



Maio, 2017

PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS

CRITÉRIOS DE PROJETO

Preparado para:

Fundação Renova

RELATÓRIO

Número do Relatório: G006900-G-1RT100_R-00/RT-E26-002_159-515-2282_00-B

Distribuição:

1 e-cópia - Fundação Renova

1 cópia - Golder Associates Brasil Consultoria e
Projetos Ltda.





Registro da Versão

Descrição	Versão	Data	Modo de Envio
Emissão Inicial	00	05/05/2017	FTP



ÍNDICE

1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	OBJETIVO	3
3.0	ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	3
4.0	ÁREAS PRIORITÁRIAS E NÃO PRIORITÁRIAS	3
5.0	PREMISSAS	5
5.1	Reconformação de Calhas e Margens	5
5.2	Controle de Processos Erosivos	5
6.0	INFORMAÇÕES BÁSICAS	6
6.1	Coordenadas e Elevações	6
6.2	Topografia	6
7.0	CRITÉRIOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS	6
7.1	Precipitação	7
7.1.1	Isoietas de precipitação	7
7.1.2	Chuva de projeto	7
7.2	Vazões de Projeto	10
7.2.1	Rios principais	10
7.2.2	Dispositivos de drenagem e controle de erosão nas planícies de inundação	11
8.0	PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA CALHA DOS RIOS PRINCIPAIS	11
8.1	Modelagem Hidráulica dos Rios Principais	11
8.2	Seções Tipo	12
8.3	Definição dos Subtipos	12
8.4	Dimensionamento do Enrocamento	13
8.5	Velocidade Máxima Admissível para Biomanta	15
9.0	PROJETO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM E CONTROLE DE EROSÃO	16
10.0	EQUIPE TÉCNICA	17
11.0	BIBLIOGRAFIA	17

TABELAS

Tabela 1:	Áreas prioritárias	3
Tabela 2:	Áreas não prioritárias	4
Tabela 3:	Base topográfica disponibilizadas pela Fundação Renova	6
Tabela 4:	Estações pluviométricas consideradas no estudo	8



Tabela 5: Precipitações diárias máximas anuais da série sintética – Fazenda Água Limpa Jusante (Código ANA 2043056) e Colégio Caraça (Código ANA 2043059).....	9
Tabela 6: Altura-duração-frequência – Série sintética – Fazenda Água Limpa Jusante (Código ANA 2043056) e Colégio Caraça (Código ANA 2043059).....	10
Tabela 7: Descrição e critérios para definição dos subtipos	12
Tabela 8: Diâmetro médio dos blocos de enrocamento adotados no projeto.....	14
Tabela 9: Equipe técnica.....	17

FIGURAS

Figura 1: Isoietas anuais médias nas bacias dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo.	7
Figura 2: Curvas de dupla massa.	8
Figura 3: Velocidade do escoamento x D50 para diferentes declividades de talude.	15

ANEXOS

Anexo A

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS E NÃO PRIORITÁRIAS

Anexo B

DESENHOS



1.0 INTRODUÇÃO

A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. (Golder) foi contratada pela Samarco Mineração S.A. (Samarco) para projetar e fornecer serviços de campo para regularização ambiental e controle de processos erosivos das calhas e planícies de inundação dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, no trecho a montante da UHE Risoleta Neves (Candonga), afetados pelo rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, localizada no Complexo Industrial de Germano, município de Mariana - MG.

Recentemente o programa geral de recuperação ambiental e compensação para o rompimento da barragem de Fundão foi transferido da Samarco para a Fundação Renova (Fundação).

Neste documento, o termo “rios principais” é utilizado para a calha dos cursos de água mencionados acima e suas planícies de inundação, excluindo-se os seus afluentes.

2.0 OBJETIVO

O objetivo deste documento é apresentar os critérios utilizados para desenvolvimento do projeto de recuperação ambiental dos rios principais, afetados pelo rompimento da barragem de rejeitos de Fundão.

3.0 ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

A área de abrangência do escopo do presente trabalho corresponde às calhas e planícies de inundação dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, no trecho que se inicia no rio Gualaxo do Norte cerca de 5 km a montante da afluição do córrego Santarém e tem seu final na UHE Risoleta Neves (Candonga).

Excluem-se do escopo do presente projeto a sub-bacia do córrego Santarém a montante dos diques S3 e S4 e os tributários dos rios principais, sendo esses últimos objetos de projetos específicos desenvolvidos pela Golder.

4.0 ÁREAS PRIORITÁRIAS E NÃO PRIORITÁRIAS

A Golder realizou um estudo geomorfológico, que juntamente com outros estudos compôs a “Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão” (GOLDER, 2016a), em que foram mapeadas 27 (vinte e sete) áreas, sendo 16 (dezesesseis) áreas de alta prioridade e 11 (onze) áreas de baixa prioridade. As prioridades foram classificadas em função do potencial dessas áreas de contribuir com rejeitos para os rios principais.

Dentro do projeto de recuperação dos rios principais, as áreas de alta e baixa prioridade são denominadas de áreas prioritárias e não prioritárias, respectivamente, e são apresentadas nas **Tabelas 1 e 2**.

Tabela 1: Áreas prioritárias

Nº Área Prioritária	Curso de Água
1	Córrego Santarém
2	Córrego Mirandinha
3	Rio Gualaxo do Norte
4	Córrego Camargo
5	Rio Gualaxo do Norte
6	Rio Gualaxo do Norte



Nº Área Prioritária	Curso de Água
7	Rio Gualaxo do Norte
8	Rio Gualaxo do Norte
9	Rio Gualaxo do Norte
10	Rio Gualaxo do Norte
11	Rio Gualaxo do Norte
12	Córrego Santarém
13	Rio Gualaxo do Norte
14	Rio do Carmo (montante da confluência com o rio Gualaxo do Norte)
15	Rio Gualaxo do Norte (trecho final) e rio do Carmo (jusante da confluência com o rio Gualaxo do Norte)
16	Rio Doce (trecho do reservatório de Candonga)

Tabela 2: Áreas não prioritárias

Nº Área Não Prioritária	Curso de Água
17	Córrego do Fraga
18	Córrego Ouro Fino
19	Rio Gualaxo do Norte
20	Rio Gualaxo do Norte
21	Rio Gualaxo do Norte
22	Rio Gualaxo do Norte
23	Rio Gualaxo do Norte
24	Rio Gualaxo do Norte
25	Rio Gualaxo do Norte
26	Rio do Carmo
27	Rio do Carmo e rio Doce

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

- As áreas prioritárias 1, 2 e 12 e as não prioritárias 17 e 18 se localizam na sub bacia do córrego Santarém, a montante dos eixos dos diques S3 e S4, na área de influência de seus reservatórios;
- A área prioritária 16, corresponde ao reservatório de Candonga, onde já estão em curso as medidas de dragagem.

Pelos motivos específicos supramencionados os projetos e intervenções para as áreas prioritárias 1, 2, 12 e 16, e não prioritárias 17 e 18, não serão realizados no âmbito do projeto em questão de recuperação ambiental de rios principais.

Ressalta-se ainda que apesar da área 4 corresponder ao córrego Camargo ou tributário TG04 (tributário 4 do rio Gualaxo do Norte), as intervenções para esse curso de água e suas planícies de inundação serão realizadas no âmbito do projeto em questão (recuperação de rios principais) e não de recuperação de tributários.



A distribuição espacial das áreas prioritárias e não prioritárias que são objeto do presente trabalho é apresentada nos desenhos dos mapas de localização disponíveis no **Anexo A**.

5.0 PREMISSAS

Premissas distintas e separadas se aplicam às intervenções propostas para as calhas e planícies de inundação dos rios principais. A Golder tomou como base as condições de degradação encontradas em inspeções de campo para desenvolver projetos apropriados para cada trecho de cada uma das prioritárias e não prioritárias. As premissas consideradas para definir as soluções aplicáveis em cada caso são apresentadas a seguir.

5.1 Reconformação de Calhas e Margens

- A morfologia do canal deve ser mantida o mais próximo possível da sua condição original (pré-rompimento);
- Movimentações de terra e rejeitos que possam levar ao aporte de sedimentos ao leito do rio devem ser minimizados;
- Movimentação dos rejeitos e sedimentos depositados no leito do rio devem ser minimizados;
- Materiais depositados ao longo dos cursos de água, como pedaços de madeira, devem ser aproveitados;
- O distúrbio nas margens do canal deve ser minimizado;
- A reconformação de áreas onde a vegetação natural já se restabeleceu deve ser evitada para melhorar a estabilização das margens;
- Da mesma forma, deve ser evitada a reconformação de áreas onde existem remanescentes da vegetação ripária (ex.: sistema radicular);
- Técnicas de bioengenharia, conjugando materiais inertes com elementos vivos, devem ser favorecidas em detrimento às soluções de engenharia pesada, como o revestimento com rochas;
- As intervenções realizadas devem ser monitoradas e reparadas até que a área seja estabilizada e integrada com o ambiente de entorno.

5.2 Controle de Processos Erosivos

- A erosão produzida pelo escoamento superficial nas áreas impactadas deve ser minimizada;
- O escoamento superficial “limpo” deve ser desviado a montante das áreas impactadas e drenado para a calha dos rios;
- A movimentação de terra em áreas naturais deve ser minimizada;
- Drenagem superficial adequada nas áreas impactadas deve ser implantada;
- Todas as áreas impactadas devem ser revegetadas;
- Assim como para a calha dos rios, as intervenções realizadas para controle de erosão devem ser monitoradas e reparadas até que a área seja estabilizada e integrada com o ambiente de entorno.



6.0 INFORMAÇÕES BÁSICAS

6.1 Coordenadas e Elevações

Todas as coordenadas e elevações estão georreferenciadas no sistema UTM (Universal Transverse Mercator) de acordo com o *datum* SIRGAS 2000.

6.2 Topografia

A geometria das áreas trabalhadas foi caracterizada segundo levantamentos topográficos a laser (LiDAR) disponibilizados pela Fundação Renova, conforme detalhado na **Tabela 3**.

Tabela 3: Base topográficas disponibilizadas pela Fundação Renova

Áreas	Descrição	Data Aproximada do Levantamento
Áreas prioritárias 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13 e 15; Áreas não prioritárias 19 e 21	Levantamento planialtimétrico de tributários realizado pela Arya Inventário Territorial / Fiducial Engenharia e Aerolevantamentos	Fevereiro/2016
Área não prioritária 20	Topografia obtida por aerolevantamento para perfilamento do sensor laser scanner LiDAR-OPTECH realizado pela Topocart	Agosto/2016
Áreas prioritárias 7, 9 e 14; Áreas não prioritárias 22, 23, 24, 25, 26 e 27	Topografia obtida por aerolevantamento para perfilamento do sensor laser scanner LiDAR-OPTECH realizado pela Arya Inventário Territorial / Fiducial Engenharia e Aerolevantamentos	Setembro/2016

Para o projeto da área prioritária 15 foi utilizado ainda o levantamento batimétrico de trechos das calhas dos rios do Carmo e Gualaxo do Norte, no município de Barra Longa, realizado em março de 2016 pela ERG Engenharia, contratada pela Golder. Para os projetos das demais áreas prioritárias e não prioritárias não havia levantamento batimétrico disponível.

7.0 CRITÉRIOS DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos para a determinação das vazões de projeto foram realizados com dois objetivos diferentes:

- Modelagem hidráulica para determinação das velocidades e níveis de água nos rios principais - rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce;
- Dimensionamento dos dispositivos de drenagem e controle de erosão nas planícies de inundação.

As informações de precipitação utilizadas e as metodologias adotadas para o cálculo das vazões de projeto são apresentadas a seguir.



7.1 Precipitação

7.1.1 Isoietas de precipitação

A metodologia de cálculo das vazões de projeto utilizadas na modelagem hidráulica para determinação das velocidades e níveis de água nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, apresentada mais à frente, requer a utilização de isoietas de precipitação média anual. As vazões no rio Doce, entretanto, foram calculadas a partir da transferência (regionalização) de vazões considerando apenas a área de drenagem como variável de regionalização.

O documento G006900-G-1RT101 elaborado pela Golder (2016b) apresenta os estudos hidrológicos e hidráulicos realizados para a modelagem dos rios principais, incluindo a metodologia de obtenção das isoietas conforme descrita em Pinheiro (2011).

A **Figura 1** apresenta as isoietas sobrepostas às bacias hidrográficas do rio Gualaxo do Norte e rio do Carmo.

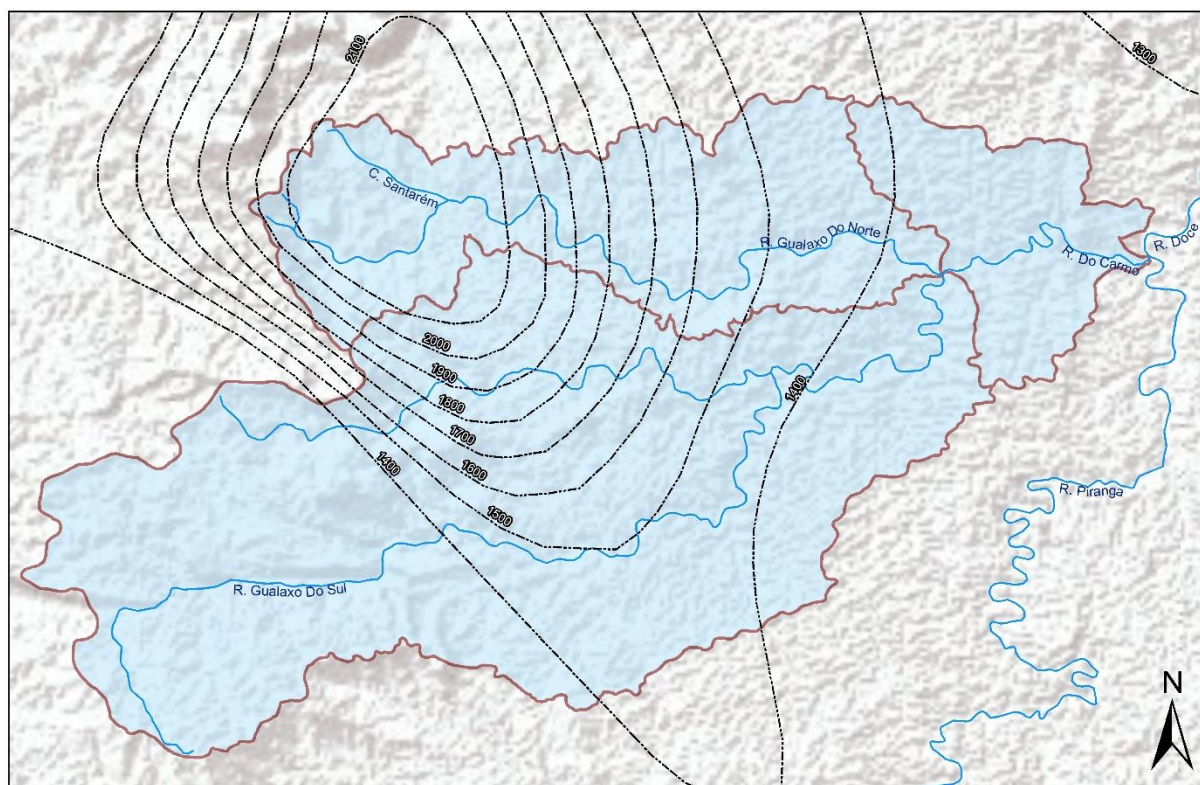


Figura 1: Isoietas anuais médias nas bacias dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo.

