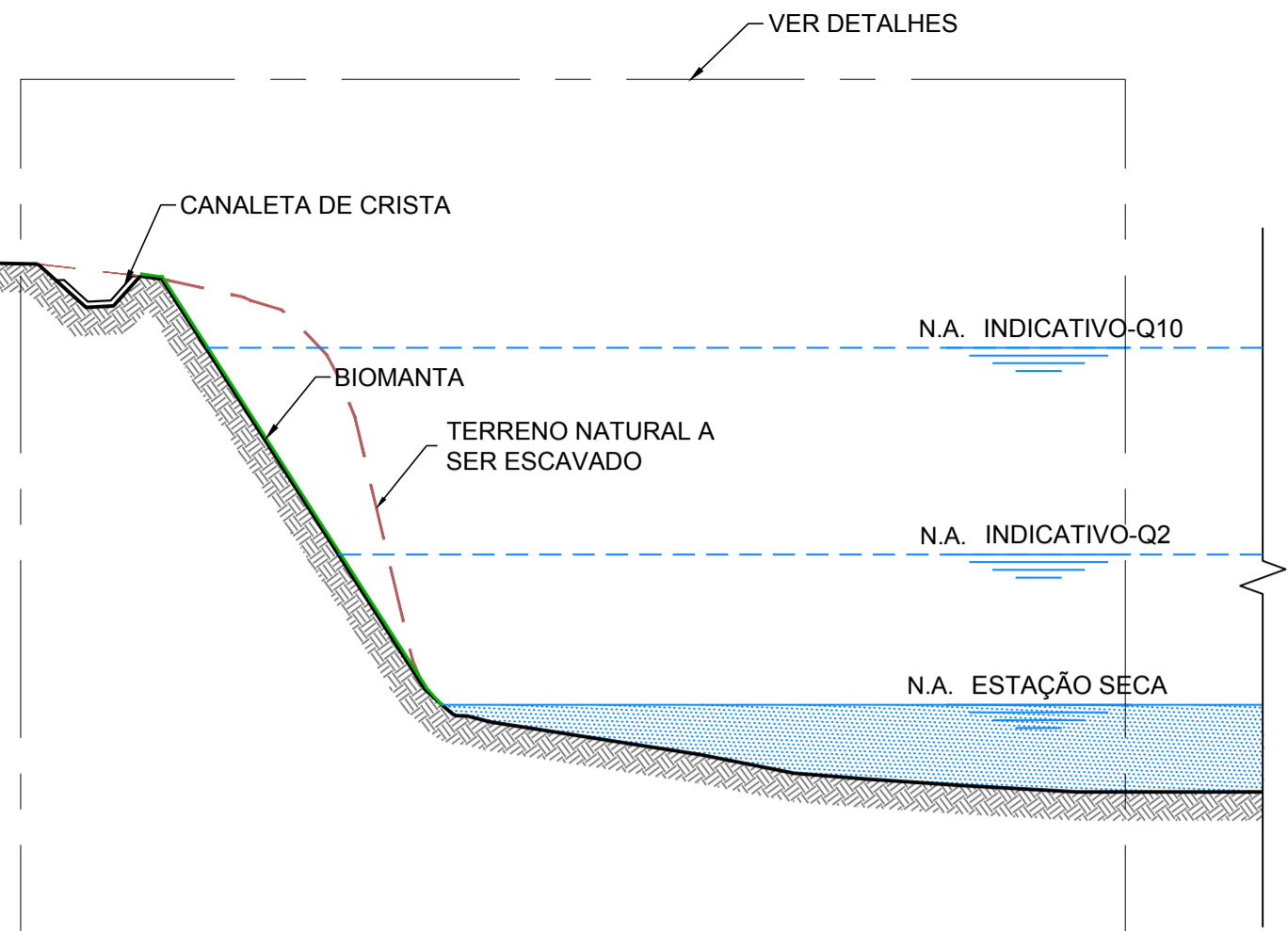
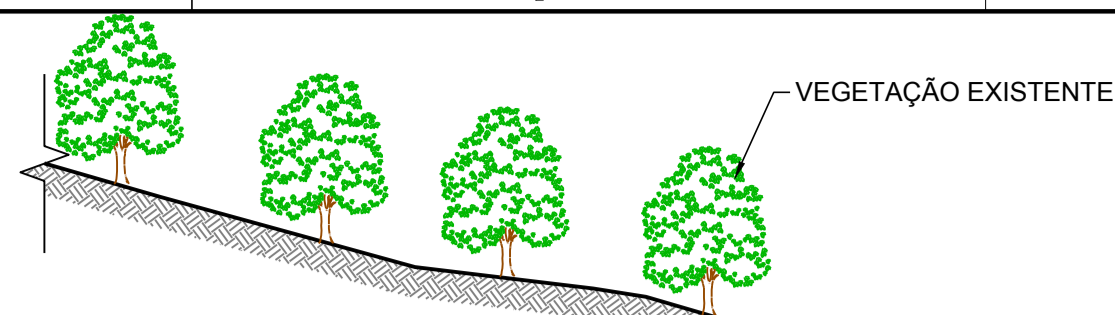
Figura 75: Rio do Carmo em 11/08/16, próximo da coordenada de referência E 709.736/ N 7.757.582, visada de jusante para montante a partir da margem direita.

q:\3-projetos\2015\2-meio ambiente\159 515 2282_samarco\3-relatorio\rt-e-26 - rios principais\g006900-g-1\mdx\anexo a\anexo a.docx



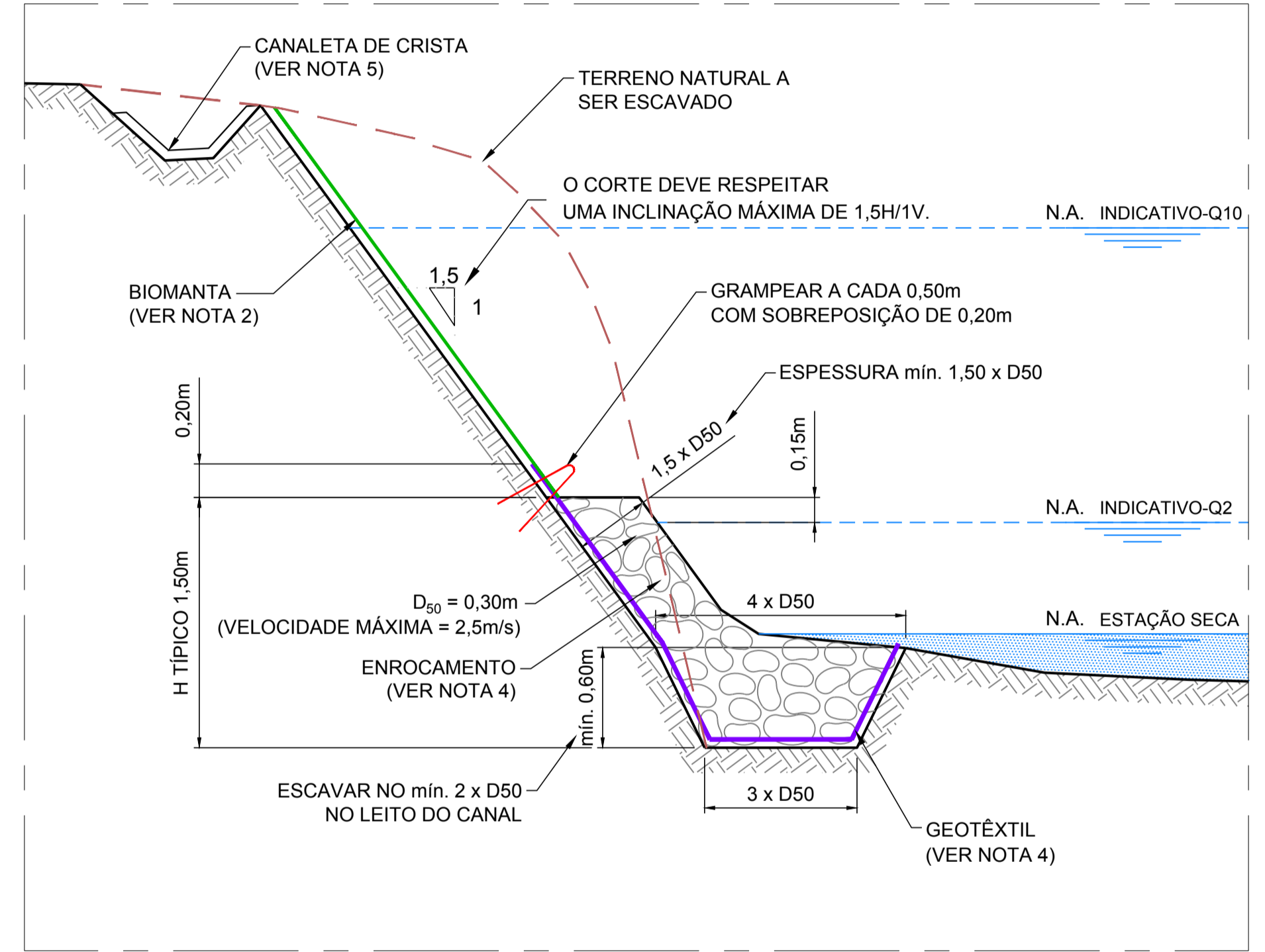
ANEXO B

Desenhos seções tipo

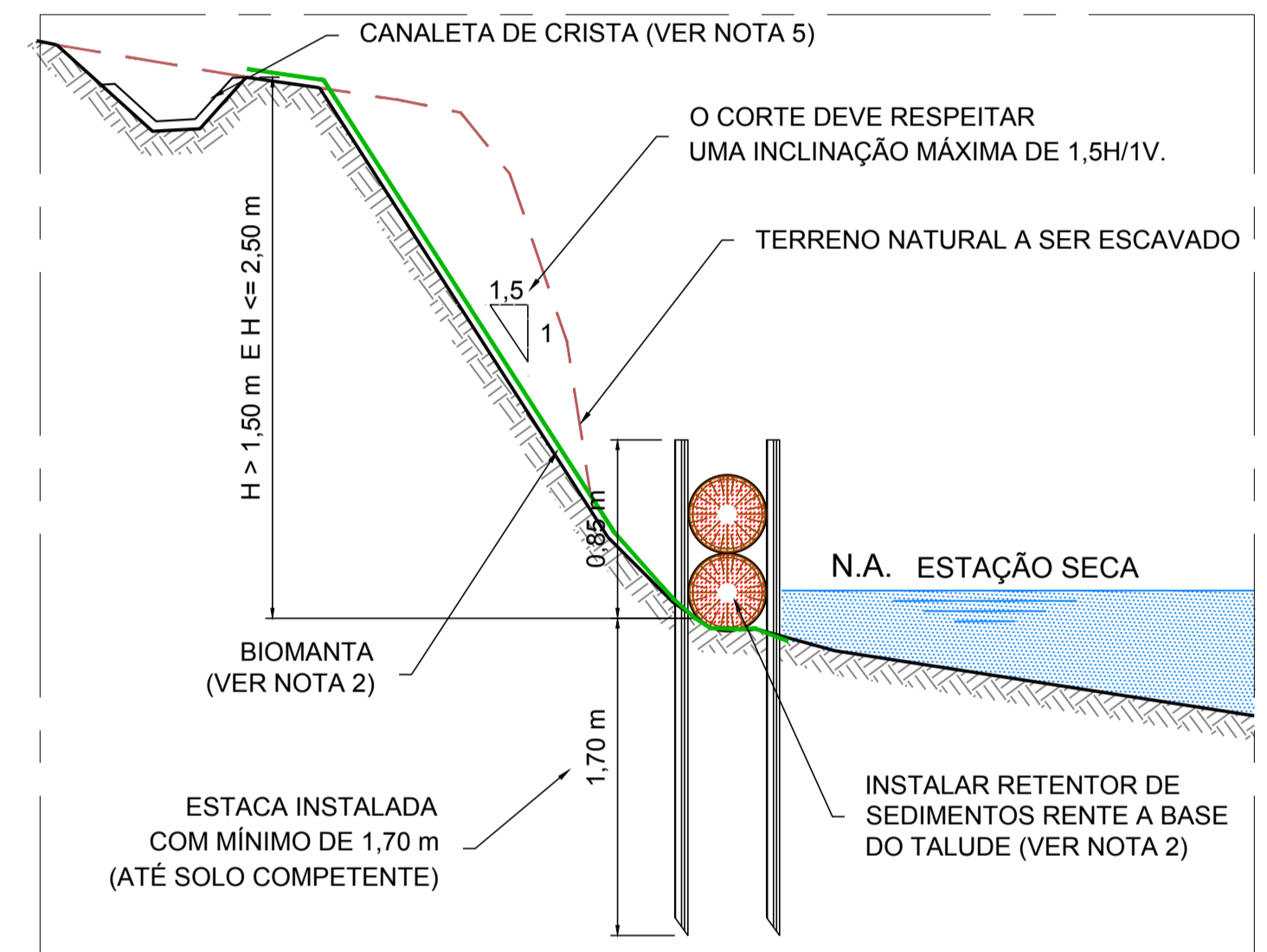


- LEGENDA:**
- BIOMANTA
 - GEOTÊXTIL
 - - - Q2 - NÍVEL D'ÁGUA ESTIMADO PARA VAZÃO COM TEMPO DE RETORNO DE 2 ANOS
 - - - Q10 - NÍVEL D'ÁGUA ESTIMADO PARA VAZÃO COM TEMPO DE RETORNO DE 10 ANOS
 - - - TERRENO NATURAL A SER ESCAVADO
 - N.A. NÍVEL D'ÁGUA NA ESTAÇÃO SECA
 - ENROCAMENTO