Fonte: Adaptado de Pinheiro, 2011.

7.1.2 Chuva de projeto

Como será apresentado em item a seguir, o método Racional é a metodologia adotada para o cálculo das vazões de projeto para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem das planícies de inundação das áreas prioritária e não prioritárias. Assim, para aplicação desse método, faz-se necessária a utilização de uma chuva de projeto.

Para as áreas em estudo, a chuva de projeto adotada foi a mesma obtida para o Projeto de Recuperação Ambiental dos Tributários, na região de estudo denominada de Área A, que compreende a região da barragem de Santarém até o tributário TG43, inclusive. Os estudos hidrológicos desenvolvidos para os tributários estão apresentados no documento G006900-C-1RT148 (GOLDER, 2017a).



A chuva de projeto foi obtida a partir de uma série sintética de precipitação criada para a área do estudo. Para a construção dessa série sintética foram considerados os dados diários de precipitação disponíveis no Sistema de Informações Hidrológica Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016), bem como dados de precipitação monitorados pela Samarco. As informações básicas das estações pluviométricas consideradas neste estudo são apresentadas na **Tabela 4**.

Tabela 4: Estações pluviométricas consideradas no estudo

Código ANA	Nome da Estação	Município	Coordenadas Geográficas		Período de Dados
			Latitude S	Longitude W	
2043056	Fazenda Água Limpa Jusante	Ouro Preto	20°18'19"	43°36'59"	1984–2015
2043059	Colégio Caraça	Santa Bárbara	20°05'49"	43°29'17"	1983–2014
N/A	Monitoramento Local Samarco	Mariana	Desconhecido	Desconhecido	2003–2015

A série sintética de dados foi criada utilizando os valores médios entre as estações Fazenda Água Limpa Jusante (código ANA 2043056) e Colégio Caraça (código ANA 2043059).

Curvas de dupla massa foram traçadas para comparar as acumulações de precipitação a longo termo. Na **Figura 2** são apresentadas as curvas de dupla massa para a precipitação acumulada da estação alvo plotada versus a precipitação média regional acumulada, com exceção da estação local Samarco para a qual somente a precipitação acumulada é representada graficamente.

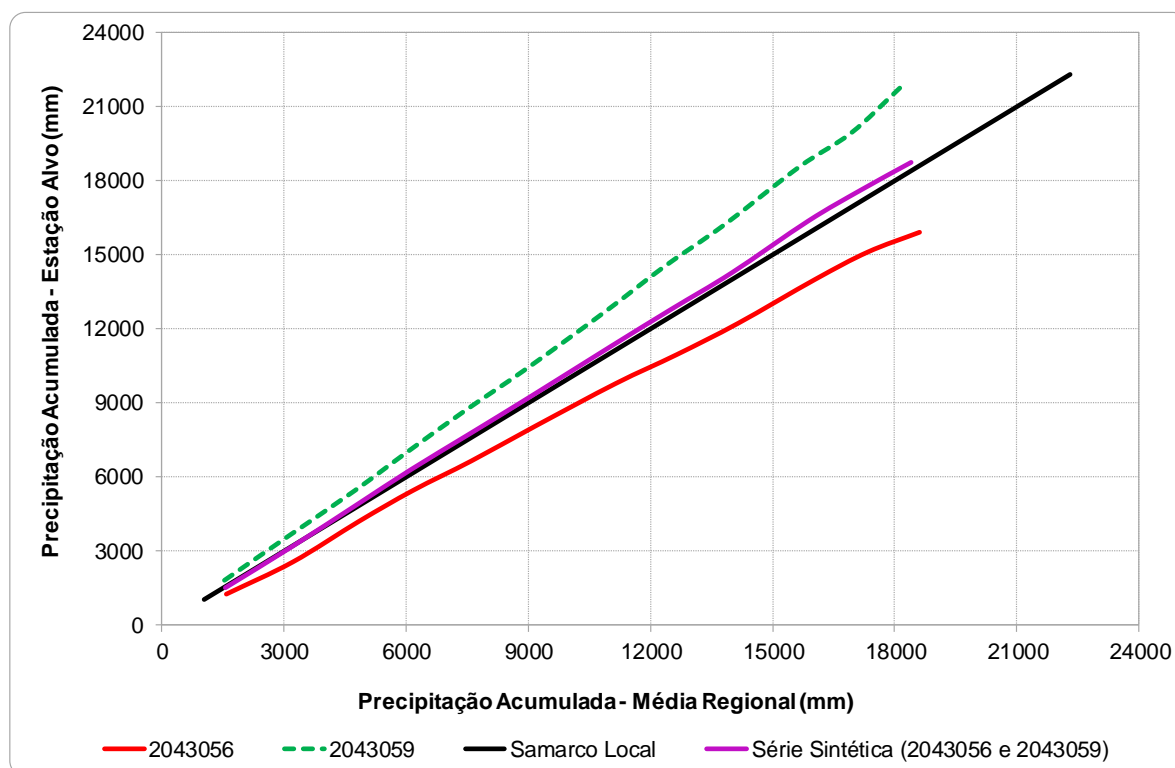


Figura 2: Curvas de dupla massa.

Considerando a similaridade entre os dados sintéticos e o monitoramento de dados locais pela Samarco, o regime de chuvas da área em estudo pode ser bem representado pelos valores médios entre as estações



Fazenda Água Limpa Jusante e Colégio Caraça, que apresenta uma precipitação média anual igual a 1676 mm.

As alturas de chuva de projeto foram obtidas a partir de uma análise da frequência das precipitações diárias máximas anuais para a série histórica sintética. O ano hidrológico da região de estudo (1º de outubro de um determinado ano a 30 de setembro do ano consecutivo) foi considerado para determinar a precipitação máxima anual.

A **Tabela 5** apresenta a série de precipitações diárias máximas anuais considerada para a análise de frequência.

Tabela 5: Precipitações diárias máximas anuais da série sintética – Fazenda Água Limpa Jusante (Código ANA 2043056) e Colégio Caraça (Código ANA 2043059).

Ano Hidrológico	Precip. Anual Máxima (mm)	Ano Hidrológico	Precip. Anual Máxima (mm)	Ano Hidrológico	Precip. Anual Máxima (mm)	Ano Hidrológico	Precip. Anual Máxima (mm)
1982–1983	136,0	1990–1991	79,7	1998–1999	47,8	2006–2007	51,8
1983–1984	90,0	1991–1992	113,0	1999–2000	90,2	2007–2008	81,6
1984–1985	83,4	1992–1993	129,0	2000–2001	82,5	2008–2009	112,0
1985–1986	136,0	1993–1994	79,0	2001–2002	71,3	2009–2010	66,6
1986–1987	70,0	1994–1995	103,0	2002–2003	99,3	2010–2011	81,4
1987–1988	74,1	1995–1996	125,0	2003–2004	79,8	2011–2012	121,0
1988–1989	50,2	1996–1997	120,0	2004–2005	69,0	2012–2013	52,8
1989–1990	96,2	1997–1998	56,2	2005–2006	66,0	2013–2014	62,5

A análise da frequência das séries de máximos anuais foi realizada utilizando o software ALEA (Análise de Frequência Local de Eventos Anuais) desenvolvido por Lima e Naghettini (2016).

A distribuição de Gumbel, uma distribuição de probabilidade normalmente utilizada para modelar os máximos de um conjunto de dados, foi escolhida por apresentar um bom ajuste à amostra de dados. O método de momentos foi adotado, e o valor p-valor obtido para o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (CHAKRAVATI *et al.* 1967) foi igual a 0,88.

Para calcular o evento máximo de chuva de 24 horas os valores de precipitação de um (1) dia de duração foram multiplicados por um fator de ajuste fixo igual a 1,14, conforme recomendado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1986).

O coeficiente de desagregação (C24) sugerido por Silveira (2000) foi utilizado para transformar a altura de precipitação de 24 horas em eventos com durações inferiores para todos os períodos de retorno

O resultado da análise de frequência em termos das alturas de precipitação associadas a diferentes tempos de retorno e durações até 24 horas é apresentado na **Tabela 6**.



Tabela 6: Altura-duração-frequência – Série sintética – Fazenda Água Limpa Jusante (Código ANA 2043056) e Colégio Caraça (Código ANA 2043059).

Duração	Altura de Precipitação (mm)										
	Tempo de Retorno (anos)										
	1,01	2,33	5	10	25	50	100	200	500	1.000	10.000
5 min	5,10	10,1	12,2	14,0	16,2	17,9	19,5	21,2	23,3	25,0	30,4
10 min	8,76	17,3	21,0	24,0	27,9	30,7	33,5	36,3	40,1	42,9	52,2
15 min	11,2	22,1	26,8	30,7	35,6	39,2	42,8	46,4	51,2	54,7	66,6
20 min	13,0	25,7	31,2	35,8	41,5	45,7	49,9	54,1	59,6	63,7	77,6
25 min	14,5	28,6	34,8	39,8	46,2	50,9	55,6	60,3	66,4	71,0	86,5
30 min	15,8	31,1	37,8	43,3	50,2	55,3	60,4	65,5	72,2	77,2	94,0
1 h	20,9	41,2	50,1	57,3	66,4	73,2	79,9	86,6	95,5	102	124
2 h	26,4	52,1	63,4	72,5	84,1	92,7	101	110	121	129	157
4 h	32,4	63,9	77,7	89,0	103,1	114	124	135	148	159	193
6 h	36,1	71,2	86,6	99,1	114,9	127	138	150	165	177	215
8 h	38,8	76,5	93,0	107	123,4	136	149	161	177	190	231
10 h	40,9	80,8	98,2	112	130,2	144	157	170	187	200	249
12 h	42,7	84,2	102	117	135,9	150	164	177	195	209	254
14 h	44,2	87,2	106	121	140,7	155	169	184	202	216	263
24 h	50,1	98,9	120	138	159,5	176	192	208	229	245	299

7.2 Vazões de Projeto

7.2.1 Rios principais

O documento G006900-G-1RT101 elaborado pela Golder (2016b) apresenta na íntegra os estudos hidrológicos e hidráulicos realizados para a modelagem dos rios principais. As principais informações referentes à determinação das vazões de projeto estão resumidas a seguir:

- Rios Gualaxo do Norte e do Carmo:
 - Metodologia: transferência (ou regionalização) de vazões extremas baseada na metodologia da Cheia de Referência (ou *Index Flood*), conforme descrita em Pinheiro (2011). Essa metodologia utiliza uma cheia de referência, relacionada à precipitação média anual e a área de drenagem, para transferir essa informação;
 - Precipitação: isoietas de precipitação média anual conforme **Figura 1**;
 - Estações fluviométricas de referência para regionalização:
 - Rio Gualaxo do Norte: Fazenda Ocidente (código ANA 56337000);
 - Acaiaca e Acaiaca Jusante (códigos ANA 56335000 e 56335001);
- Rio Doce:
 - Metodologia: transferência (ou regionalização) de vazões considerando apenas a área de drenagem como variável de regionalização;
 - Estação fluviométrica de referência: Fazenda Cachoeira D'Antas (código ANA 56335000).



7.2.2 Dispositivos de drenagem e controle de erosão nas planícies de inundação

As vazões de projeto para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem e controle de erosão a serem implantados nas planícies de inundação foram calculadas segundo o método Racional. A adoção desse método se justifica pelo tamanho das áreas de contribuição envolvidas, sempre inferiores a 1,0 km².

As principais premissas e critérios adotados são apresentados a seguir:

- Metodologia: Método Racional;
- Tempo de retorno da chuva de projeto: 25 anos. O documento G006900-G-1RT083 (GOLDER, 2017b) apresenta uma discussão sobre a adoção desse tempo de retorno;
- Chuva de projeto: conforme **Tabela 6**;
- Intensidade de projeto: foi adotada uma intensidade única correspondente a uma chuva de 25 anos de tempo de retorno e 15 minutos de duração, igual a 142 mm/h. A adoção de uma duração única da chuva foi realizado por questão de praticidade (isto é, dar maior celeridade ao dimensionamento dos dispositivos de drenagem e controle de erosão) e está coerente com o pequeno porte das áreas de contribuição associadas a essas estruturas;
- Coeficientes de escoamento superficial (C) adotados, considerando o tempo de retorno de 25 anos para a chuva de projeto:
 - Áreas de vegetação densa: $C = 0,40$;
 - Pastagens: $C = 0,46$;
 - Áreas afetadas tomadas por rejeitos: $C = 1$;
- Delimitação das áreas de drenagem utilizando o pacote de hidrologia e sedimentologia SEDCAD 4.0 (Civil Software Design).

8.0 PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA CALHA DOS RIOS PRINCIPAIS

8.1 Modelagem Hidráulica dos Rios Principais

Como anteriormente informado, o documento G006900-G-1RT101 elaborado pela Golder (2016b) apresenta na íntegra os estudos hidrológicos e hidráulicos realizados para a modelagem dos rios principais. As principais informações referentes à modelagem hidráulica estão resumidas a seguir:

- Simulação hidráulica em regime de escoamento permanente e gradualmente variado;
- Geometria obtida a partir dos levantamentos topográficos informados no **item 6.2**, conforme a área onde se insere o curso de água modelado;
- Devido a inexistência de batimetria, a modelagem hidráulica considerou as seções transversais do rio sem estas informações. Portanto, o nível mínimo das seções representa o nível de água nos cursos de água nos dias de levantamento topográfico;
- Modelagem hidráulica realizada por meio do programa HEC-RAS do *U.S. Army Corps of Engineers* (USACE, 2010);
- Condições de contorno adotadas iguais à profundidade normal ou elevações do nível de água conhecidas. Nesse último caso, as elevações conhecidas são aquelas obtidas de modelagens das áreas a montante ou a jusante;
- Coeficientes de rugosidade de Manning definidos por calibração em estudos anteriores, sendo definidos quatro valores distintos:



- 0,033 para áreas ocupadas por rejeitos;
- 0,250 para áreas urbanas;
- 0,055 para áreas de pastagens;
- 0,080 para áreas de vegetação densa.

8.2 Seções Tipo

A definição das seções tipo a serem aplicadas ao longo de cada área para cada uma das margens ocorre mediante levantamento realizado de pela equipe da Golder. Como apresentado no documento G006900-G-1RT102 (GOLDER, 2016c), que estabelece as diretrizes gerais do projeto de recuperação dos rios principais, foram definidas cinco seções tipo de proteção e recuperação da calha dos rios principais, quais sejam:

- 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 em que as seções tipo acima não são aplicáveis, podendo ser necessário projeto específico.

8.3 Definição dos Subtipos

Cada seção tipo apresenta uma variação de subtipos que são estabelecidos segundo condições específicas de campo e informações de projeto.

O critério para definição do subtipo é baseado, principalmente, nas seguintes informações:

- Altura do talude da calha, estimada no levantamento de campo realizado pela Golder para cada área prioritária e não prioritária;
- Velocidade do escoamento estimada para a vazão com tempo de retorno de 10 (dez) anos, obtida a partir da modelagem hidráulica apresentada anteriormente. Nos trechos em curva a velocidade média obtida na modelagem (V_M) foi majorada para as margens externas ou opostas à direção da curva (V_E) e reduzida para as margens internas (V_I), considerando a seguinte proporção: $V_E=1,33V_M$ e $V_I=0,67V_M$. (WATER MANAGEMENT BRANCH, 2000).

A descrição dos subtipos e os critérios associados estão apresentados a seguir na **Tabela 7**.

Tabela 7: Descrição e critérios para definição dos subtipos

Tipo	Subtipo	Descrição	Critério de Projeto
A	A1	Talude revestido com biomanta; instalação de um retentor de sedimentos no pé do talude.	$h \leq 1,5 \text{ m}$
	A2	Talude revestido com biomanta; instalação de dois retentores de sedimentos no pé do talude.	$h > 1,5 \text{ m}$
B	B1	Talude revestido com enrocamento até 0,15 m acima do NA_{Q2} e biomanta até fim do talude ou NA_{Q10}	$V_{Q10} > 1,75 \text{ m/s}$



Tipo	Subtipo	Descrição	Critério de Projeto
	B2	Talude revestido com biomanta; instalação de um retentor de sedimentos no pé do talude.	$V_{Q10} \leq 1,75 \text{ m/s}$ e $h \leq 1,5 \text{ m}$
	B3	Talude revestido com biomanta; instalação de dois retentores de sedimentos no pé do talude.	$V_{Q10} \leq 1,75 \text{ m/s}$ e $1,5 < h \leq 2,5 \text{ m}$
	B4	Talude revestido com biomanta; instalação de dois retentores de sedimentos no pé do talude e um retentor na altura do NA_{Q10}	$V_{Q10} \leq 1,75 \text{ m/s}$ e $2,5 < h \leq 5 \text{ m}$
	B5	Possível implantação de berma intermediária na altura do NA_{Q10} ; talude revestido com biomanta; instalação de dois retentores de sedimentos no pé do talude e um retentor na berma intermediária.	$V_{Q10} \leq 1,75 \text{ m/s}$ e $5 < h \leq 7,5 \text{ m}$
C	C1	Talude revestido com enrocamento até 0,15 m acima do NA_{Q2} e biomanta até fim dos taludes.	$V_{Q10} > 1,75 \text{ m/s}$
	C2	Taludes revestidos com biomanta; instalação de dois retentores de sedimentos no pé do talude.	$V_{Q10} \leq 1,75 \text{ m/s}$
D	D1	Preenchimento de ravinas com retentor de sedimentos.	Identificação visual
	D2	Implantação de paliçada de madeira ou bambu em erosões na crista do talude.	
	D3	Preenchimento de sulcos com retentor de sedimentos.	
	D4	Preenchimento de concavidade erosiva no pé do talude com retentor de sedimentos.	
	D5	Aplicação de semeio manual ou hidrossemeadura em áreas onde foram removidos galhos e troncos caídos.	Identificação visual e $h \leq 1,5 \text{ m}$
	D6	Aplicação de semeio manual ou hidrossemeadura em áreas de solo exposto com vegetação deficiente.	
	D7	Implantação de um retentor de sedimentos no pé de talude revegetado que apresente rejeitos e risco de erosão.	
	D8	Implantação de dois retentores de sedimentos no pé de talude revegetado que apresente rejeitos e risco de erosão.	
E	-	Talude revestido com enrocamento até 0,5 m acima do NA_{Q10}	Identificação visual

Obs.: h: altura do talude na margem; V_{Q10} : velocidade do escoamento estimada para a vazão com 10 anos de tempo de retorno; NA_{Q2} : nível de água estimado para a vazão com 2 anos de tempo de retorno; NA_{Q10} : nível de água estimado para a vazão com 10 anos de tempo de retorno.

Os desenhos das seções tipo são apresentados no **Anexo B** deste documento.

8.4 Dimensionamento do Enrocamento

Para as seções tipo em que se faz necessária a implantação de enrocamento – B1, C1 e E – é realizado o dimensionamento do tamanho médio dos blocos (D_{50}).

O dimensionamento do D_{50} foi realizado segundo metodologia proposta no documento *Hydraulic Design of Flood Control Channels* do *United States Army Corps of Engineers* (USACE, 1994), conforme equações apresentadas a seguir.

$$D_{30} = S_f C_s C_v C_T d \left[\left(\frac{\gamma_w}{\gamma_s - \gamma_w} \right)^{1/2} \frac{V}{\sqrt{K_1 g d}} \right]^{2,5} \tag{1}$$

Na qual:



D_{30} é o tamanho para o qual 30% das rochas são menores;

S_f é o fator de segurança, adotado igual a 1,1, que é o mínimo recomendado;

C_s é o coeficiente de estabilidade para falhas incipientes, igual a 0,3 para rochas angulares e 0,375 para rochas arredondadas;

C_v é o coeficiente de distribuição de velocidade vertical;

C_T é o coeficiente de espessura;

d é a profundidade do fluxo;

γ_w é o peso específico da água;

γ_s é o peso específico do solo;

v é a velocidade média do escoamento;

g é a aceleração da gravidade igual a 9,8m/s²;

K_1 é o fator de correção da inclinação do talude;

$$\text{Sendo: } K_1 = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \phi}} \quad (2)$$

Na qual:

θ é a declividade do talude;

ϕ é o ângulo de repouso.

Uma vez calculado o D_{30} , o valor de D_{50} é obtido pela seguinte equação:

$$D_{50} = 1,25 \times D_{30} \quad (3)$$

O D_{50} mínimo a ser adotado no projeto foi definido igual a 300 mm (pedra de mão). Entende-se que abaixo dessa dimensão podem ocorrer vandalismos (ex: roubo, lançamento de rochas dentro do rio etc.). Por outro lado, o D_{50} máximo admitido foi de 850 mm. Além desses valores extremos foram definidos outros dois valores intermediários de D_{50} , totalizando quatro tipos de tamanho de rocha considerados no projeto de recuperação dos rios principais (**Tabela 8**).

Tabela 8: Diâmetro médio dos blocos de enrocamento adotados no projeto

Tipo	D_{50} (mm)
I	300
II	450
III	650
IV	850

Assim, a partir das informações de profundidade do fluxo e velocidade do escoamento determinados na modelagem hidráulica para a vazão de 10 anos de tempo de retorno, o D_{50} é calculado segundo as equações 1 a 3, adotando-se o valor imediatamente superior disponível na **Tabela 8**. Para os trechos em que as características do escoamento demandam um D_{50} superior à 850 mm, a solução para proteção das margens requer uma intervenção específica não prevista nas seções tipo (ex: colchão reno, gabião), denominada de projeto de seção tipo “E” especial.



8.5 Velocidade Máxima Admissível para Biomanta

A velocidade escoamento usualmente é o fator que limita e determina os tratamentos possíveis para a revegetação e controle da erosão em margens de rio. Quando as velocidades são inferiores a 2 m/s, a maioria das técnicas de bioengenharia são capazes de estabelecer vegetação.

Já a partir de 2 m/s as forças de tração que o fluxo do escoamento gera sobre as superfícies submersas indicam a necessidade de utilização de técnicas especiais que evitem o arrasto do solo (erosão) e da vegetação, como a utilização de revestimento em enrocamento.

Assim, a velocidade de 1,75 m/s foi adotada como a máxima admissível para aplicação da biomanta como revestimento de proteção das calhas dos rios principais.

Essa velocidade está de acordo com as especificações técnicas dos fabricantes de biomanta e também vai de encontro a recomendações como a do documento *Bioengineering for Streambank* do USACE (1997). Esta publicação estabelece como limite para utilização de bioengenharia velocidades entre 1,8 e 2,4 m/s,

O gráfico apresentado na **Figura 3** (WOODS, 1982) mostra a relação das velocidades e do tamanho do enrocamento por meio das curvas representativas de cada declividade de talude. Neste projeto foi admitido taludes máximos 1,5H:1V. Observando o gráfico a velocidade de 1,75 m/s é a máxima que não intercepta a curva 1,5H:1V. Sendo assim, indicamos que velocidades menores que 1,75 m/s são suportadas por bioengenharia e acima desta deve ser adotado o enrocamento como revestimento.

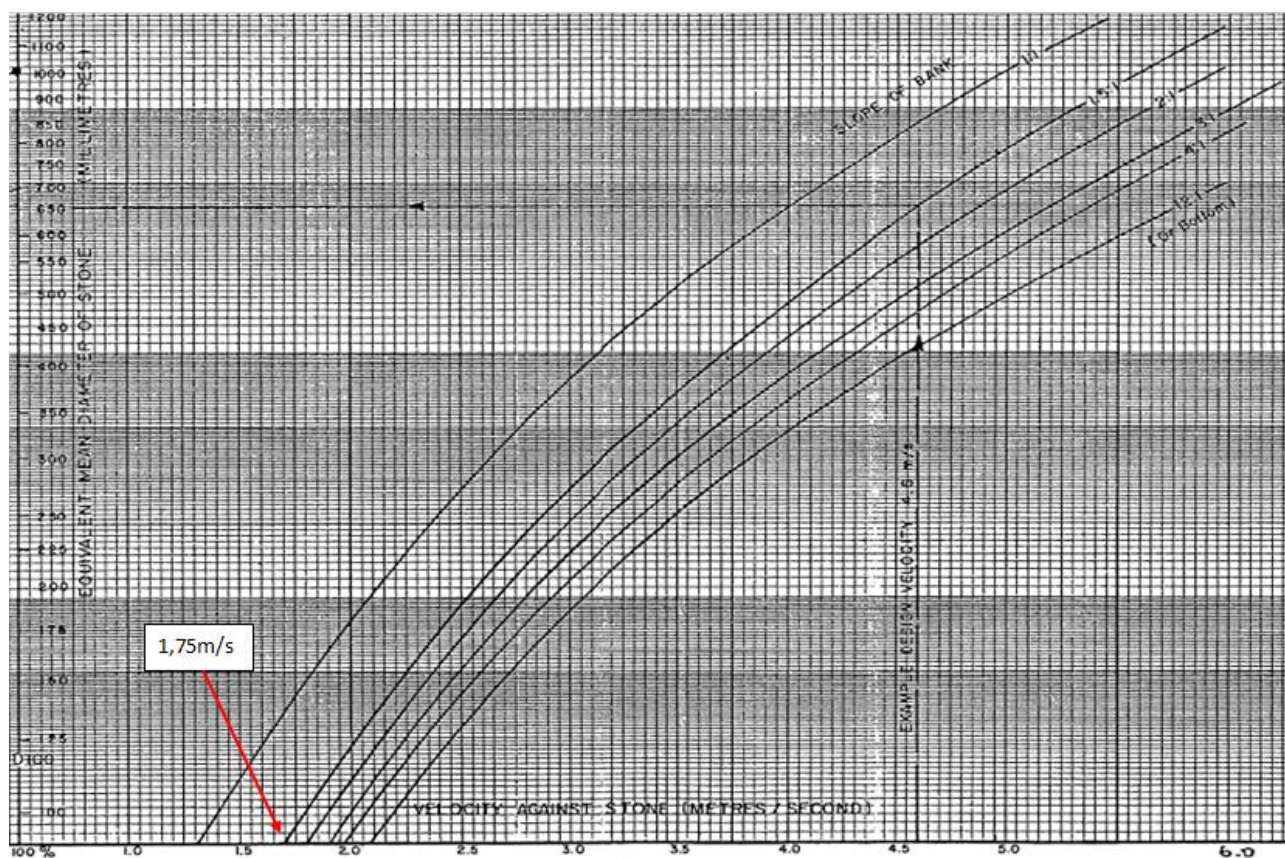


Figura 3: Velocidade do escoamento x D50 para diferentes declividades de talude.

Fonte: Woods, 1982.



9.0 PROJETO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM E CONTROLE DE EROÇÃO

As estruturas de drenagem superficial e controle de erosão objetivam coletar o escoamento superficial gerado nas áreas afetadas (áreas atingidas pela onda de rejeitos) e nas áreas não afetadas que contribuam para a erosão das planícies de inundação. O principal objetivo do projeto de drenagem de águas pluviais em planícies de inundação consiste em:

- Manter limpa a água limpa, isto é: a água que não tenha estado em contato com os materiais provenientes do evento de falha da barragem deve ser mantida sem contato com esses materiais;
- Proporcionar drenagem superficial adequada;
- Implementar melhores práticas para implantação das estruturas e dispositivos;
- Estabelecer cobertura vegetal temporária e permanente.

Dentre as estruturas de drenagem superficial e controle de erosão 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.