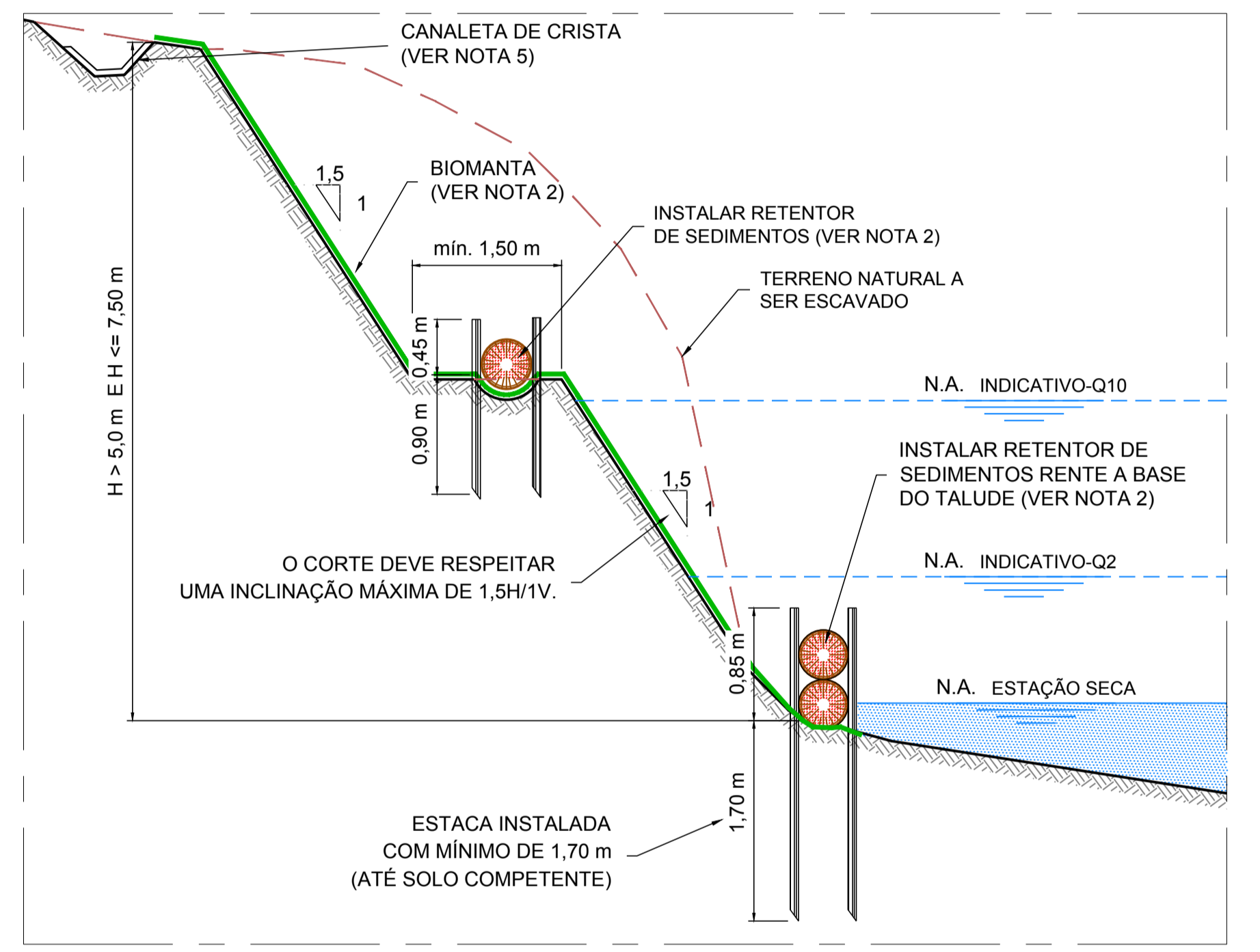
SEÇÃO TIPO B
SEM ESCALA



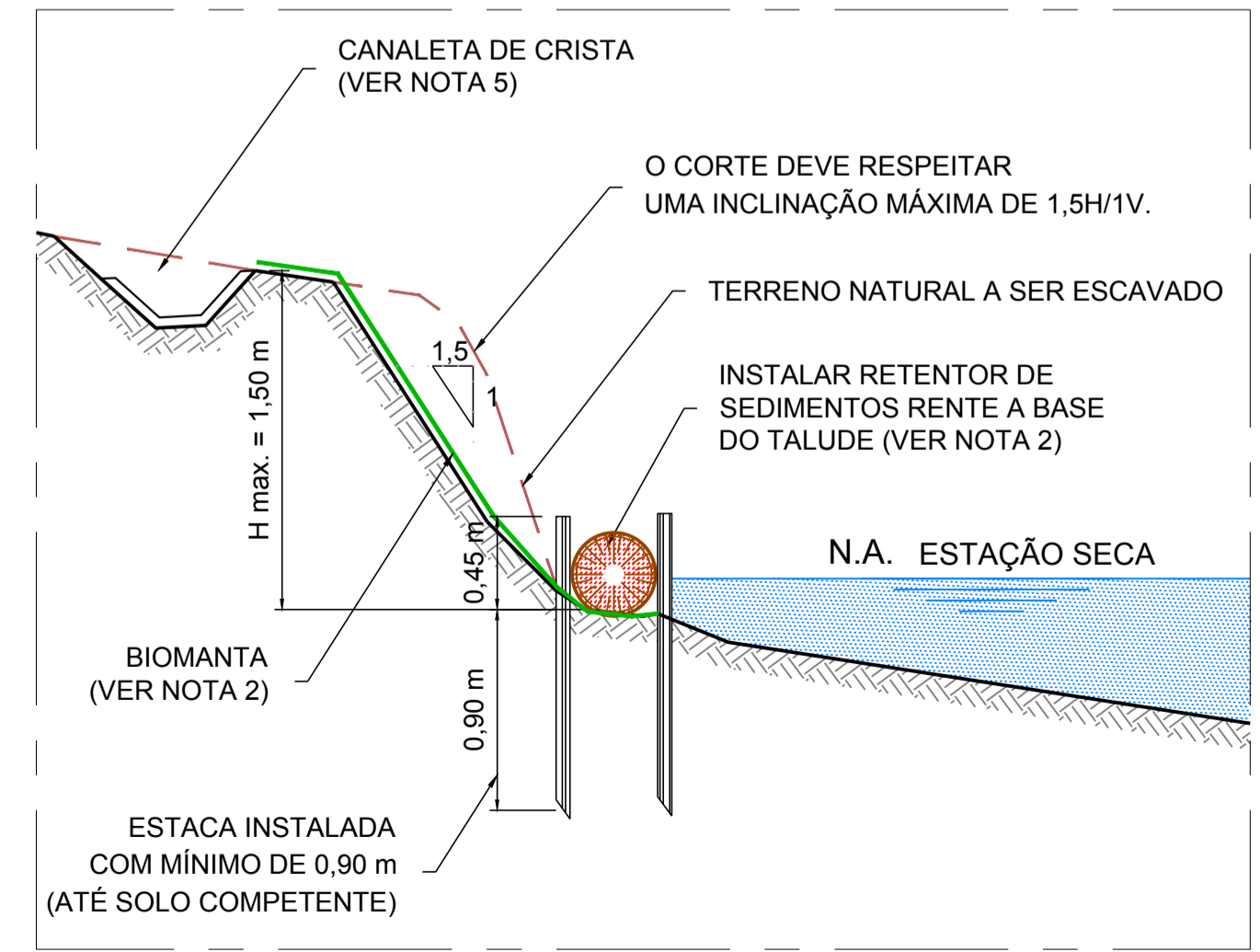
SEÇÃO TIPO B1
SEM ESCALA 1



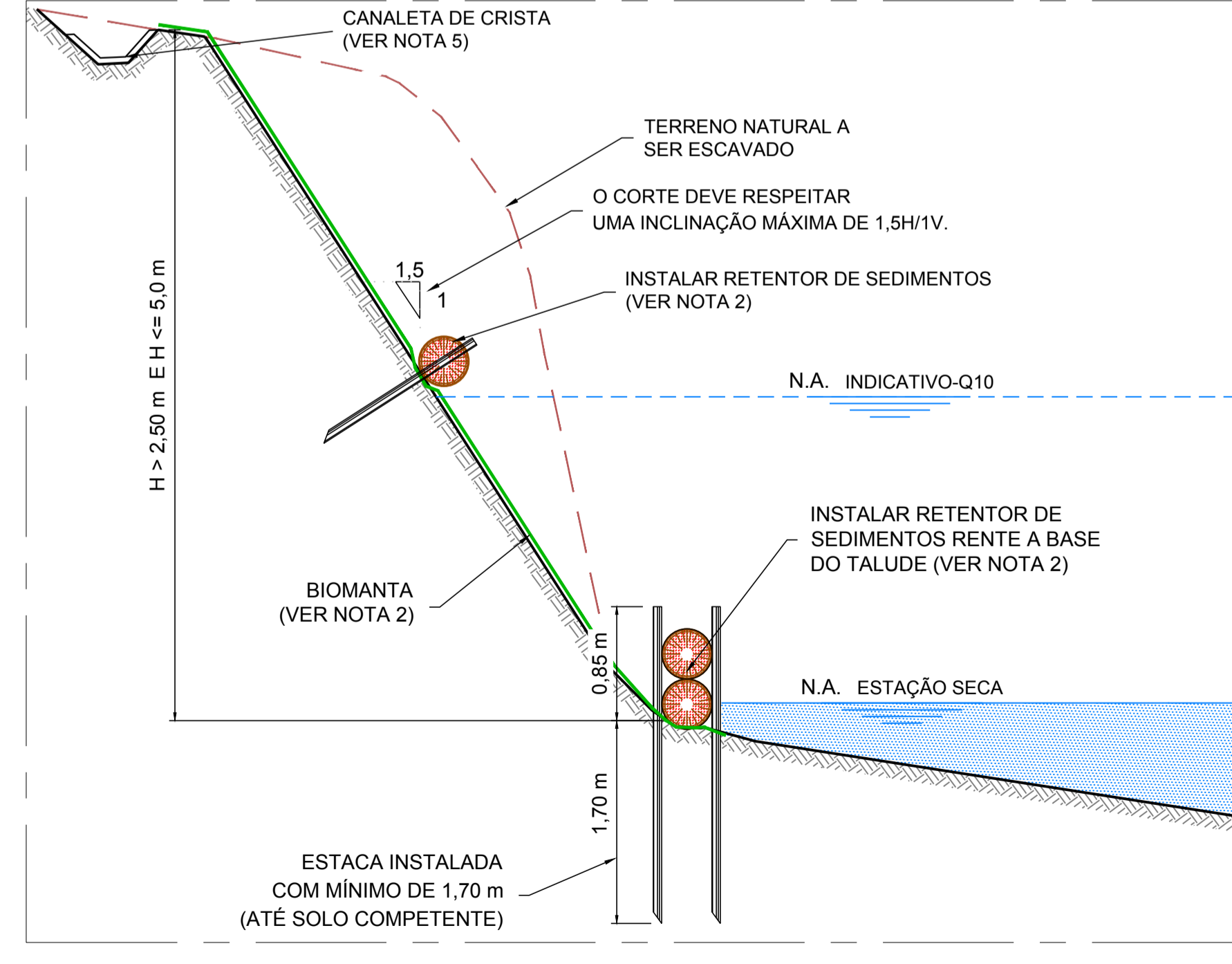
SEÇÃO TIPO B3 - TALUDE COM ALTURA MÁXIMA 2,50m
SEM ESCALA 3



SEÇÃO TIPO B5 - TALUDE COM ALTURA MÁXIMA 7,50m (VER NOTA 3)
SEM ESCALA 5



SEÇÃO TIPO B2 - TALUDE COM ALTURA MÁXIMA 1,50m
SEM ESCALA 2



SEÇÃO TIPO B4 - TALUDE COM ALTURA MÁXIMA 5,0m
SEM ESCALA 4

- NOTAS**
1. DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;
 2. PARA BIOMANTA, RETENTORES DE SEDIMENTO E REVEGETAÇÃO VER DESENHOS DE REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA, DE NOTAS E ESPECIFICAÇÃO TÉCNICAS PARA SERVIÇOS DE BIOMANTA E DE DETALHES TÍPICOS;
 3. PARA TALUDES COM 5,0m < H < 7,5m A BERMA INTERMEDIÁRIA PODERÁ SER SUPRIMIDA, DESDE QUE A INCLINAÇÃO DO TALUDE SEJA MENOR QUE 2H/1V;
 4. PARA ENROCAMENTO E GEOTÊXTIL VER DESENHO DE NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA SERVIÇOS GERAIS. O TAMANHO DO BLOCO MÉDIO DO ENROCAMENTO (D₅₀) SERÁ AVALIADO CONFORME CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DE CADA TRECHO DO RIO E SERÁ INDICADO NOS DESENHOS ESPECÍFICOS DE CADA ÁREA;
 5. PARA CANALETAS DE CRISTA VER DESENHOS DE CANALETAS E CANAIS PARA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO.

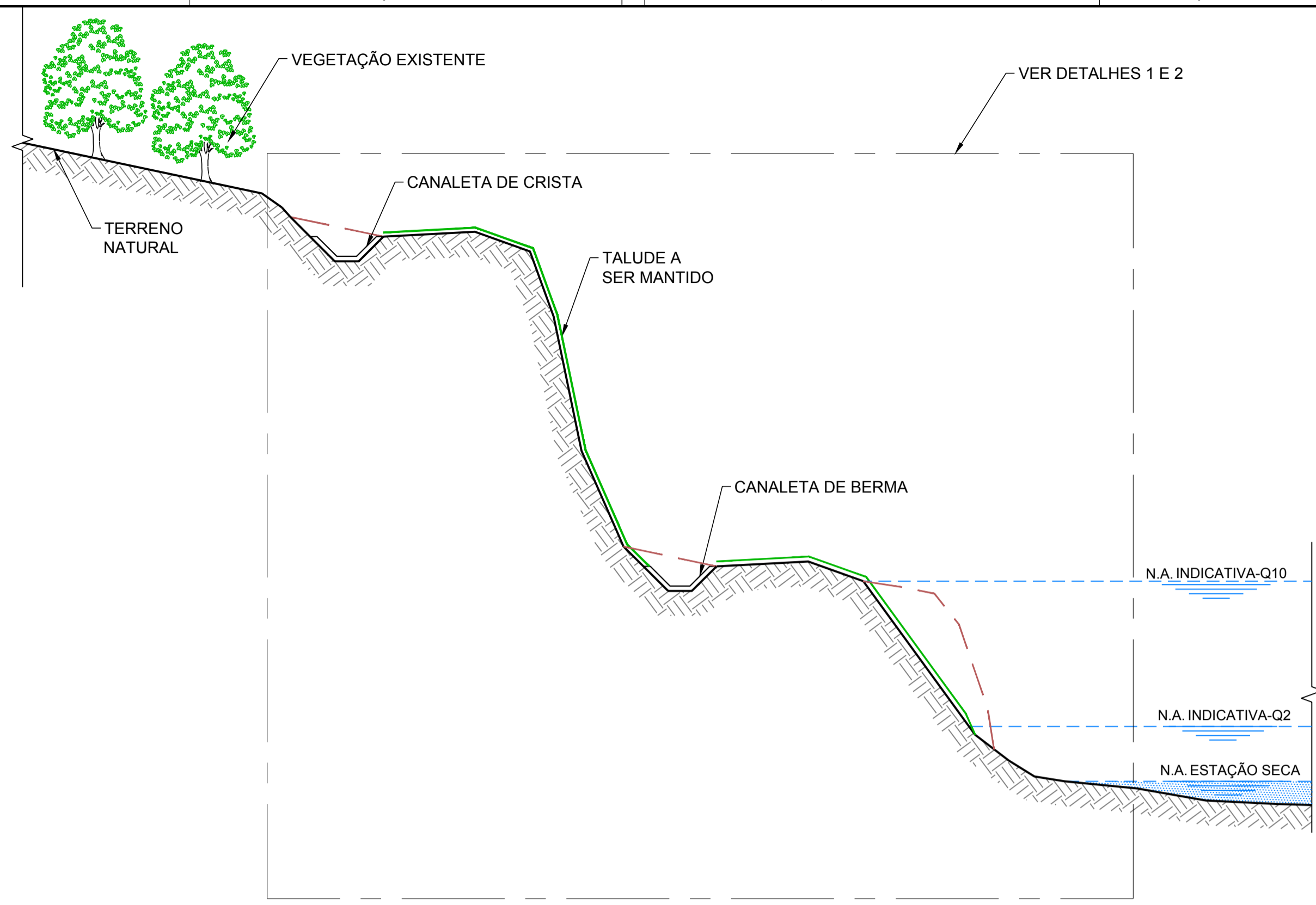
- DESENHOS DE REFERÊNCIA**
1. REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA: G006900-C-100353;
 2. DETALHES TÍPICOS: G006900-C-100303;
 3. CANALETAS E CANAIS: G006900-C-100348;
 4. NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - SERVIÇOS GERAIS: G006900-C-100354;
 5. NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - BIOENGENHARIA: G006900-C-100356;
 6. EXEMPLOS DE APLICAÇÕES: G006900-C-100304.

DESIGNO No. D1-E26-002_159-515-2282_01-B	
T.E. - TIPOS DE EMISSÃO	
A - PRELIMINAR	C - P/ CONHECIMENTO
B - P/APROVAÇÃO	D - P/ COTAÇÃO
E - P/ CONSTRUÇÃO	F - CONF. COMPRADO
G - CONF. CONSTRUÍDO	H - CANCELADO
L - APROVADO	

EMISSÃO		SAMARCO - SAMARCO MINERAÇÃO S.A.	
DES. RR	26/09/16	TÍTULO GERMANO - GERAL	
PROJ. VE	26/09/16	OBRAS EXTERNAS	
VERIF. VD	26/09/16	PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS	
APROV. SC	26/09/16	CALHA - SEÇÃO TIPO B	
ESCALA INDICADA		No. SAMARCO G006900-C-100301	
REVISÃO 1			

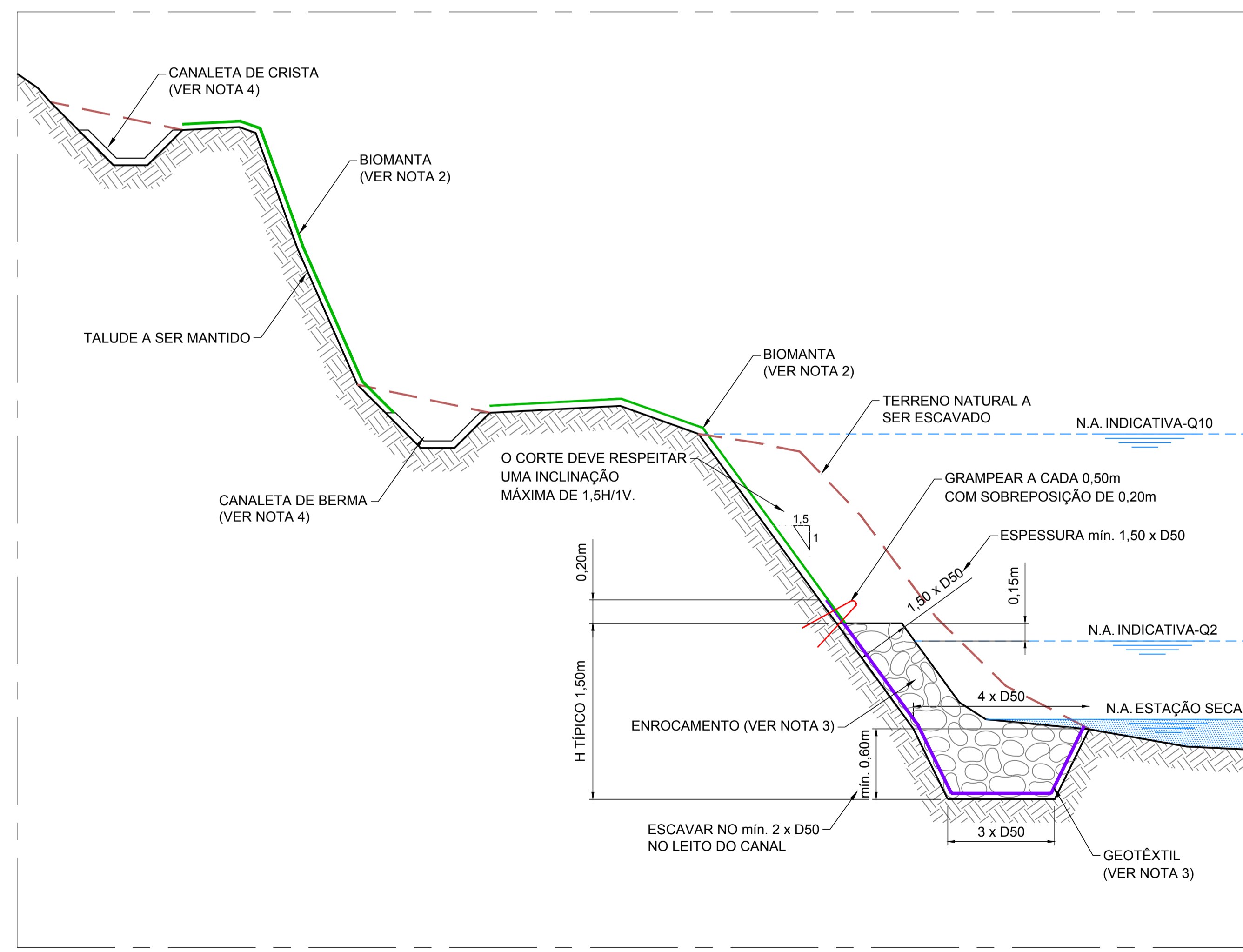
Nº	REVISÃO	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.	AH
1	P/ APROVAÇÃO - REVISÃO GERAL		B	26/09/16	RR	MD	SC		AH
0	EMISSÃO INICIAL		B	22/08/16	LM	MD	MD		AH

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A. E NÃO PODEM SER COPIADO, REPRODUZIDO, ALTERADO, DISTRIBUÍDO, SEM SUA AUTORIZAÇÃO.
 ESPESURAS DE LINHAS DA SAMARCO: 1 - VERMELHO - 0,2mm; 2 - AMARELO - 0,2mm; 3 - VERDE - 0,2mm; 4 - AZUL - 0,2mm; 5 - PRETO - 0,2mm; 6 - CINZA - 0,2mm; 7 - BRANCO - 0,2mm; 8 - VERDE - 0,2mm.