A metodologia e critérios utilizados no dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem nas planícies de inundação são apresentados a seguir:

- Metodologia: aplicação da equação de Manning, admitindo o regime de escoamento uniforme;
- Velocidade máxima admissível conforme o tipo de revestimento:
 - Solo exposto: 0,6 m/s;
 - Vegetação ou bioengenharia: 1,2 m/s;
- Coeficiente de rugosidade de Manning (n):
 - Dispositivos em solo não revestido: $n = 0,02$;
 - Dispositivos revestidos com vegetação (bioengenharia): $n = 0,08$;
 - Dispositivos revestidos com polímero: $n = 0,014$;

Importante ressaltar que a apresentação dos dispositivos de drenagem superficial e controle de erosão nos desenhos de projeto ocorre para as áreas não prioritárias (áreas 19 a 27). Para as áreas prioritárias (3 a 11 e 13 a 15), apesar de não constarem dos desenhos de projeto, esses dispositivos foram dimensionados em campo pela equipe de engenharia da Golder seguindo a mesma metodologia apresentada acima.

Os detalhes típicos dos dispositivos de drenagem superficial e controle de erosão adotados em projeto estão apresentados em desenho disponível no **Anexo B**.



10.0 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica responsável pela realização dos estudos é constituída pelos profissionais apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Equipe técnica.

Equipe Técnica	Cargo
Allan Bronsro (Revisor)	Eng ^a . Civil
Daiane Souza	Eng ^a . Civil
Marcelo Diniz	Eng ^o . Civil

11.0 BIBLIOGRAFIA

Agência Nacional de Águas - ANA. Hidroweb: Sistema de Informações Hidrológicas. Dados hidroclimatológicos. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: janeiro de 2016.

CHAKRAVATI, I.M., LAHA, R.G. e ROY, J. Handbook of Methods of Applied Statistics. Volume I. John Wiley and Sons, p.392-394, 1967.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Drenagem Urbana: Manual de Projeto. 3ª ed. São Paulo: CETESB/ACETESB, 1986. 464p.

Golder Associates Brasil - GOLDER. Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão - Samarco. Belo Horizonte, 2016a. Documento RT-023_159-515-2282.

Golder Associates Brasil - GOLDER. Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Projeto de Recuperação Ambiental de Rios Principais – Fundação Renova. Belo Horizonte, 2016b. Documento G006900-G-1RT101.

Golder Associates Brasil - GOLDER. Diretrizes Gerais do Projeto – Projeto de Recuperação de Rios Principais – Fundação Renova. Belo Horizonte, 2016c. Documento G006900-G-1RT102.

Golder Associates Brasil - GOLDER. Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos – Projeto de Recuperação Ambiental de Tributários – Fundação Renova. Belo Horizonte, 2017a. Documento G006900-C-1RT148.

Golder Associates Brasil - GOLDER. Considerações sobre Período de Retorno dos Sistemas de Drenagem Superficial – Projeto de Recuperação Ambiental de Rios Principais – Fundação Renova. Belo Horizonte, 2017b. Documento G006900-G-1RT083.

LIMA, A.A e NAGHETTINI, M.C. ALEA - Análise de Freqüência Local de Eventos Anuais. Disponível em: <www.ehr.ufmg.br/?page_id=20>. Acesso em: janeiro de 2016.

PINHEIRO, M.C. Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração. Porto Alegre: ABRH, 2011. 308p.

SILVEIRA, A.L.L. Equação para os Coeficientes de Desagregação de Chuva. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p.143-147, outubro/dezembro, 2000.

United States Army Corps of Engineers – USACE. Hydraulic Design of Flood Control Channels. Washington, 1994.

United States Army Corps of Engineers – USACE. Bioengineering for Streambank – Erosion Control. Vicksburg, 1997.

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



Water Management Branch. Riprap Design and Construction Guide. British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks. 2000.

WOODS, P.J. Design and Construction of Rock Riprap Bank Protection. British Columbia Ministry of Environment. Water Management Branch, 1982. 21p.

Considerações Finais

Antônio Harley
Gerente do Projeto

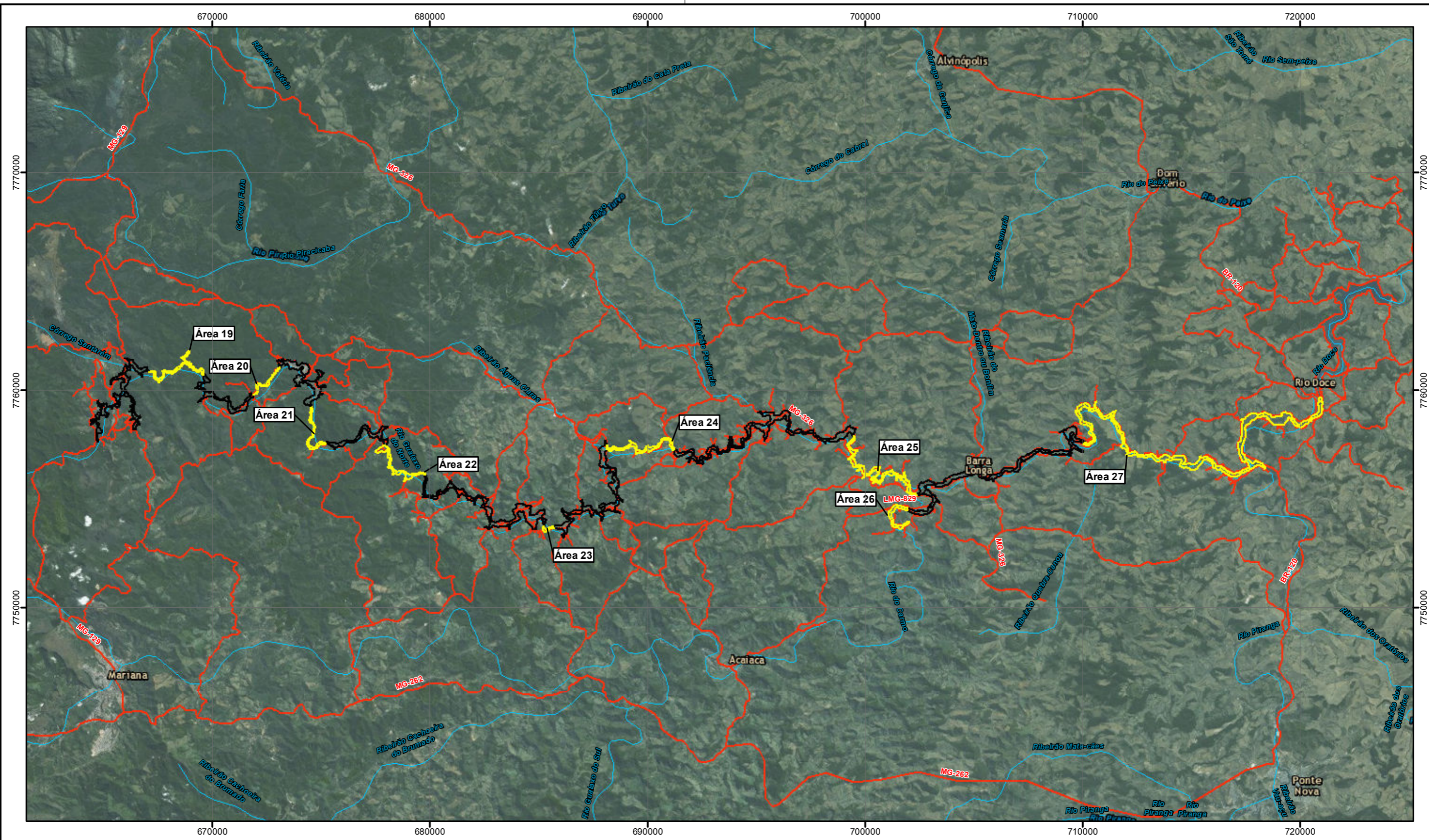
AH/AB/acs

q:\3-projetos\2015\2-meio ambiente\159 515 2282_samarco\3-relatorio\rt - relatório técnico\rt-e-26\g006900-g-1rt100_r-00\1 - texto\g006900-g-1rt100_r-00.docx



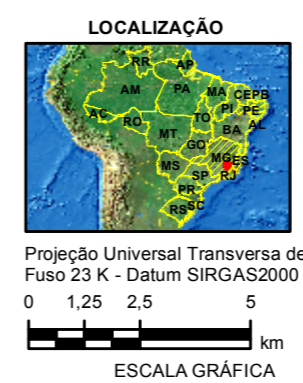
ANEXO A

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS E NÃO PRIORITÁRIAS



- LEGENDA**
-  Hidrografia
 -  Acessos
 -  Áreas não prioritárias
 -  Áreas prioritárias


Área	Número do Desenho
19	G006984-G-100015
20	G006984-G-100016
21	G006984-G-100017
22	G006984-G-100018
23	G006984-G-100019
24	G006984-G-100020
25	G006984-G-100021
26	G006984-G-100022
27	G006984-G-100023



PROJETO:
PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS

TÍTULO:
LOCALIZAÇÃO E ACESSOS ÀS ÁREAS NÃO PRIORITÁRIAS

Nº PROJETO: 159-515-2282		ESCALA: 1:170.000
GIS	MTA	maio/2017
REV	IA	01





 **Golder Associates**

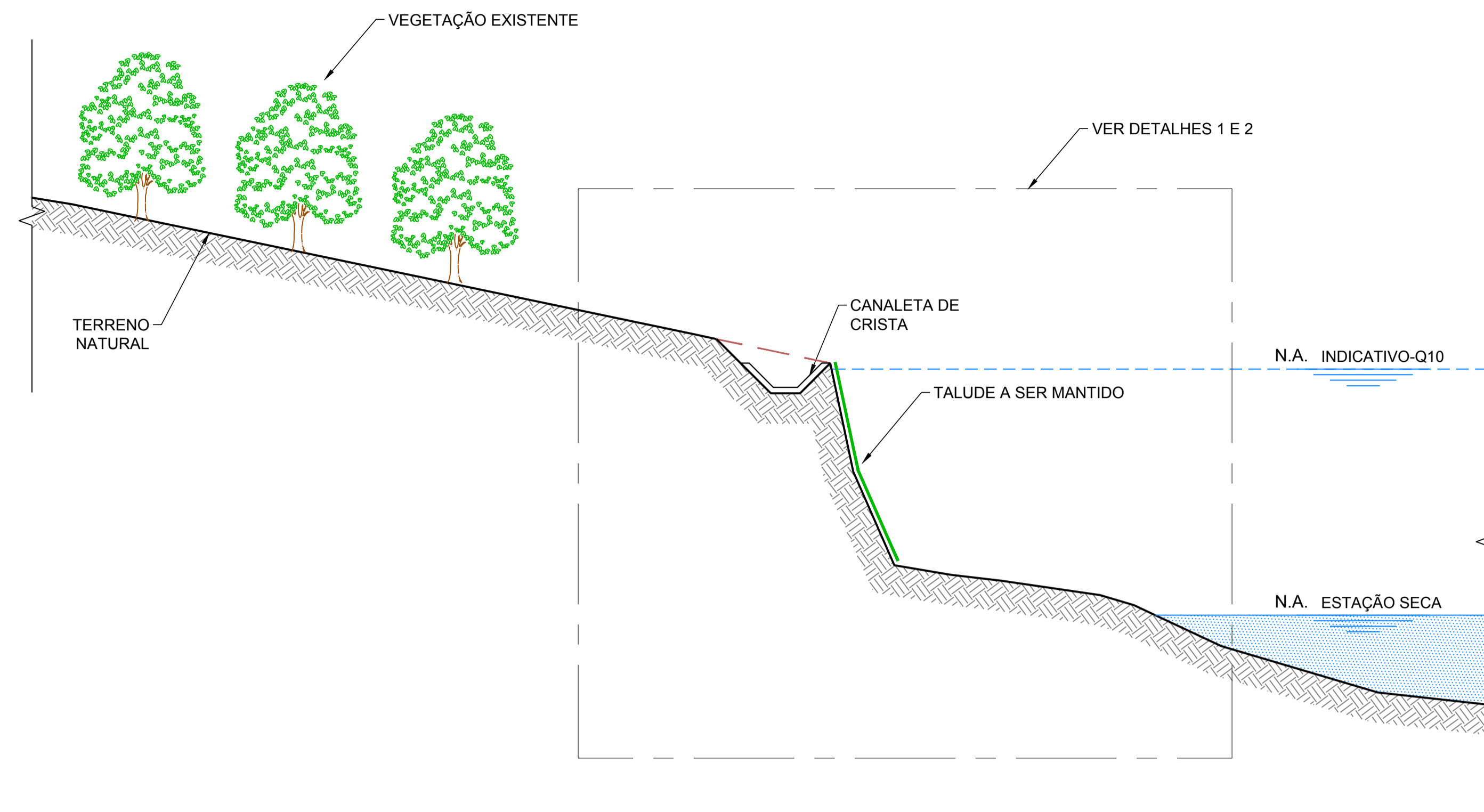
G006984-G-100012



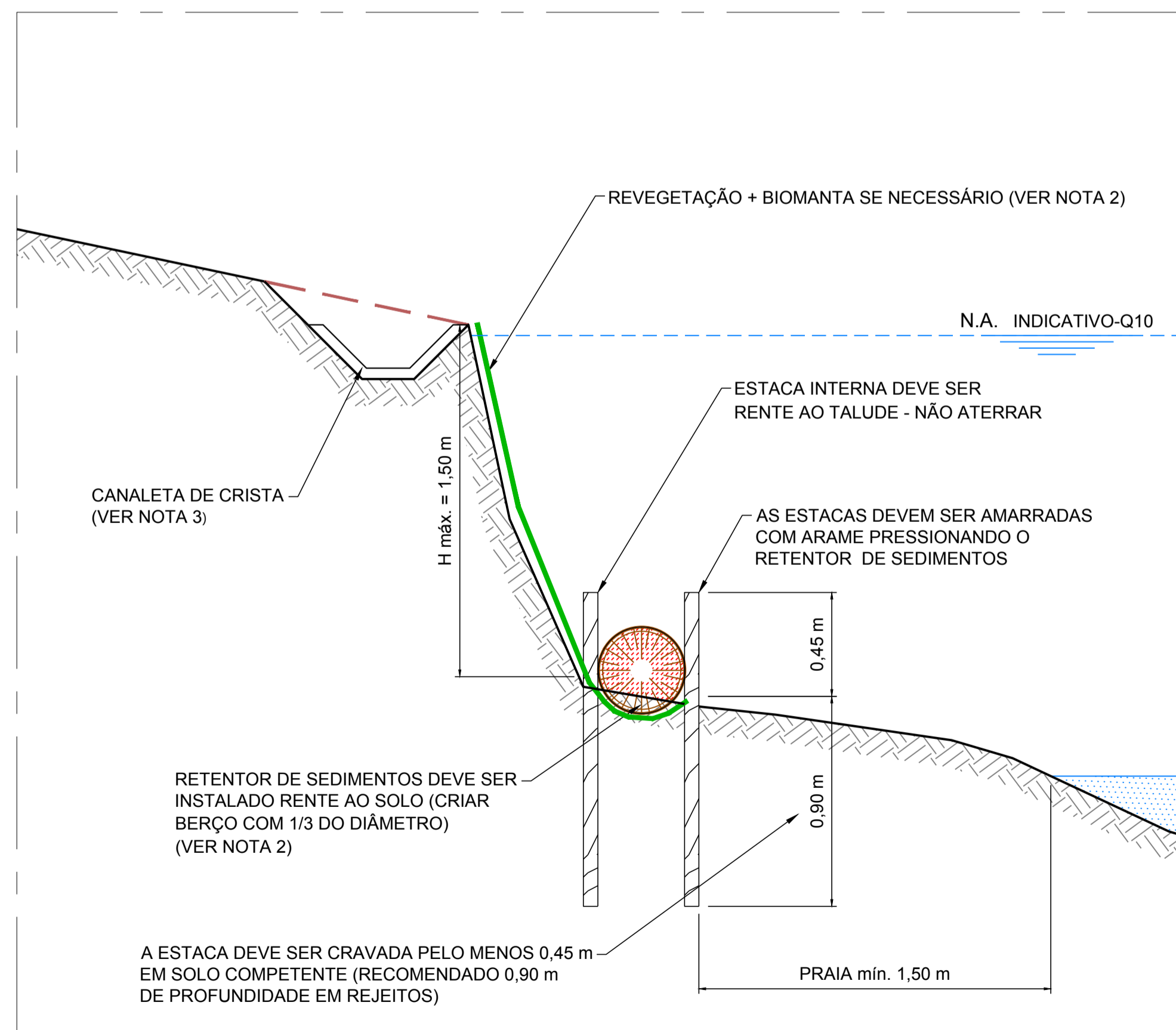
ANEXO B

DESENHOS

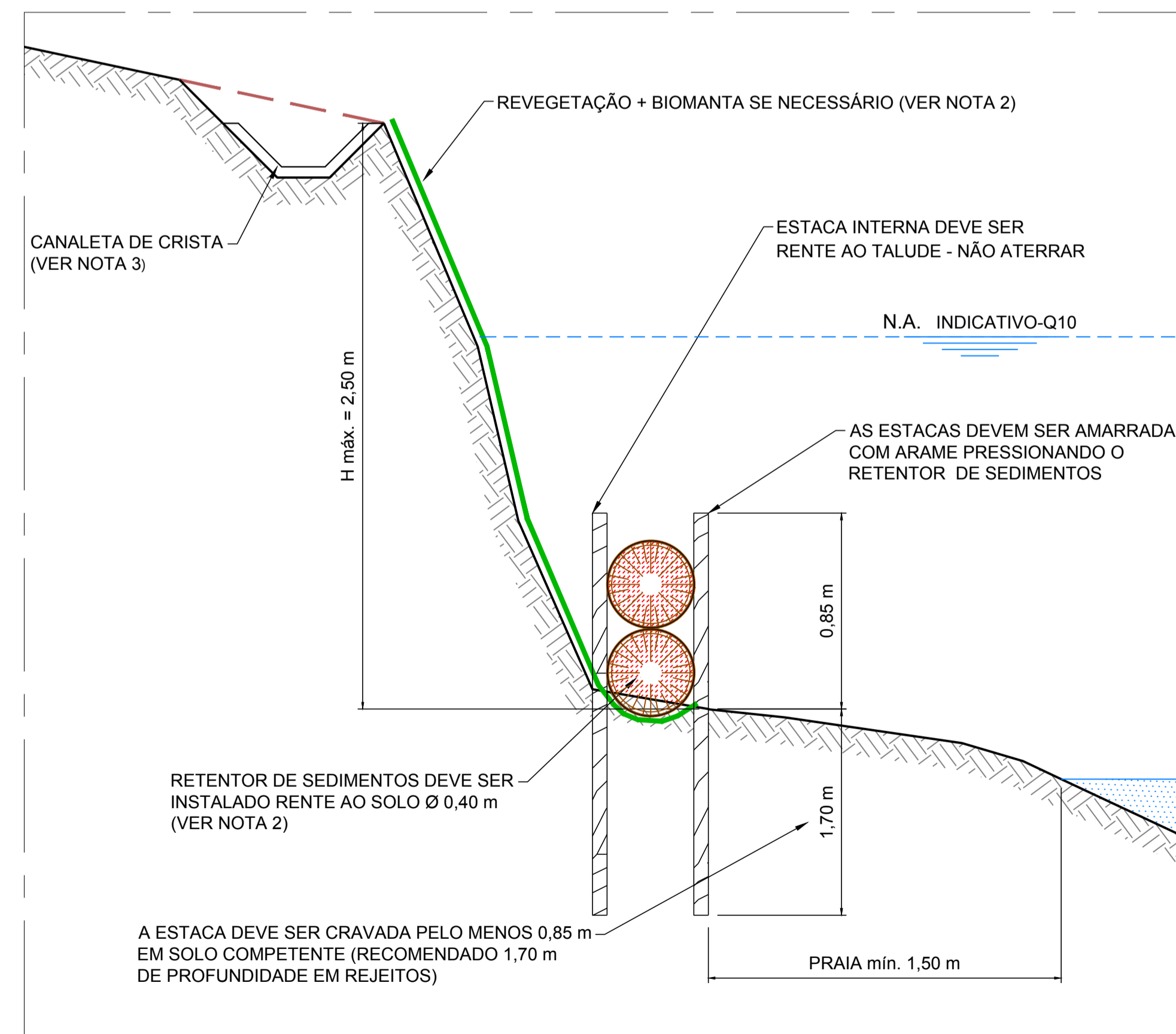
- LEGENDA:**
-  REVEGETAÇÃO E BIOMANTA
 -  N.A. NÍVEL D'ÁGUA NA ESTAÇÃO SECA
 -  Q10 - NÍVEL D'ÁGUA ESTIMADO PARA VAZÃO COM TEMPO DE RETORNO DE 10 ANOS
 -  TERRENO NATURAL A SER ESCAVADO



SEÇÃO TIPO A
SEM ESCALA



SEÇÃO TIPO A1 - TALUDE COM ALTURA MÁXIMA 1,50m
SEM ESCALA



SEÇÃO TIPO A2 - TALUDE COM ALTURA MÁXIMA 2,50m
SEM ESCALA

- NOTAS**
- DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;
 - 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;
 - PARA CANALETAS DE CRISTA VER DESENHOS DE CANALETAS E CANAIS PARA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO.

- DESENHOS DE REFERÊNCIA**
- REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA: G006900-C-100353;
 - DETALHES TÍPICOS: G006900-C-100303;
 - CANALETAS E CANAIS: G006900-C-100348;
 - NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - BIOENGENHARIA: G006900-C-100356;
 - EXEMPLOS DE APLICAÇÕES: G006900-C-100304.



DESENHO No.
D1-E26-001_159-515-2282_02-J

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 04/11/16

PROJ. VE 04/11/16

VERIF. MD 04/11/16

APROV. SC 04/11/16

SAMARCO SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

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

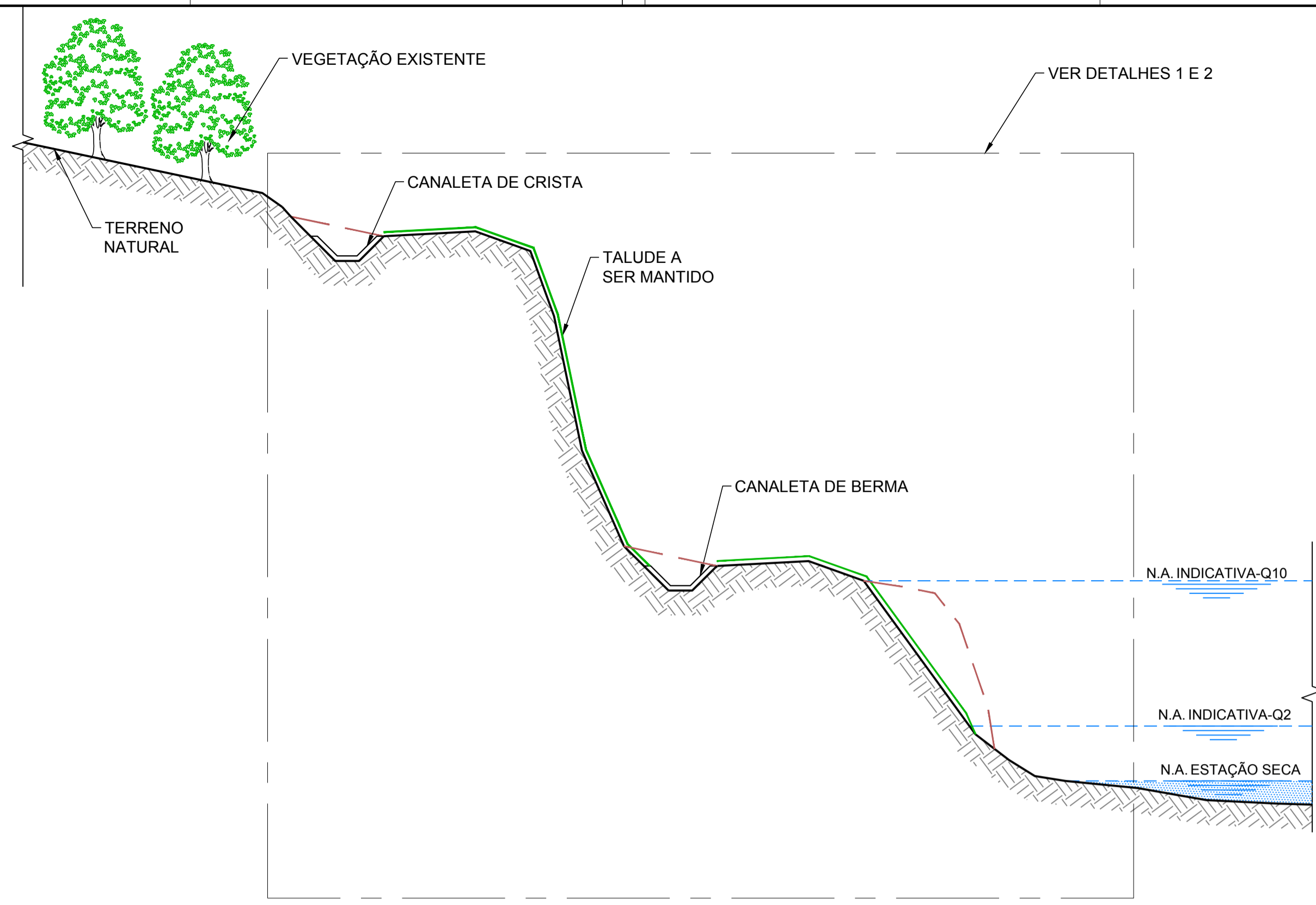
ESCALA No. SAMARCO
INDICADA G006900-C-100300

REVISÃO 2

Nº	REVISÃO	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
2	P/ CONSTRUÇÃO		E	04/11/16	RR	MD	SC	AH
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								

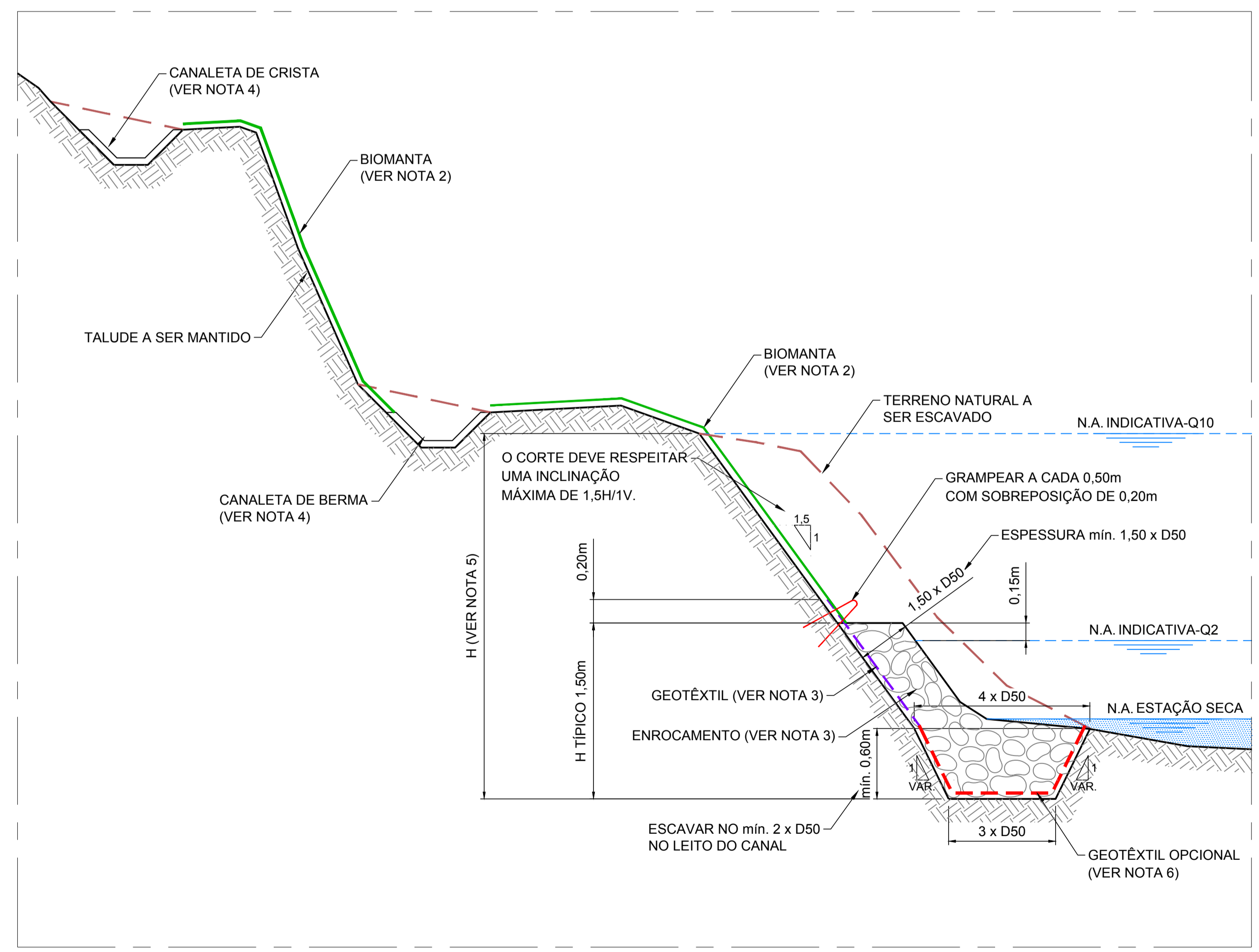
ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A. E NÃO PODEM SER COPIADO, REPRODUZIDO, ALTERADO, DISTRIBUÍDO, SEM A AUTORIZAÇÃO DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