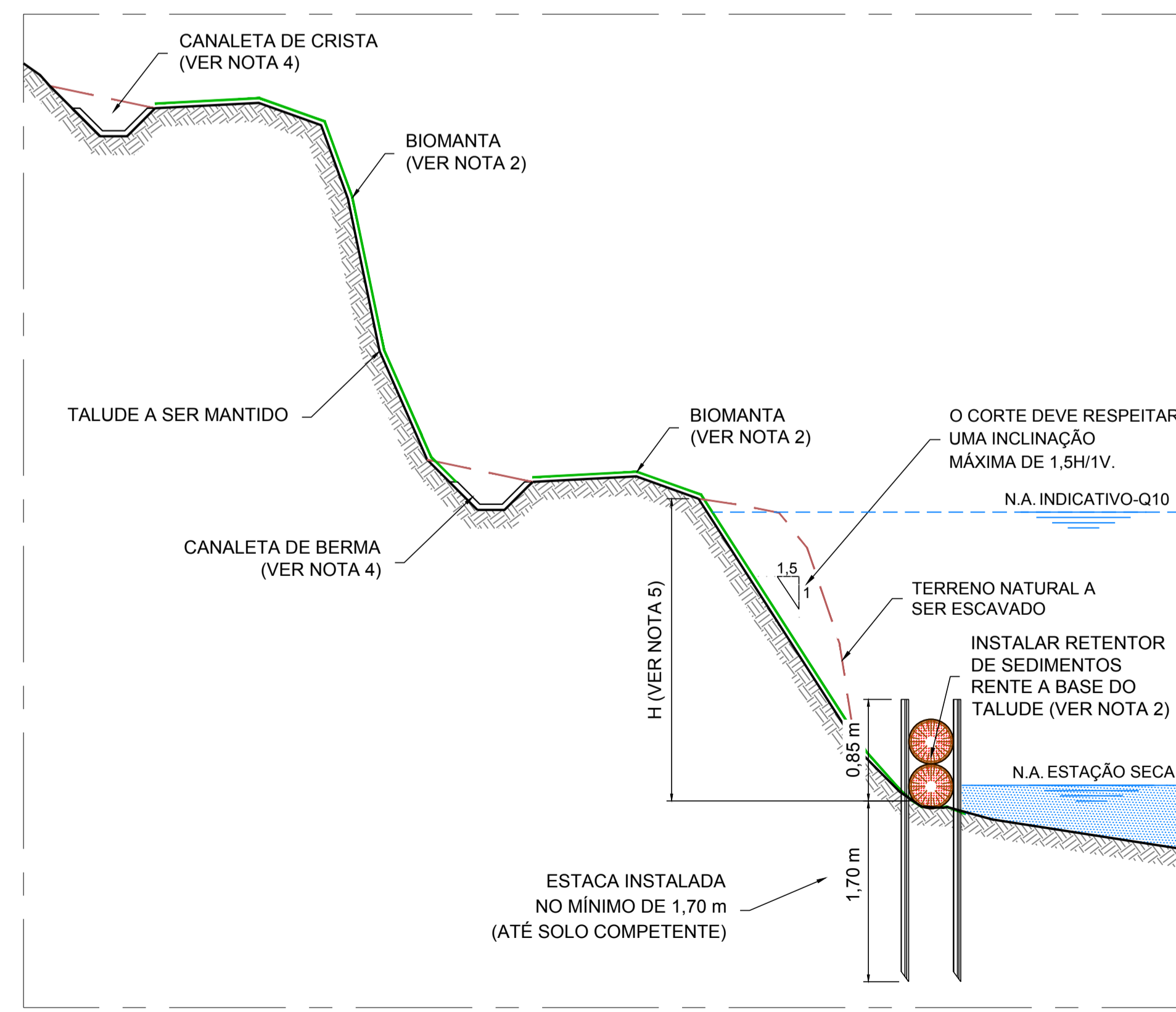


SEÇÃO TIPO C
SEM ESCALA

- LEGENDA:**
- BIOMANTA
 - GEOTÊXTIL
 - - - Q2 - NÍVEL D'ÁGUA ESTIMADO PARA VAZÃO COM TEMPO DE RETORNO DE 2 ANOS
 - - - Q10 - NÍVEL D'ÁGUA ESTIMADO PARA VAZÃO COM TEMPO DE RETORNO DE 10 ANOS
 - - - TERRENO NATURAL A SER ESCAVADO
 - N.A. NÍVEL D'ÁGUA NA ESTAÇÃO SECA
 - ENROCAMENTO



SEM ESCALA 1 SEÇÃO TIPO C1 - TALUDE COM ALTURA MÁXIMA 1,50m



SEM ESCALA 2 SEÇÃO TIPO C2 - TALUDE COM ALTURA MÁXIMA 7,50m (VER NOTA 5)

- NOTAS**
1. DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;
 2. PARA BIOMANTA, RETENTORES DE SEDIMENTO E REVEGETAÇÃO VER DESENHOS DE REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA, DE NOTAS E ESPECIFICAÇÃO TÉCNICAS PARA SERVIÇOS DE BIOENGENHARIA E DE DETALHES TÍPICOS;
 3. PARA ENROCAMENTO E GEOTÊXTIL VER DESENHO DE NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA SERVIÇOS GERAIS. O TAMANHO DO BLOCO MÉDIO DO ENROCAMENTO (D₅₀) SERÁ AVALIADO CONFORME CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DE CADA TRECHO DO RIO E SERÁ INDICADO NOS DESENHOS ESPECÍFICOS DE CADA ÁREA;
 4. PARA CANALETAS DE DRENAGEM VER DESENHOS DE CANALETAS E CANAIS PARA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO;
 5. PARA TALUDES COM 5,0m < H < 7,50m A BERMA INTERMEDIÁRIA PODERÁ SER SUPRIMIDA, DESDE QUE A INCLINAÇÃO DO TALUDE SEJA MENOR QUE 2H:1V.

- DESENHOS DE REFERÊNCIA**
1. REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA: G006900-C-100353;
 2. DETALHES TÍPICOS: G006900-C-100303;
 3. CANALETAS E CANAIS: G006900-C-100348;
 4. NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - SERVIÇOS GERAIS: G006900-C-100354;
 5. NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - BIOENGENHARIA: G006900-C-100356;
 6. EXEMPLOS DE APLICAÇÕES: G006900-C-100304.

DESENHO No.
D1-E26-003_159-515-2282_01-B

T.E. - TIPOS DE EMISSÃO				
A - PRELIMINAR	C - P/ CONHECIMENTO	E - P/ CONSTRUÇÃO	G - CONF. CONSTRUÍDO	L - APROVADO
B - P/APROVAÇÃO	D - P/ COTAÇÃO	F - CONF. COMPRADO	H - CANCELADO	

EMISSÃO

DES. RR 26/09/16

PROJ. VE 26/09/16

VERIF. MD 26/09/16

APROV. SC 26/09/16

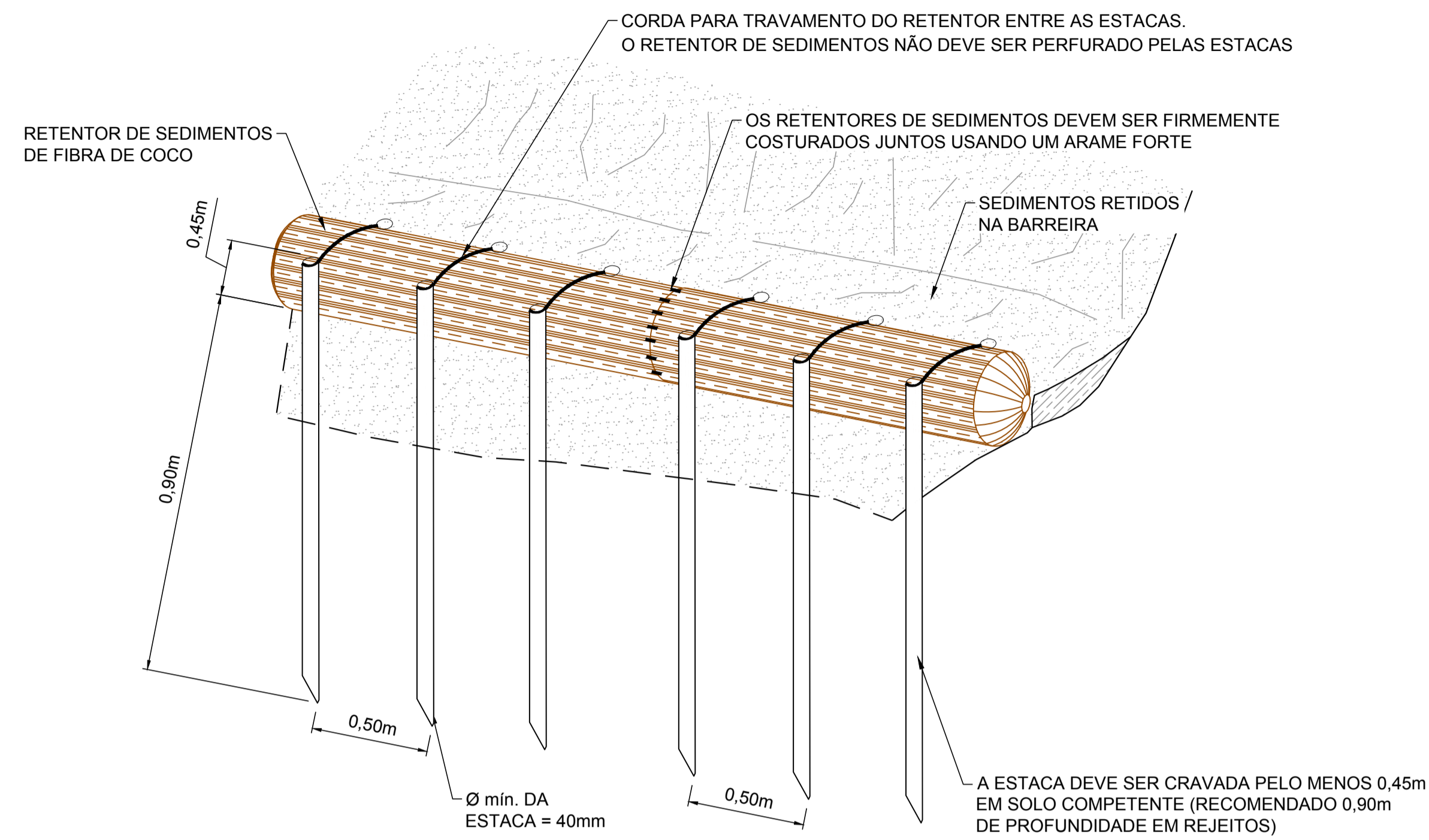
SAMARCO SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

TÍTULO GERMANO - GERAL
OBRAS EXTERNAS
PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS
CALHA - SEÇÃO TIPO C
SEÇÃO E DETALHES

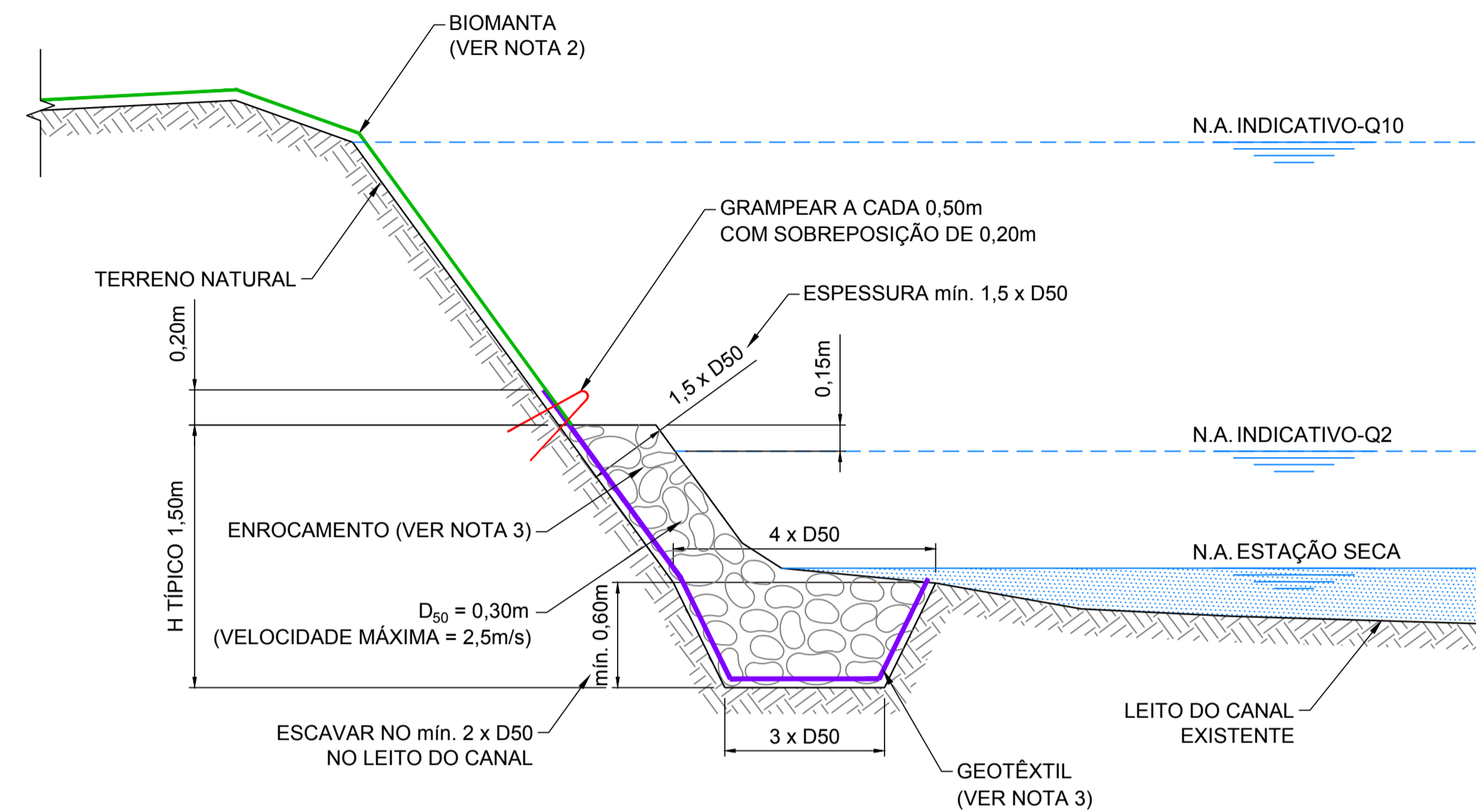
ESCALA INDICADA No. SAMARCO
G006900-C-100302 REVISÃO 1