ESPESSURAS DE LINHAS DA SAMARCO
 1 - VERMELHO = 0,25mm
 2 - VERDE = 0,25mm
 3 - AZUL = 0,25mm
 4 - PRETO = 0,25mm
 5 - BRANCO = 0,25mm
 6 - CINZA = 0,25mm

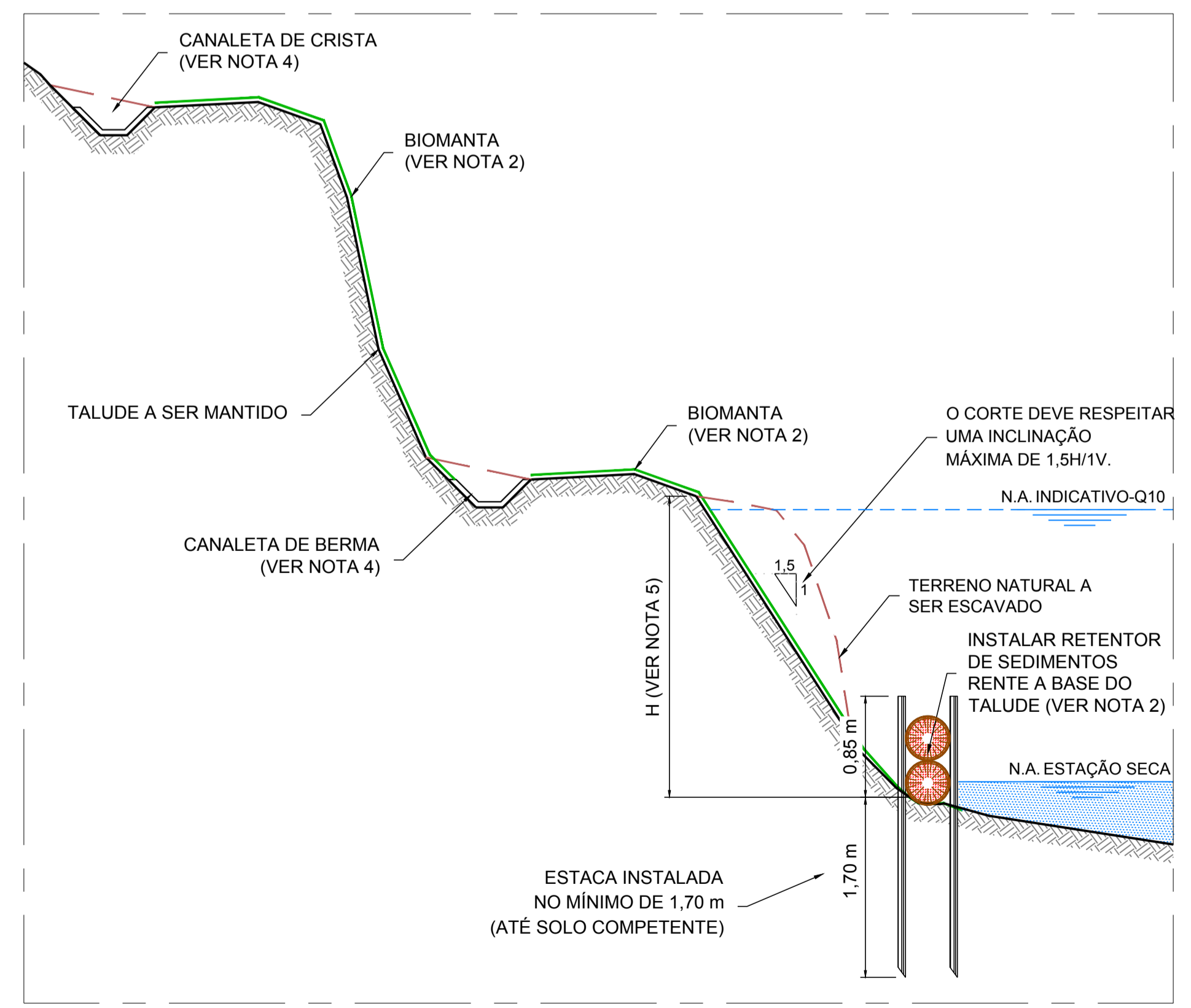


SEÇÃO TIPO C
SEM ESCALA

- LEGENDA:**
- BIOMANTA
 - GEOTÊXTEL
 - - - GEOTÊXTEL OPCIONAL
 - - - 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 - VELOCIDADE > 1,75 m/s



SEM ESCALA 2 SEÇÃO TIPO C2 - VELOCIDADE ≤ 1,75 m/s

- 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 GEOTÊXTEL 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 H < 7,50m A BERMA INTERMEDIÁRIA PODERÁ SER SUPRIMIDA, DESDE QUE A INCLINAÇÃO DO TALUDE SEJA MENOR QUE 2H:1V;
 6. A ESCAVAÇÃO DEVERÁ SER REALIZADA COM UMA PROFUNDIDADE MÍNIMA DE 2XD50 OU ATÉ ENCONTRAR SOLO COMPETENTE. MATERIAIS COMO CASCALHOS PODEM SER ENCONTRADOS DURANTE A ESCAVAÇÃO, ENTRETANTO NÃO É NECESSÁRIO ESCAVAR ATÉ ENCONTRAR CASCALHOS, CASO O SOLO COMPETENTE JÁ TENHA SIDO ENCONTRADO. ASSIM QUE O SOLO COMPETENTE FOR ENCONTRADO, O ENROCAMENTO PODERÁ SER DEPOSITADO SEM A NECESSIDADE DE REATERRAR A VALA COM CASCALHOS. NESSE CASO, A APLICAÇÃO DO GEOTÊXTEL PODERÁ SER OPCIONAL, A CRITÉRIO DO ENGENHEIRO DE CAMPO DA PROJETISTA.

- 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_04-J

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. PC 16/12/16
 PROJ. ve 16/12/16
 VERIF. md 16/12/16
 APROV. sc 16/12/16

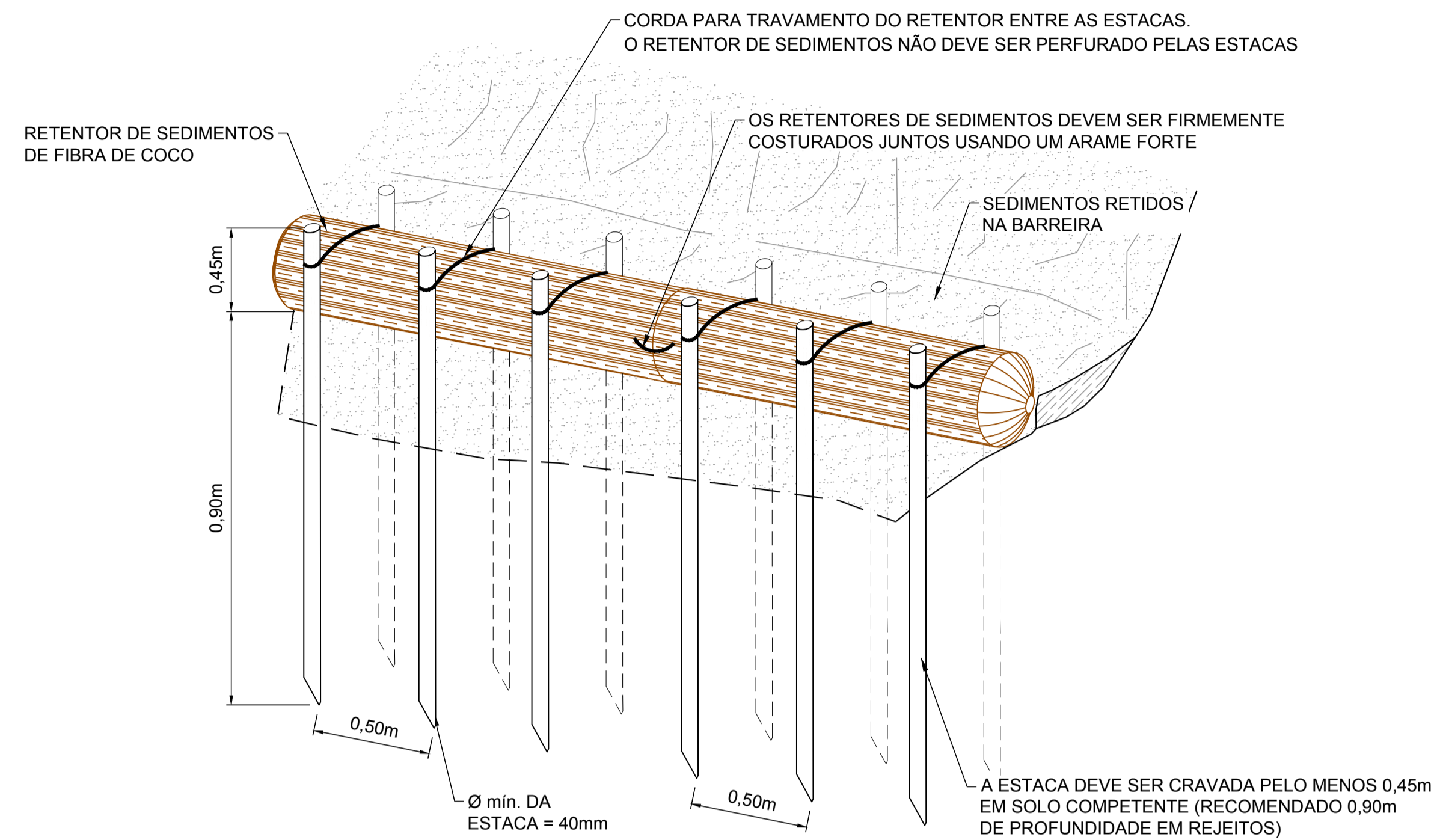
SAMARCO - SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

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

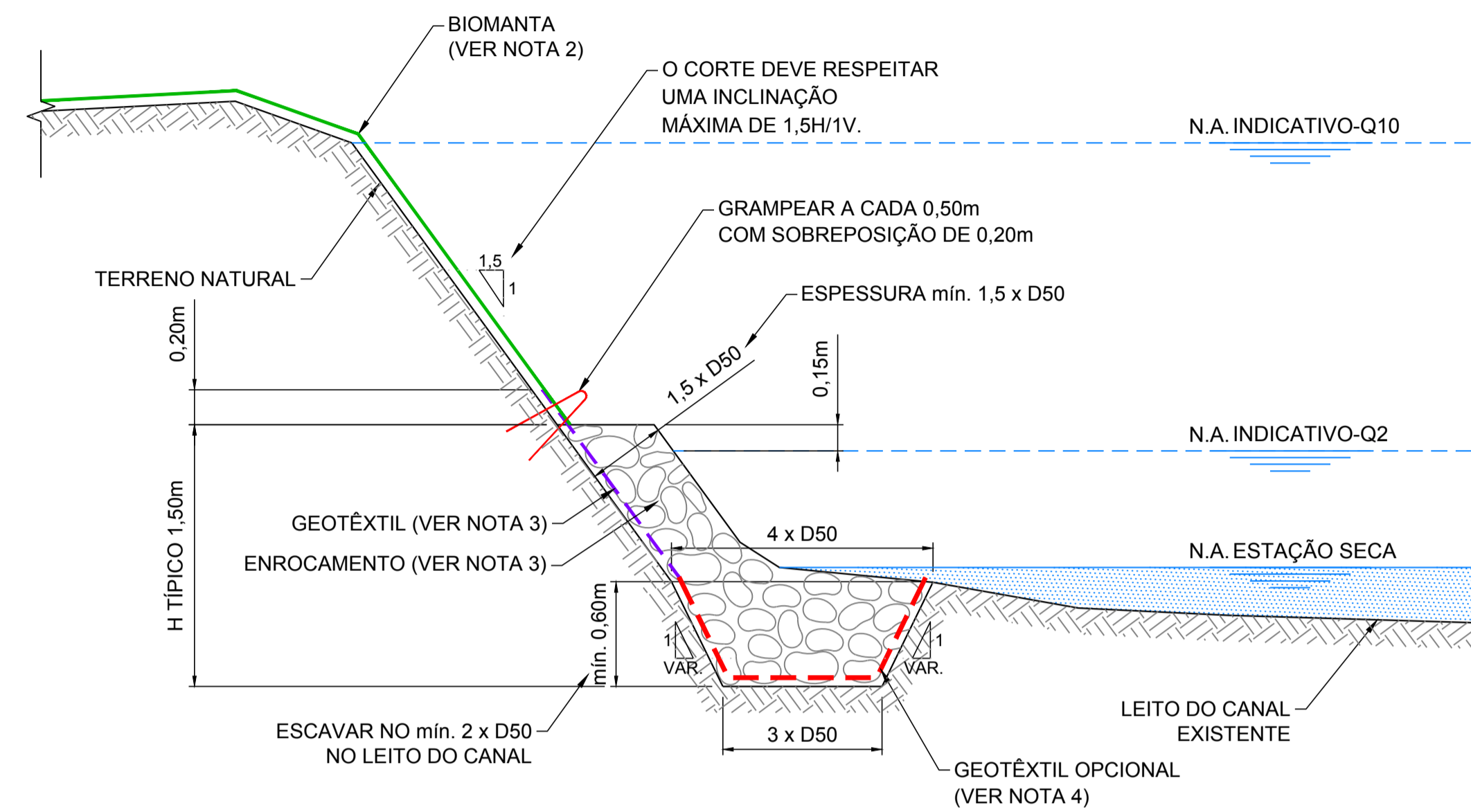
ESCALA INDICADA No. SAMARCO G006900-C-100302 REVISÃO 4