REVISÃO	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
1	P/ APROVAÇÃO - REVISÃO GERAL GOLDER	B	26/09/16	RR	MD	SC	AH
0	P/ APROVAÇÃO	B	22/08/16	PC	MD	MD	AH
Nº							

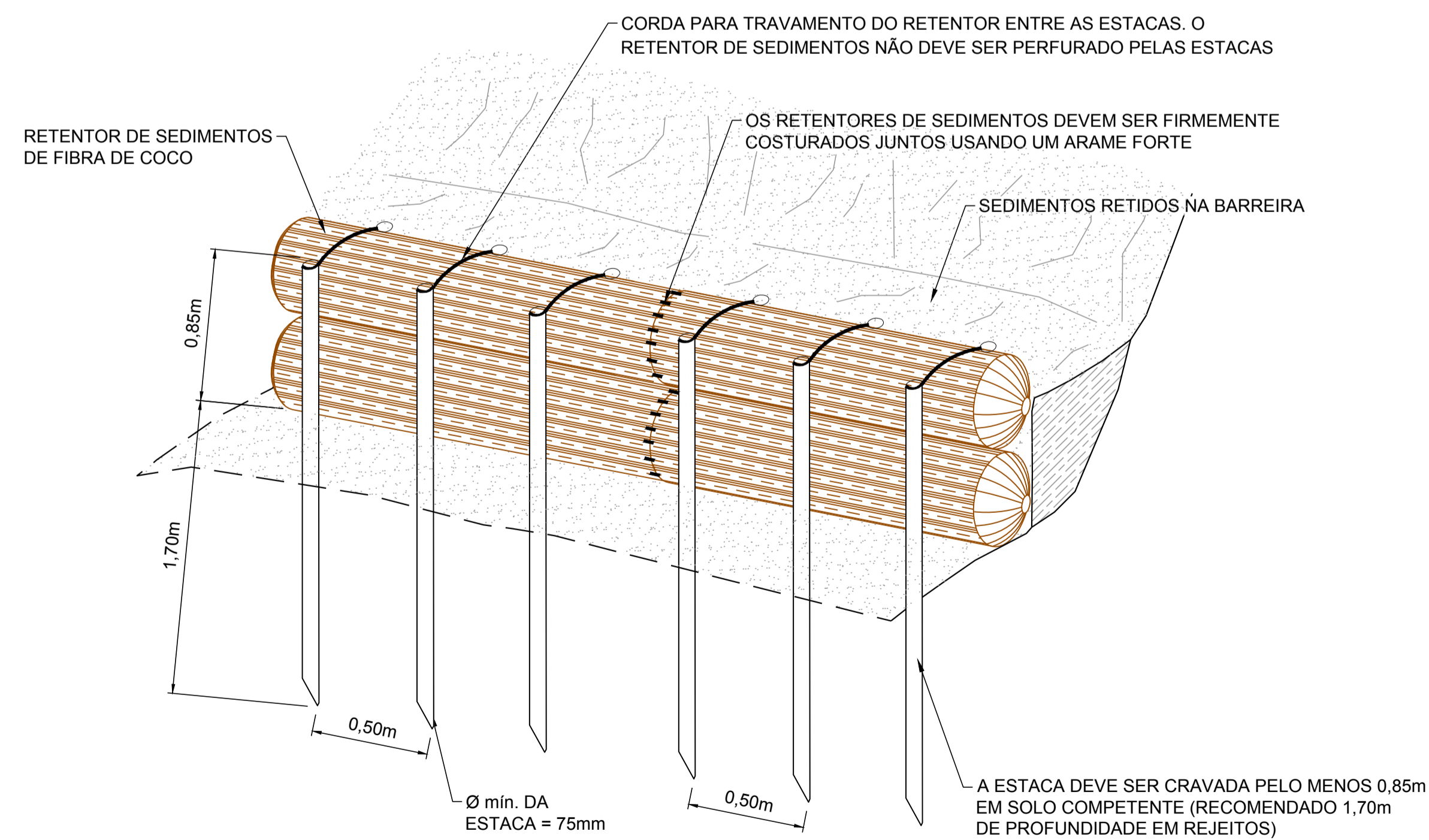
ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A. E NÃO PODEM SER COPIADO, REPRODUZIDO, ALTERADO, DISTRIBUÍDO, SEM SUA AUTORIZAÇÃO.
 ESPESURAS DE LINHAS DA SAMARCO
 1 - VERMELHO - 0,20mm
 2 - AMARELO - 0,25mm
 3 - VERDE - 0,30mm
 4 - AZUL - 0,40mm
 5 - CINZA - 0,50mm
 6 - PRETO - 0,60mm
 7 - BRANCO - 0,80mm
 8 - CINZA - 0,80mm



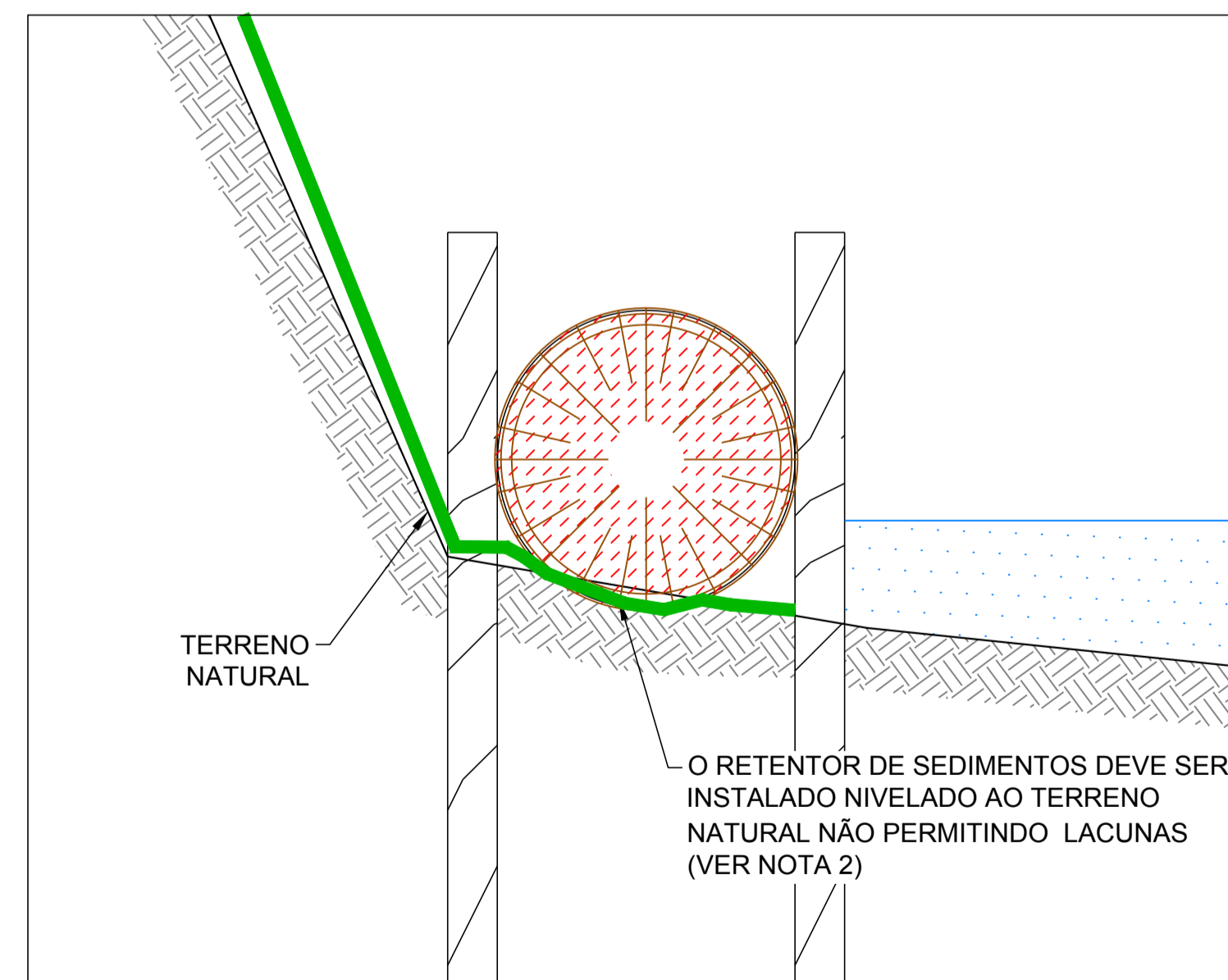
PALIÇADAS COM RETENOR DE SEDIMENTOS PARA TALUDES COM H ≤ 1,50m
SEM ESCALA



DETALHE DA PROTEÇÃO DE PÉ DO TALUDE
SEM ESCALA



PALIÇADAS COM RETENOR DE SEDIMENTOS PARA TALUDES COM H > 1,50m E H ≤ 2,50m
SEM ESCALA



DETALHE DO CONTATO DO RETENOR COM O SOLO
SEM ESCALA

- LEGENDA:**
- BIOMANTA
 - GEOTÊXTIL
 - - - Q2 - NÍVEL D'ÁGUA ESTIMADO PARA VAZÃO COM TEMPO DE RETORNO DE 2 ANOS
 - - - Q10 - NÍVEL D'ÁGUA ESTIMADO PARA VAZÃO COM TEMPO DE RETORNO DE 10 ANOS
 - TERRENO NATURAL A SER ESCAVADO
 - N.A. NÍVEL D'ÁGUA NA ESTAÇÃO SECA
 - ENROCAMENTO

- NOTAS**
1. DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;
 2. PARA BIOMANTA E RETENORES DE SEDIMENTO VER DESENHOS DE REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA E DE DETALHES TÍPICOS;
 3. PARA ENROCAMENTO E GEOTÊXTIL VER DESENHO DE NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA SERVIÇOS GERAIS. O TAMANHO DO BLOCO MÉDIO DO ENROCAMENTO (D₅₀) SERÁ AVALIADO CONFORME CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DE CADA TRECHO DO RIO E SERÁ INDICADO NOS DESENHOS ESPECÍFICOS DE CADA ÁREA.

- DESENHOS DE REFERÊNCIA**
1. REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA: G006900-C-100353;
 2. DETALHES TÍPICOS: G006900-C-100303;
 3. NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - SERVIÇOS GERAIS: G006900-C-100354.

DESENHO No. D1-E26-004_159-515-2282_01-B

T.E. - TIPOS DE EMISSÃO

A - PRELIMINAR	C - P/ CONHECIMENTO	E - P/ CONSTRUÇÃO	G - CONF. CONSTRUÍDO	L - APROVADO
B - P/APROVAÇÃO	D - P/ COTAÇÃO	F - CONF. COMPRADO	H - CANCELADO	

EMISSÃO

DES. RR	26/09/16
PROJ. VE	26/09/16
VERIF. MD	26/09/16
APROV. SC	26/09/16

SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

TÍTULO GERMANO - GERAL
OBRAS EXTERNAS
PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS
CALHA - SEÇÕES TIPO
DETALHES TÍPICOS

ESCALA INDICADA No. SAMARCO G006900-C-100303 REVISÃO 1

Nº	REVISÃO	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
1	P/ APROVAÇÃO - REVISÃO GERAL GOLDER		B	26/09/16	RR	MD	SC	AH
0	P/ APROVAÇÃO		B	22/08/16	LM	MD	MD	AH
Nº								

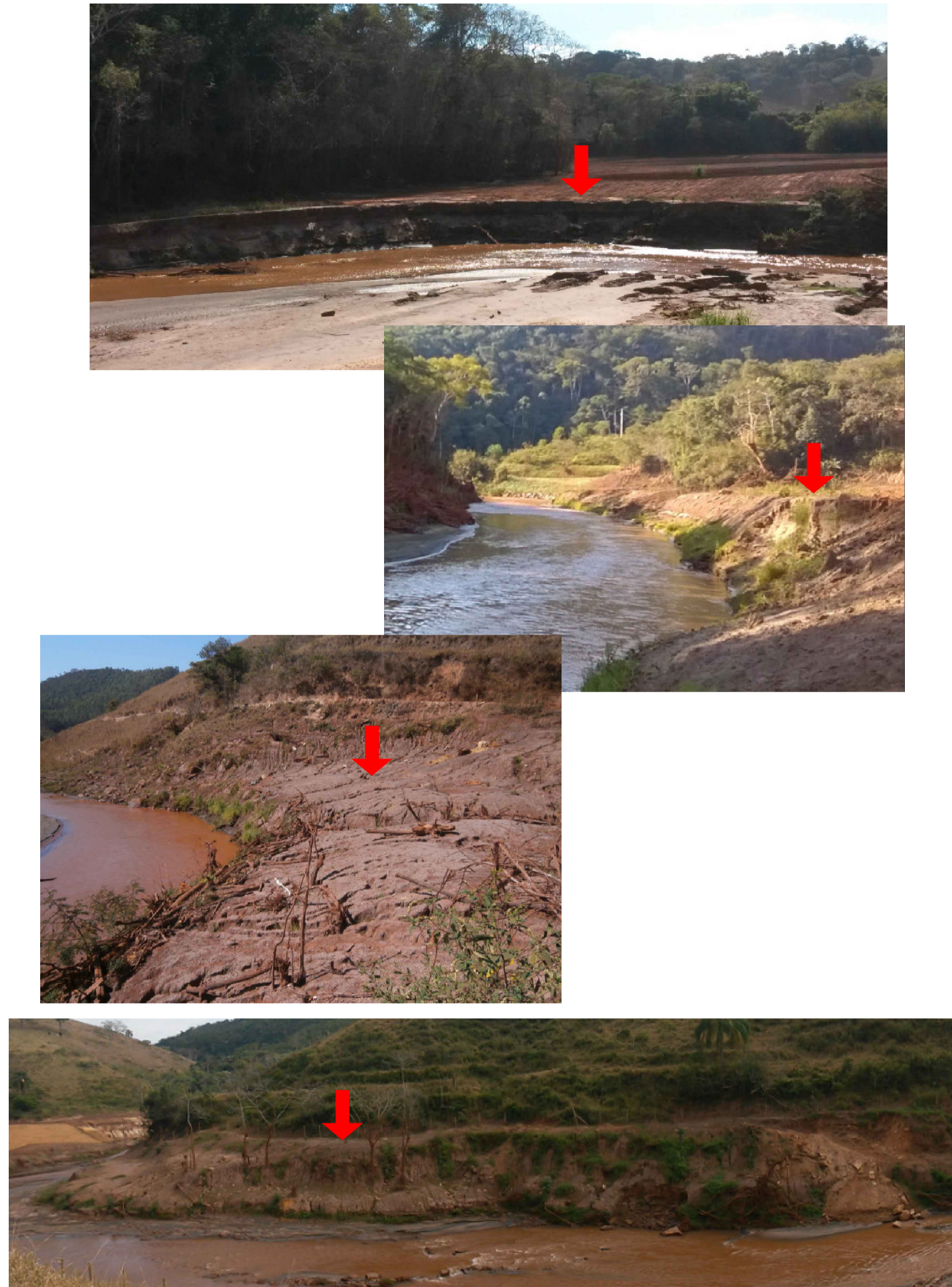
ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A. E NÃO PODEM SER COPIADO, REPRODUZIDO, ALTERADO, REIMPRESSO, SEM A AUTORIZAÇÃO DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

ESPESSURAS DE LINHAS DA SAMARCO
 1 - VERMELHO = 0,20mm
 2 - AMARELO = 0,25mm
 3 - VERDE = 0,30mm
 4 - AZUL = 0,35mm
 5 - CINZA = 0,40mm
 6 - BRANCO = 0,45mm
 7 - PRETO = 0,50mm
 8 - CINZA = 0,60mm

TIPO A - TALUDE EXPOSTO COM PRESENÇA DE PRAIA



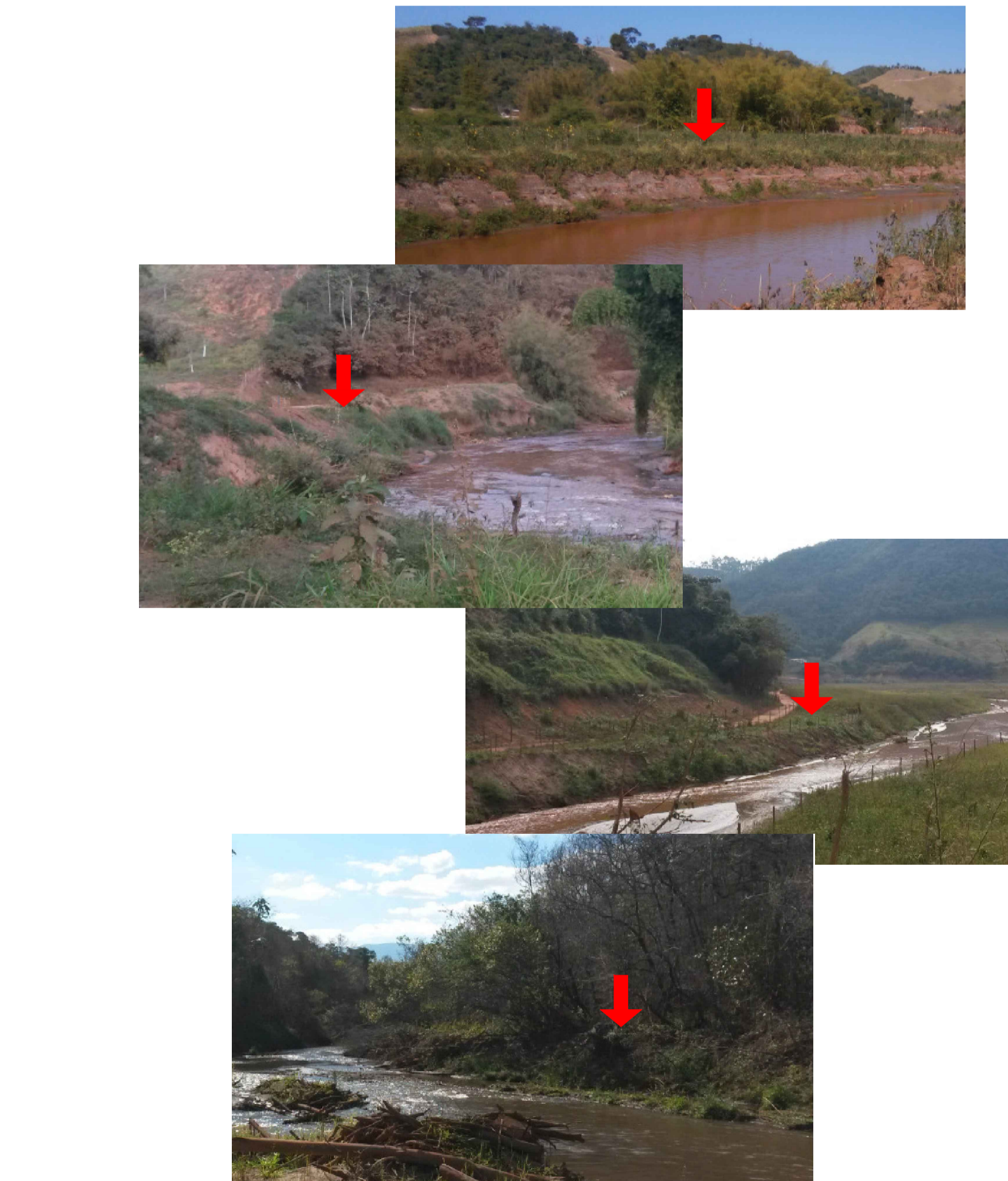
TIPO B - TALUDE EXPOSTO SEM PRESENÇA DE PRAIA (SEM VEGETAÇÃO RESIDUAL OU SISTEMA DE RAIZ)



TIPO C - TALUDE ALTO EXPOSTO COM BERMA INTERMEDIÁRIA (SEM PRESENÇA DE PRAIA)



TIPO D - VEGETAÇÃO ESTABILIZADA E / OU SIGNIFICATIVO SISTEMA DE RAIZ PRESENTE NO LOCAL. NÃO HÁ NECESSIDADE DE OBRAS, ESTES DEVEM SER DEIXADOS SEM PERTURBAÇÕES



TIPO E - LOCAIS FORTEMENTE ERODIDOS NA FACE DO PENHASCO, EXIGINDO PROJETO DE ENGENHARIA DE CONCEPÇÃO ESPECÍFICA PARA CADA LOCAL.

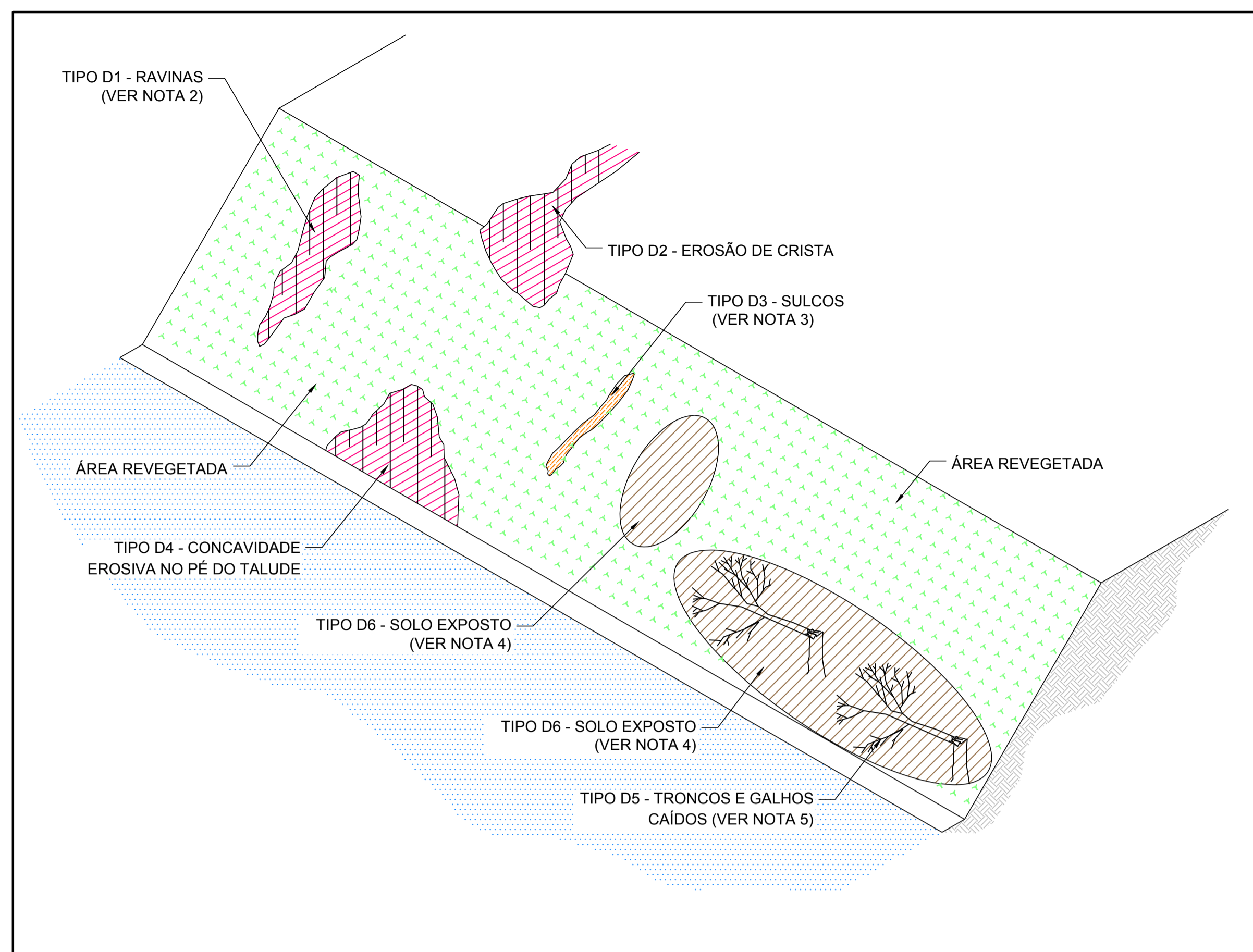


ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A. E NÃO PODEM SER COPIADO, REPRODUZIDO, ALTERADO, TRANSFERIDO, DIVULGADO, SEM A AUTORIZAÇÃO DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