Nº	REVISÃO	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
4	P/ CONSTRUÇÃO	REVISÃO TEXTUAL	E	16/12/16	PC	MD	SC	AH
3	P/ CONSTRUÇÃO	REVISÃO GOLDR	E	30/11/16	AC	MD	SC	AH
2	P/ CONSTRUÇÃO		E	04/11/16	RR	MD	SC	AH
0	P/ APROVAÇÃO		B	22/08/16	PC	MD	MD	AH

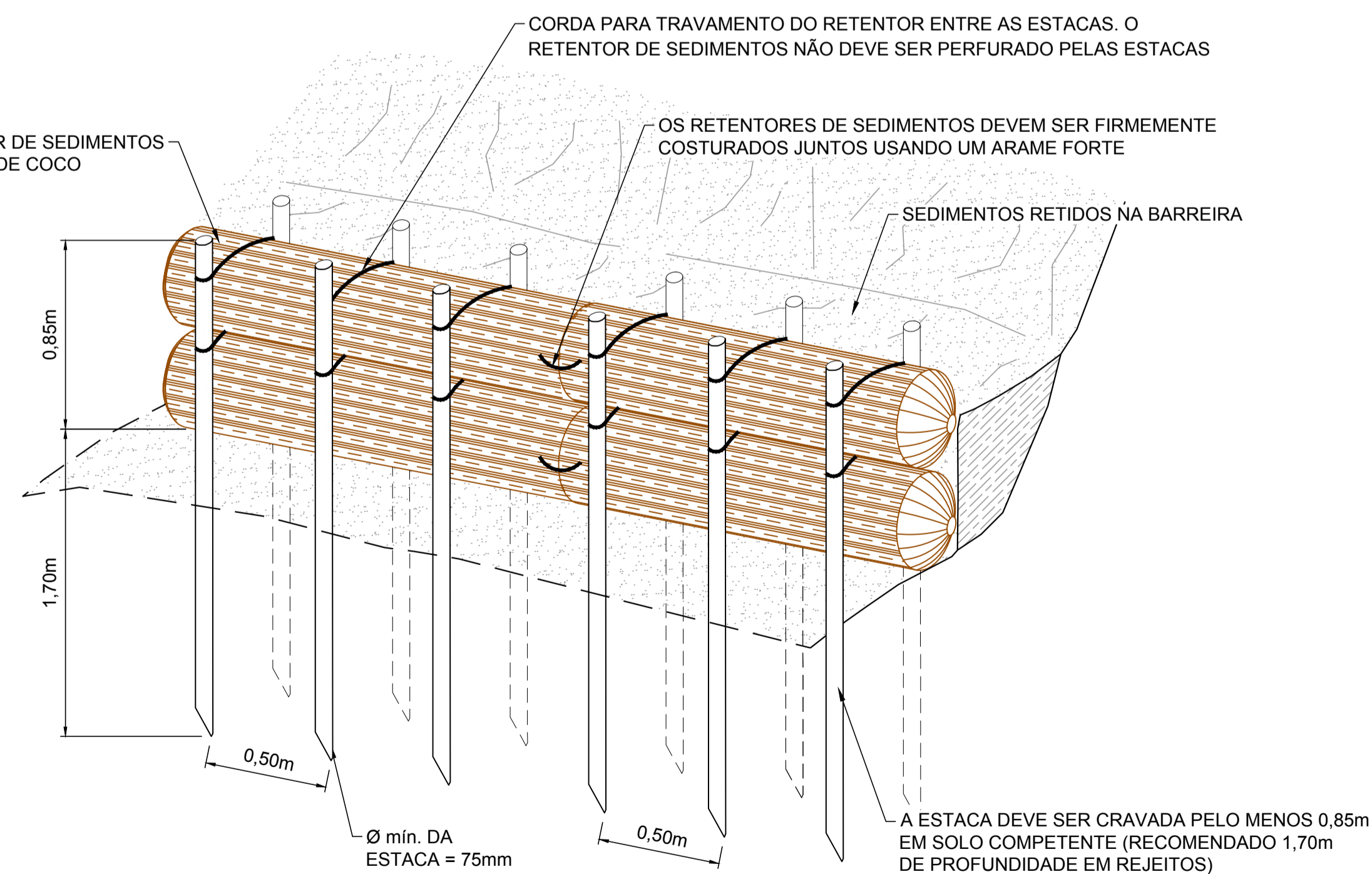
ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A. E NÃO PODERÁ SER COPIADO, REPRODUZIDO OU SUBMETIDO A TERCEIROS SEM SUA AUTORIZAÇÃO.
 ESPESURAS DE LINHAS DA SAMARCO
 1 - VERMELHO - 0,25mm
 2 - AMARELO - 0,25mm
 3 - CIELO - 0,25mm
 4 - AZUL - 0,25mm
 5 - BRANCO - 0,25mm
 6 - PRETO - 0,25mm
 7 - VERDE - 0,25mm
 8 - CINZA - 0,25mm



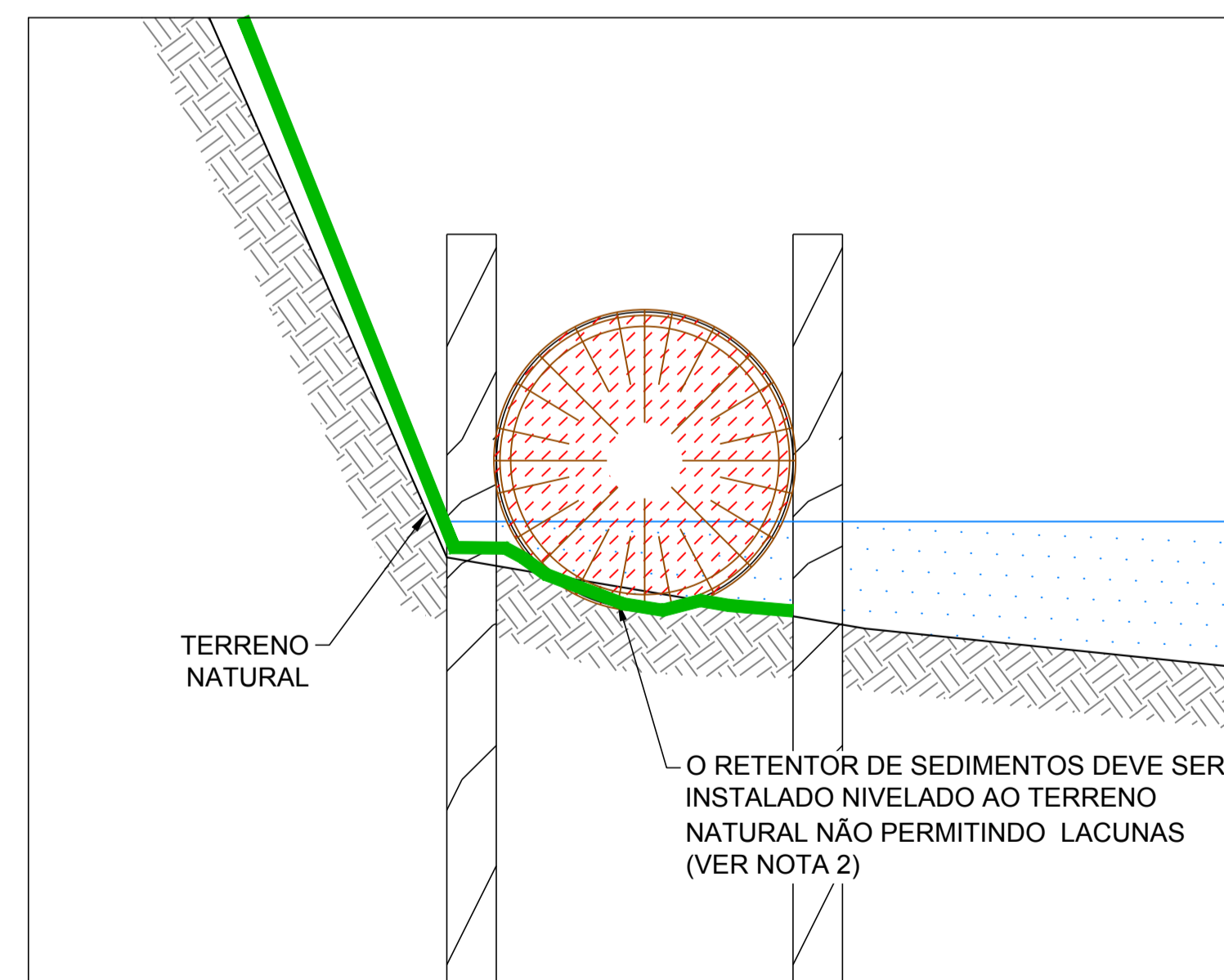
PALIÇADAS COM RETENTOR DE SEDIMENTOS PARA TALUDES COM H <= 1,50m
SEM ESCALA



DETALHE DA PROTEÇÃO DE PÉ DO TALUDE
SEM ESCALA



PALIÇADAS COM RETENTOR DE SEDIMENTOS PARA TALUDES COM H > 1,50m E H <= 2,50m
SEM ESCALA



DETALHE DO CONTATO DO RETENTOR COM O SOLO
SEM ESCALA

LEGENDA:

- BIOMANTA
- GEOTÊXTIL
- - - GEOTÊXTIL OPCIONAL
- - - 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
- N.A. NÍVEL D'ÁGUA NA ESTAÇÃO SECA
- ENROCAMENTO

- 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 (D_{50}) SERÁ AVALIADO CONFORME CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DE CADA TRECHO DO RIO E SERÁ INDICADO NOS DESENHOS ESPECÍFICOS DE CADA ÁREA;
 4. A ESCAVAÇÃO DEVERÁ SER REALIZADA COM UMA PROFUNDIDADE MÍNIMA DE 2XD50 OU ATÉ ENCONTRAR SOLO COMPETENTE. MATERIAIS COMO CASCALHOS PODEM SER ENCONTRADOS DURANTE A ESCAVAÇÃO, ENTRETANTO NÃO É NECESSÁRIO ESCAVAR ATÉ ENCONTRAR CASCALHOS, CASO O SOLO COMPETENTE JÁ TENHA SIDO ENCONTRADO. ASSIM QUE O SOLO COMPETENTE FOR ENCONTRADO, O ENROCAMENTO PODERÁ SER DEPOSITADO SEM A NECESSIDADE DE REATERRAR A VALA COM CASCALHOS. NESSE CASO, A APLICAÇÃO DO GEOTÊXTIL PODERÁ SER OPCIONAL, A CRITÉRIO DO ENGENHEIRO DE CAMPO DA PROJETISTA.

- 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;
 4. NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - BIOENGENHARIA: G006900-C-100356.

DESENHO No. D1-E26-004_159-515-2282_02-J

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	04/11/16
PROJ. VE	04/11/16
VERIF. MD	04/11/16
APROV. SC	04/11/16