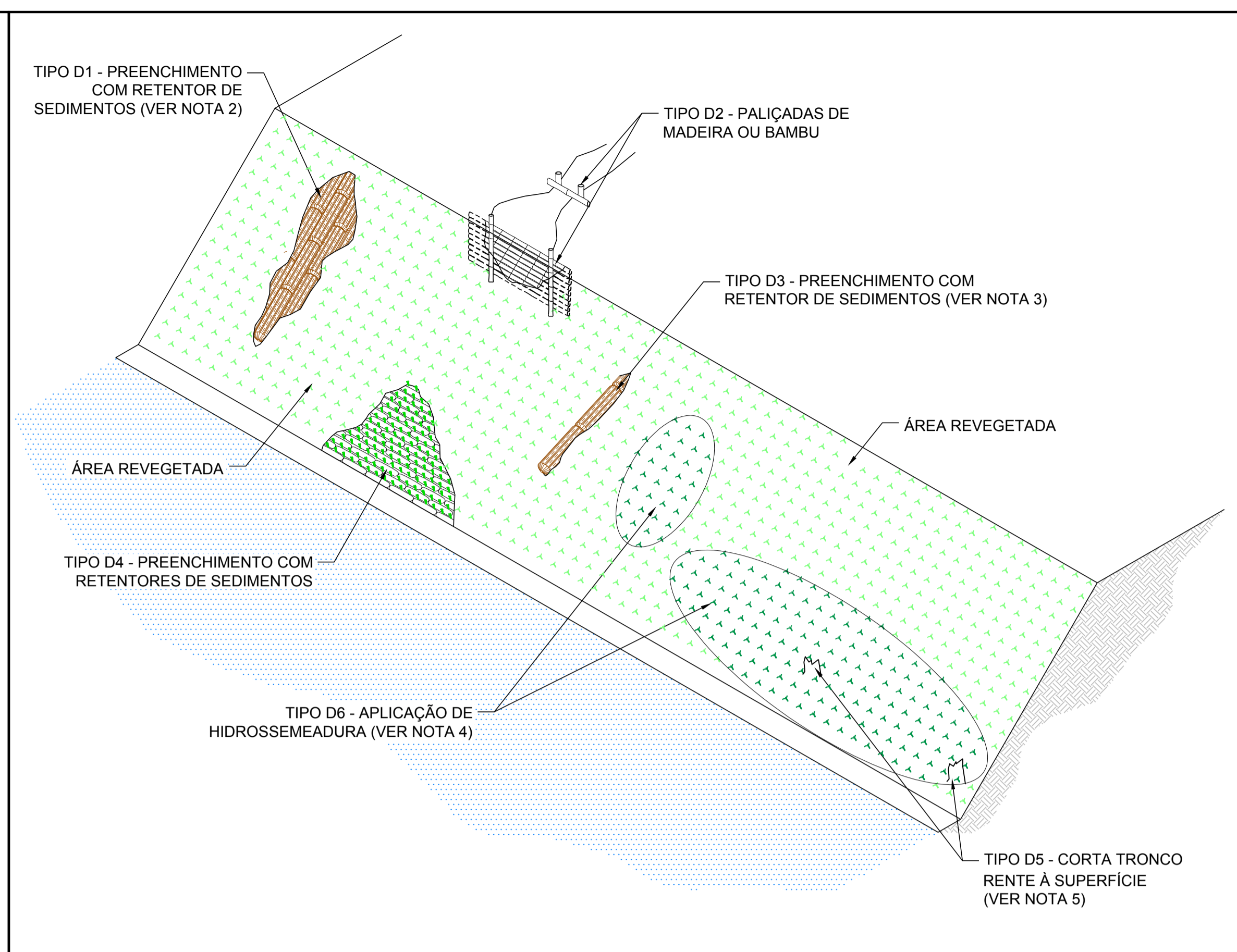
ESPESSURAS DE LINHAS DA SAMARCO
 1 - PRELIMINAR = 0,25mm
 2 - YELLOW = 0,25mm
 3 - GREEN = 0,25mm
 4 - BLUE = 0,25mm
 5 - WHITE = 0,25mm
 6 - BLACK = 0,25mm
 7 - RED = 0,25mm
 8 - GRAY = 0,25mm

NOTAS	
1. DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;	
DESENHOS DE REFERÊNCIA	
DESENHO No. D1-E26-005_159-515-2282_01-J	
T.E. - TIPOS DE EMISSÃO	
A - PRELIMINAR	C - P/ CONHECIMENTO
B - P/APROVAÇÃO	D - P/ COTAÇÃO
E - P/ CONSTRUÇÃO	F - CONF. COMPRADO
G - CONF. CONSTRUÍDO	H - CANCELADO
L - APROVADO	
EMISSÃO	
DES. AC	26/09/16
PROJ. VE	26/09/16
VERIF. MD	26/09/16
APROV. SC	26/09/16
SAMARCO MINERAÇÃO S.A. TÍTULO GERMANO - GERAL OBRAS EXTERNAS PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS EXEMPLOS DE APLICAÇÕES FOTOS	
ESCALA INDICADA	No. SAMARCO G006900-C-100304
REVISÃO	1

Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
1	P/ CONHECIMENTO	C	26/09/16	AC	MD	SC	AH
0	EMISSÃO INICIAL	B	22/08/16	LM	MD	MD	AH



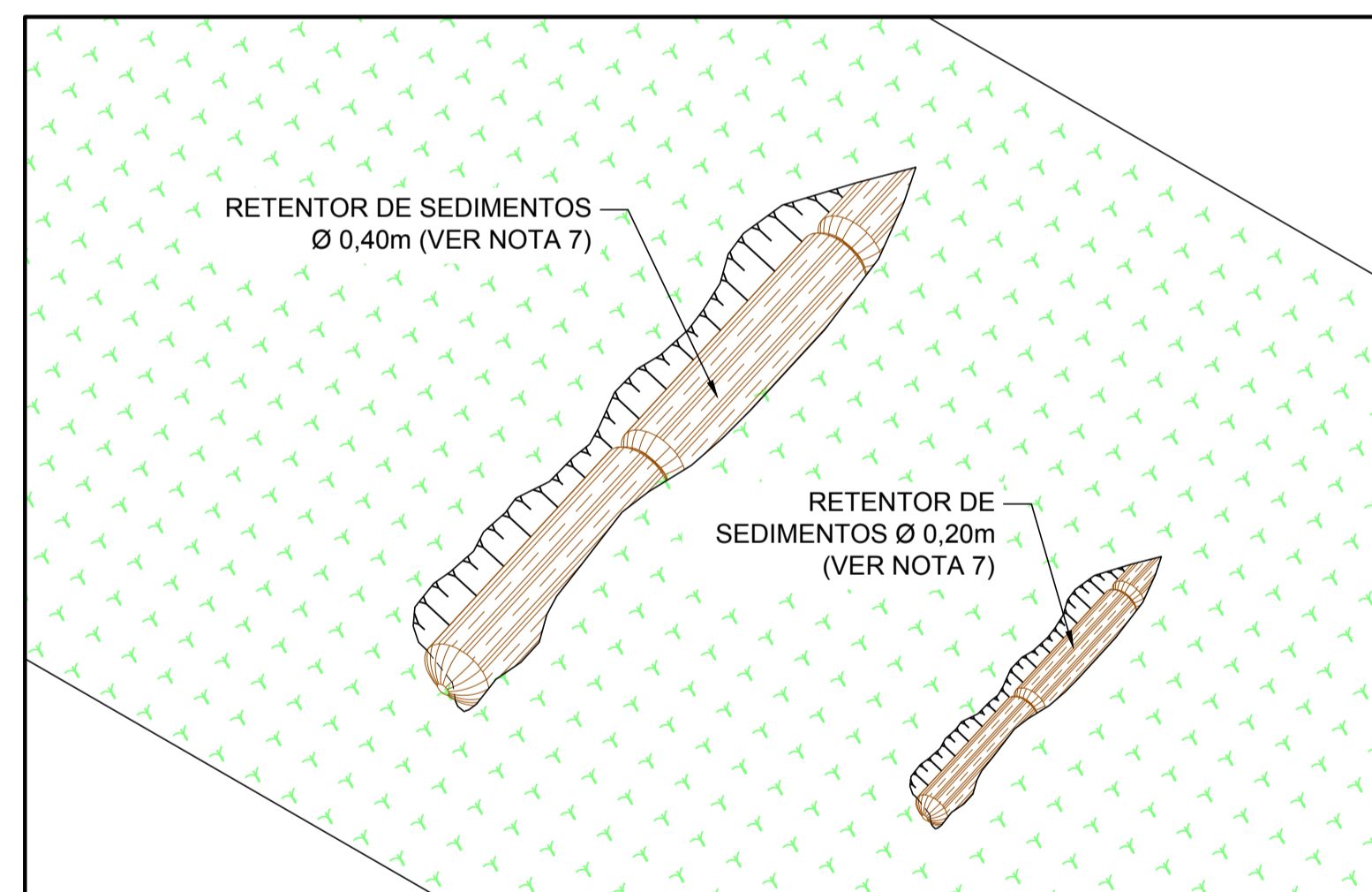
DEFICIÊNCIAS PONTUAIS TÍPICAS DOS TALUDES
SEM ESCALA



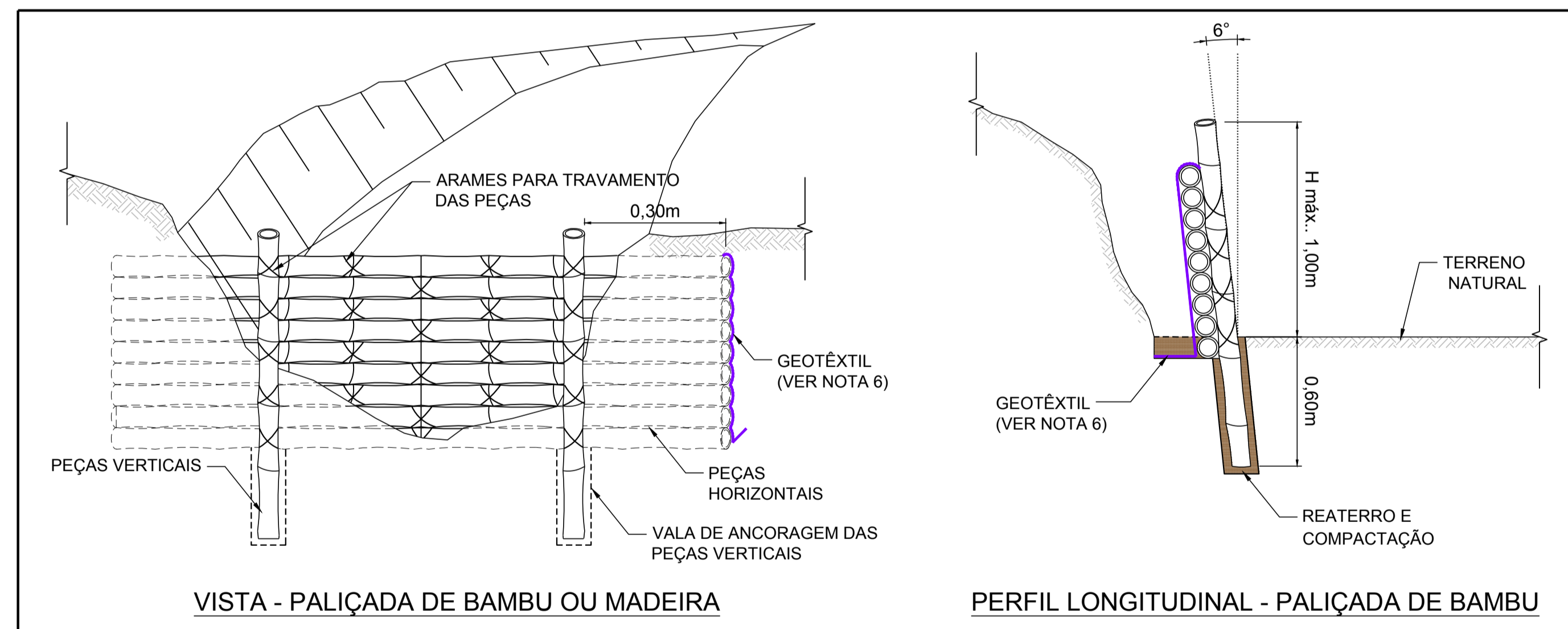
TRATAMENTOS PONTUAIS COM BIOENGENHARIA
SEM ESCALA

LEGENDA:

- GEOTÊXTIL
- ÁGUA
- EROSIÃO
- SOLO EXPOSTO
- REATERRO COMPACTADO



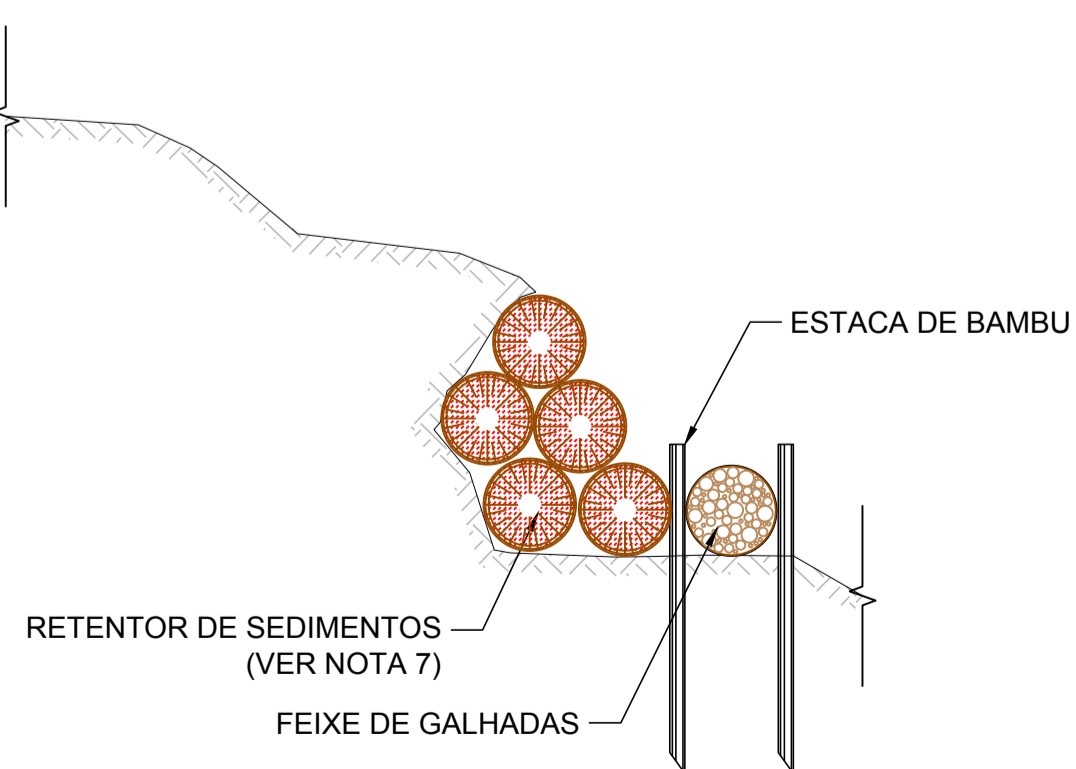
D1 E / OU D3 - PREENCHIMENTO COM RETENTOR DE SEDIMENTOS
SEM ESCALA



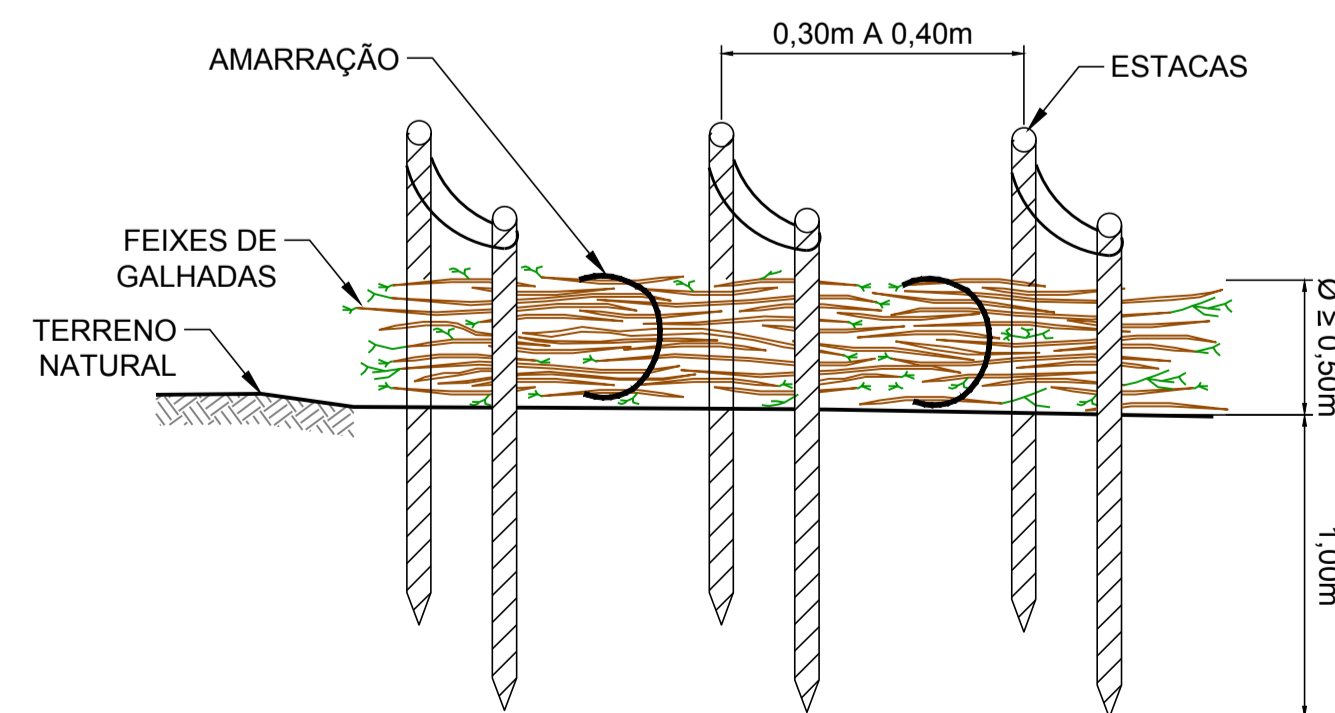
VISTA - PALIÇADA DE BAMBU OU MADEIRA

PERFIL LONGITUDINAL - PALIÇADA DE BAMBU

D2 - PALIÇADA DE MADEIRA OU BAMBU
SEM ESCALA



D4 - RETENTOR DE SEDIMENTOS NO PÉ DO TALUDE
SEM ESCALA



D5 - FEIXE DE GALHADAS
SEM ESCALA

- NOTAS
- DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;
 - SÃO CONSIDERADAS RAVINAS AS EROSIÕES NOS TALUDES COM LARGURA MAIOR QUE 0,50m;
 - SÃO CONSIDERADAS SULCOS AS EROSIÕES NOS TALUDES COM LARGURA MENOR QUE 0,50m;
 - NAS ÁREAS EM QUE HOUVER DEFICIÊNCIA NA COBERTURA VEGETAL DEVERÃO SER REALIZADOS OS TRABALHOS DE REVEGETAÇÃO POR SEMEIO MANUAL OU HIDROSSEMEADURA;
 - OS TRONCOS DAS ÁRVORES DERRUBADAS QUE PERMANECERAM ENRAIZADOS DEVERÃO SER COTADOS RENTE À SUPERFÍCIE DO TALUDE. APÓS RETIRADA DO MATERIAL DE GALHADAS, NAS ÁREAS EM QUE HOUVER DEFICIÊNCIA NA COBERTURA VEGETAL DEVERÃO SER REALIZADOS OS TRABALHOS DE REVEGETAÇÃO POR SEMEIO MANUAL OU HIDROSSEMEADURA. OS GALHOS DEVERÃO SER UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE FEIXES DE GALHADAS;
 - PARA GEOTÊXTIL VER DESENHO DE NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA SERVIÇOS GERAIS;
 - PARA BIOMANTA, RETENTORES DE SEDIMENTO E REVEGETAÇÃO VER DESENHOS DE REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA, DE NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA SERVIÇOS DE BIOENGENHARIA E DE DETALHES TÍPICOS.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

- NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - SERVIÇOS GERAIS: G006900-C-100354;
- NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - BIOENGENHARIA: G006900-C-100356;
- REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA: G006900-C-100353;
- DETALHES TÍPICOS: G006900-C-100303;
- EXEMPLOS DE APLICAÇÕES: G006900-C-100304.



DESENHO No.
D1-E26-006_159-515-2282_00-B

T.E. - TIPOS DE EMISSÃO

A - PRELIMINAR C - P/ CONHECIMENTO E - P/ CONSTRUÇÃO G - CONF. CONSTRUÍDO L - APROVADO
B - P/APROVAÇÃO D - P/ COTAÇÃO F - CONF. COMPRADO H - CANCELADO

EMISSÃO

DES. RR	26/09/16	TÍTULO GERMANO - GERAL		REVISÃO	0
PROJ. DO	26/09/16	OBRAS EXTERNAS			
VERIF. MD	26/09/16	PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS			
APROV. SC	26/09/16	CALHA - SEÇÃO TIPO 'D'			
		SOLUÇÕES TÍPICAS PONTUAIS E DETALHES			
ESCALA	No. SAMARCO	SEM ESCALA		G006900-C-100341	

REVISÃO	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
0	26/09/16	RR	MD	SC	AH
Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.

ESPESURAS DE LINHAS DA SAMARCO
 1 - AMARELO = 0,20mm
 2 - VERDE = 0,25mm
 3 - AZUL = 0,30mm
 4 - VERMELHO = 0,40mm
 5 - CINZA = 0,50mm
 6 - BRANCO = 0,60mm
 7 - PRETO = 0,80mm
 8 - VERMELHO = 0,80mm

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA SAMARCO
 MINERAÇÃO S.A. E NÃO PODEM SER COPIADO,
 REPRODUZIDO, SUBMETIDO A TERCEIROS SEM
 SUA AUTORIZAÇÃO.



ANEXO C

Cronograma preliminar

Atividade	Quantidade	Duração	Início	Fim	Meses	Gantt Chart																							
						Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Equipe Infraestrutura (Barra Longa)																													
Barra Longa																													
Trecho 33 (BFL_BL_33) - Área Prioritária 15																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 15																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Barra longa após ponte morro vermelho																													
Trechos 34 e 35 (CN_34 e BFS_35) - Área Prioritária 15																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 15																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Frente A (Gesteira e Barra Longa)																													
Gesteira - Trecho entre Alvito e Tomazinho																													
Trecho 27 (BFL_27) - Área Prioritária 06																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 6																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Planície larga à Jusante de Gesteira																													
BFS_26 - Área Prioritária 09																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 9																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Rio do Carmo em Barra Longa																													
CAR_01 - Área Prioritária 14																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 14																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Planície de Inundação de Paracatu de Cima																													
Trecho 10 (BFS_10) - Área Prioritária 08																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 8																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Planície de Inundação de Paracatu de Baixo																													
Trecho 11 (BFL_11) e TG26 a 31 - Área Prioritária 05																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 5																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Paracatu e Pedras																													
Pedras																													
Trecho 17 (BFL_17) - Área Prioritária 07																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 7																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Frente C (Bicas)																													
PCH Bicas																													
Trechos 4 e 5 (NR_04 / CF_05) - Área Prioritária 13																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 13																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Bicas																													
Trecho 06 (NR_06 e TG15 a 17) - Área Prioritária 11																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 11																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Ponte do Gama																													
Trecho 08 (BFS_08) - Área Prioritária 10																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 10																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Frente D (Camargos)																													
Alto Gualaxo do Norte																													
Trecho 01 (TG01/02/03/05 e BFS_01) - Área Prioritária 03																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 3																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													
Córrego Camargos																													
TG04 - Área Prioritária 04																													
Levantamento de Campo																													
Elaboração de projetos de engenharia - Área 4																													
Obras de infraestrutura preliminar																													
Obras de Bio-engenharia																													

Como uma organização global de propriedade de seus colaboradores e mais de 50 anos de experiência, a Golder Associates é conduzida pelo nosso propósito de apoiar o desenvolvimento e preservar a integridade da Terra. Fornecemos soluções que ajudam nossos clientes a alcançarem seus objetivos de desenvolvimento sustentável, oferecendo-lhes uma ampla gama de serviços independentes de consultoria, projeto e gestão da construção em nossas áreas de especialização da engenharia da terra, do meio ambiente e da energia.

Para maiores informações, visite golder.com

África	+ 27 11 254 4800
Ásia	+ 86 21 6258 5522
Oceania	+ 61 3 8862 3500
Europa	+ 44 1628 851851
América do Norte	+ 1 800 275 3281
América do Sul	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda.
Rua Pernambuco, 1000 - 10º andar
Bairro Funcionários
Belo Horizonte - MG
CEP: 30.130-151
Brasil
T: +55 (31) 2121 9800