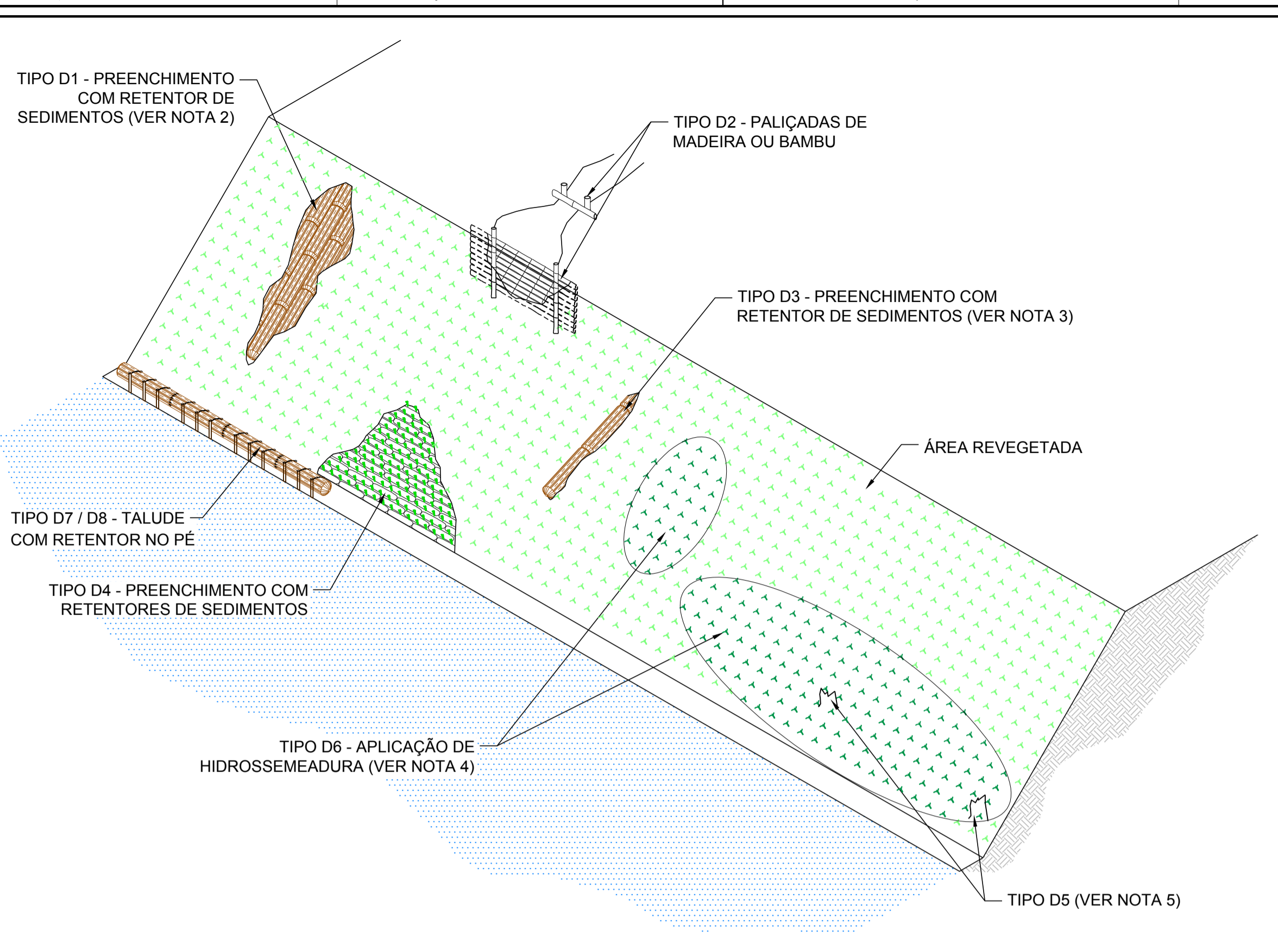
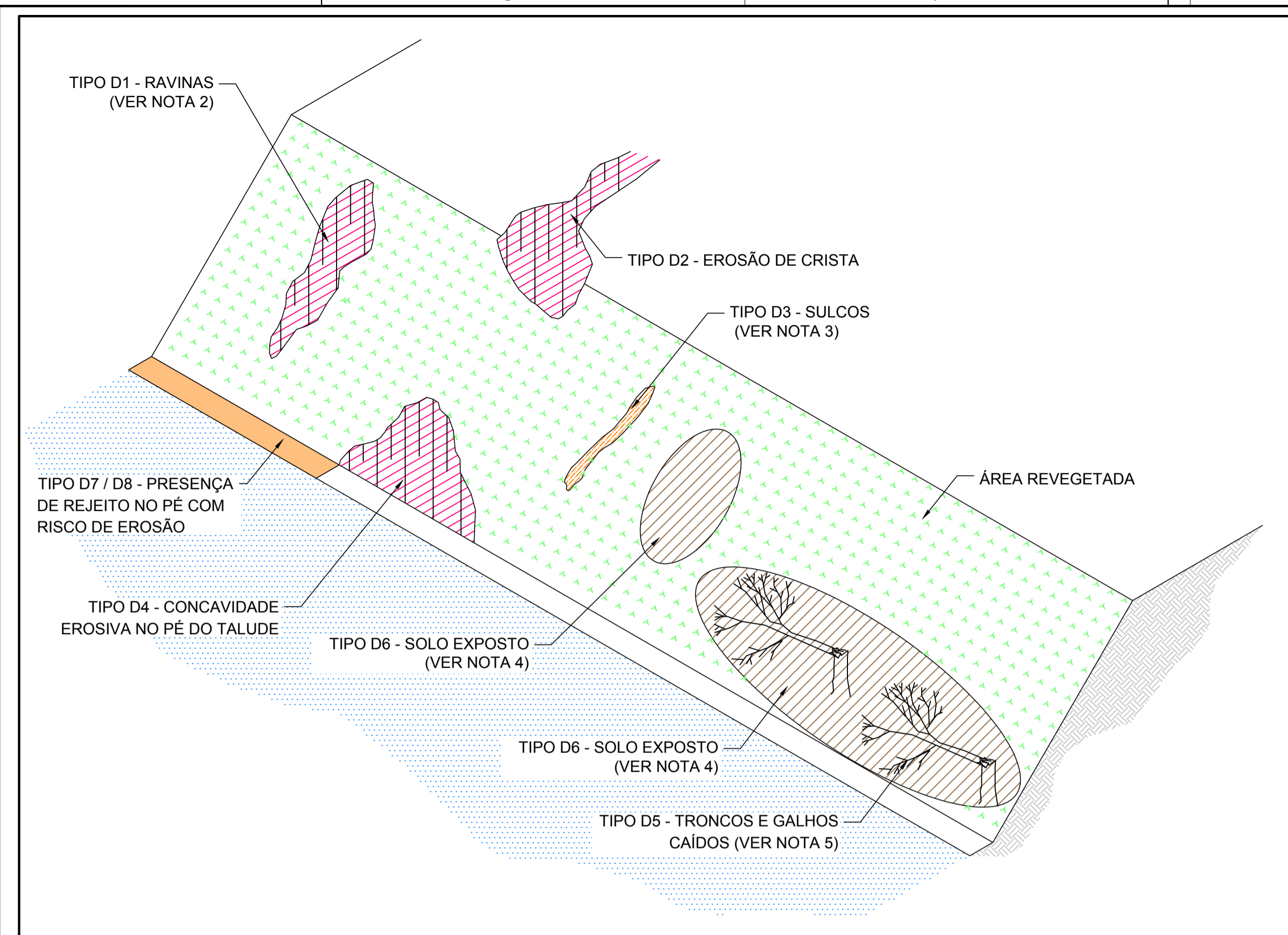
SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

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 2

Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
2	P/ CONSTRUÇÃO	E	04/11/16	RR	MD	SC	AH
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

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

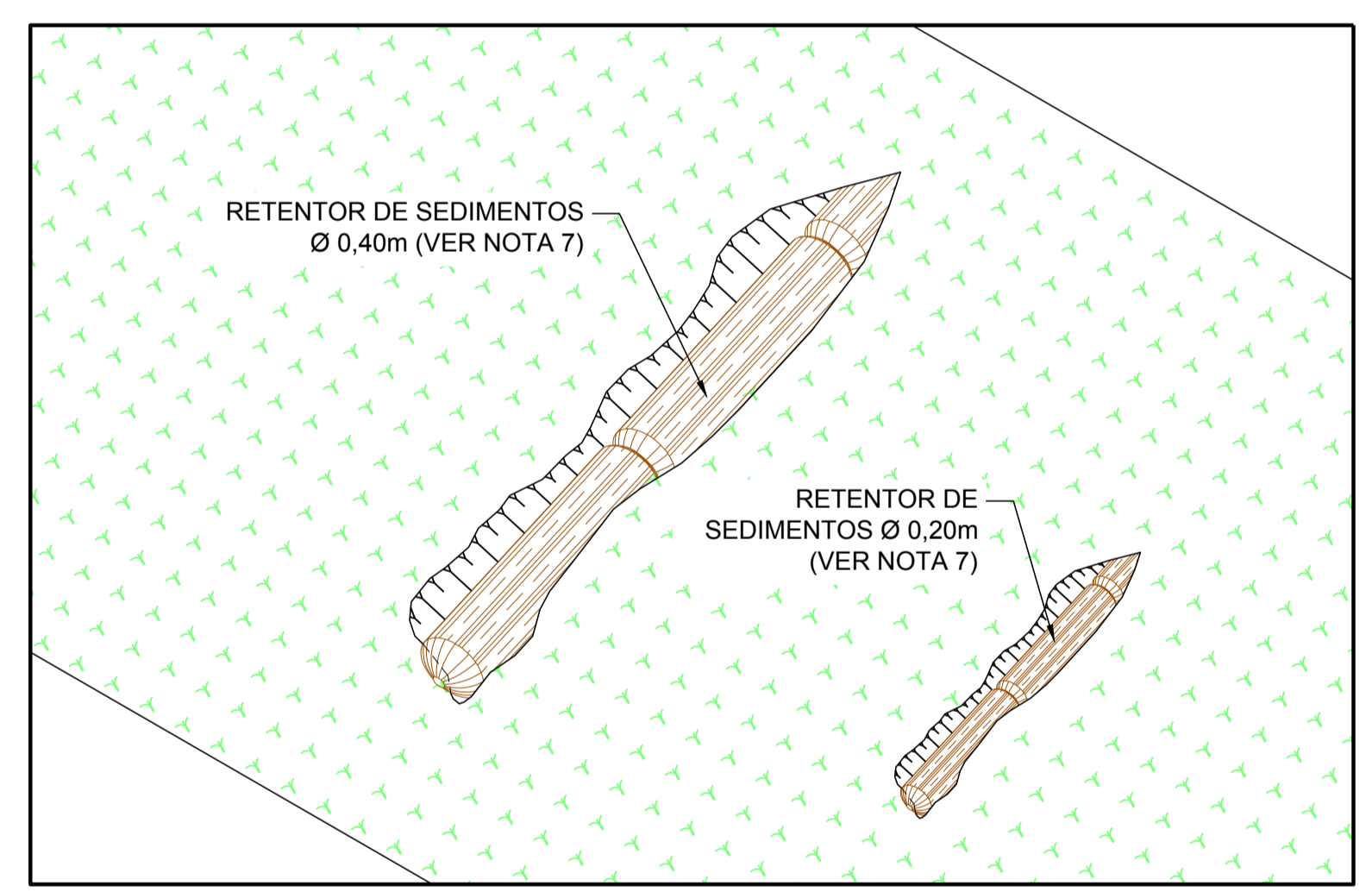


LEGENDA:

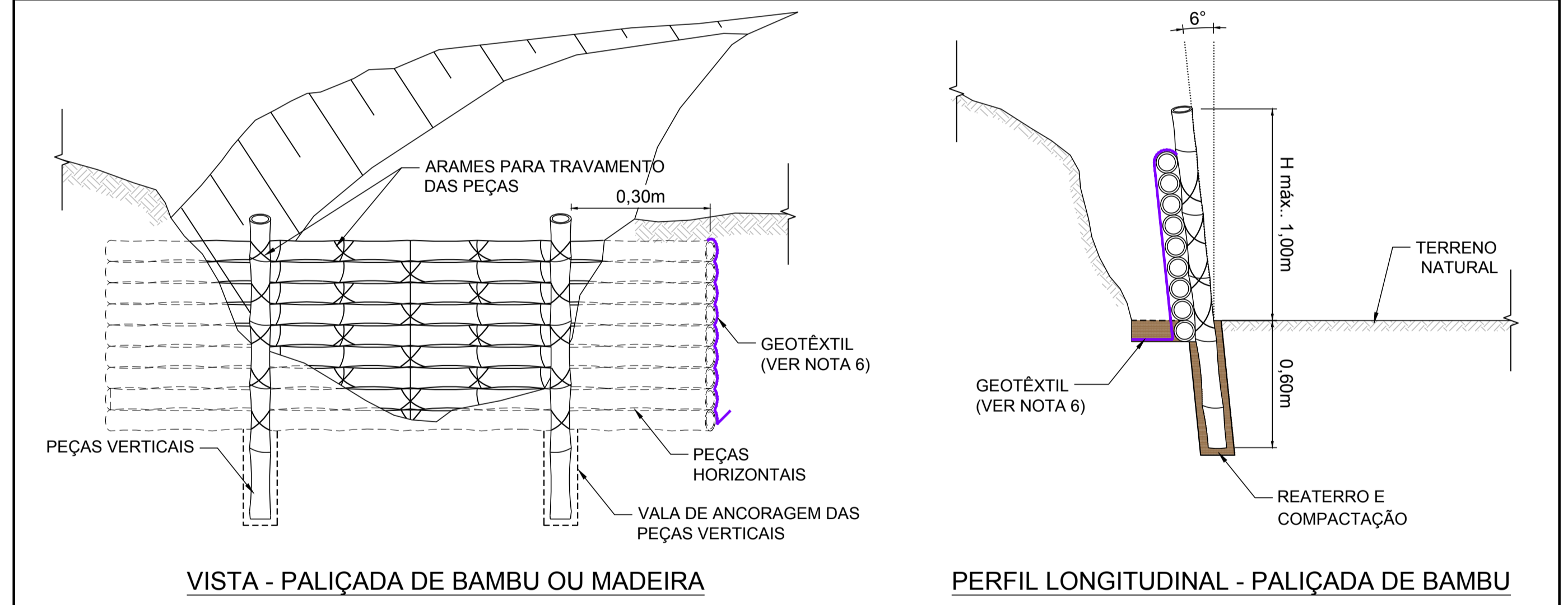
- GEOTÊXTIL
- ÁGUA
- EROÇÃO
- SOLO EXPOSTO
- REATERRO COMPACTADO
- REJEITO

DEFICIÊNCIAS PONTUAIS TÍPICAS DOS TALUDES
SEM ESCALA

TRATAMENTOS PONTUAIS COM BIOENGENHARIA
SEM ESCALA



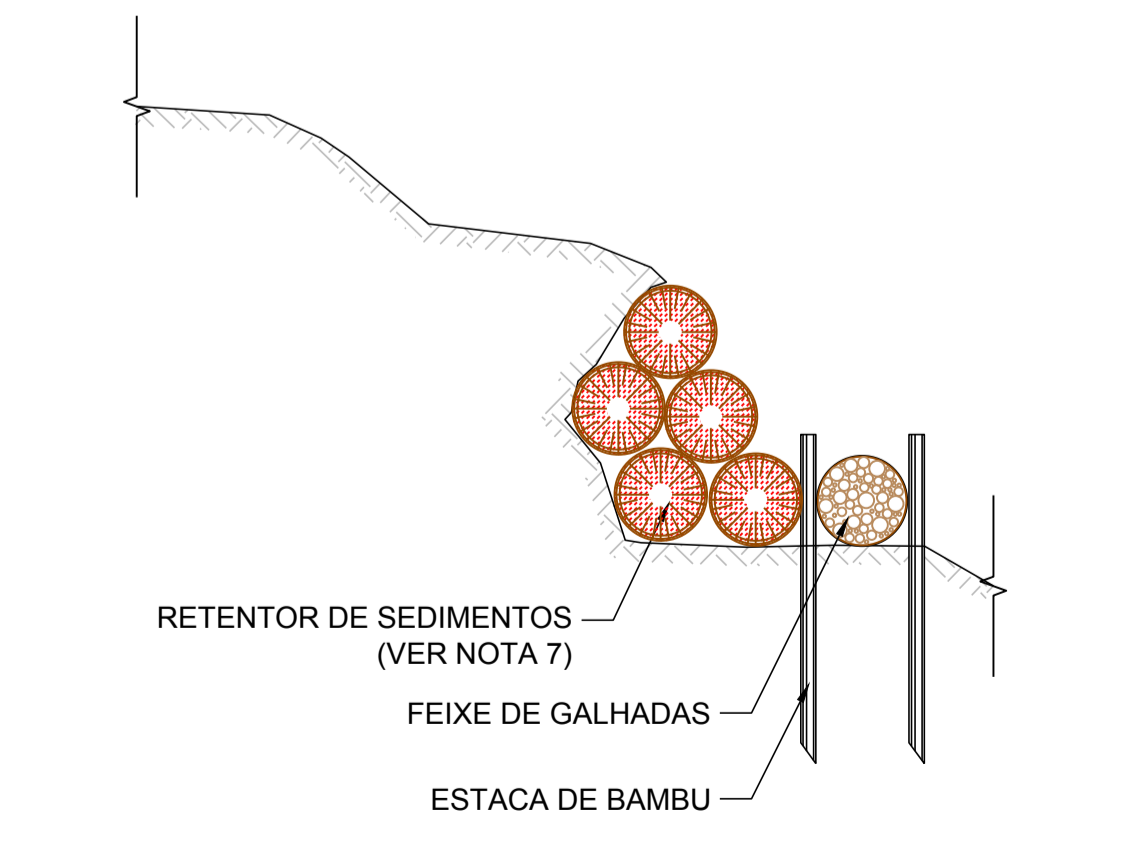
D1 E / OU D3 - PREENCHIMENTO COM RETENTOR DE SEDIMENTOS
SEM ESCALA



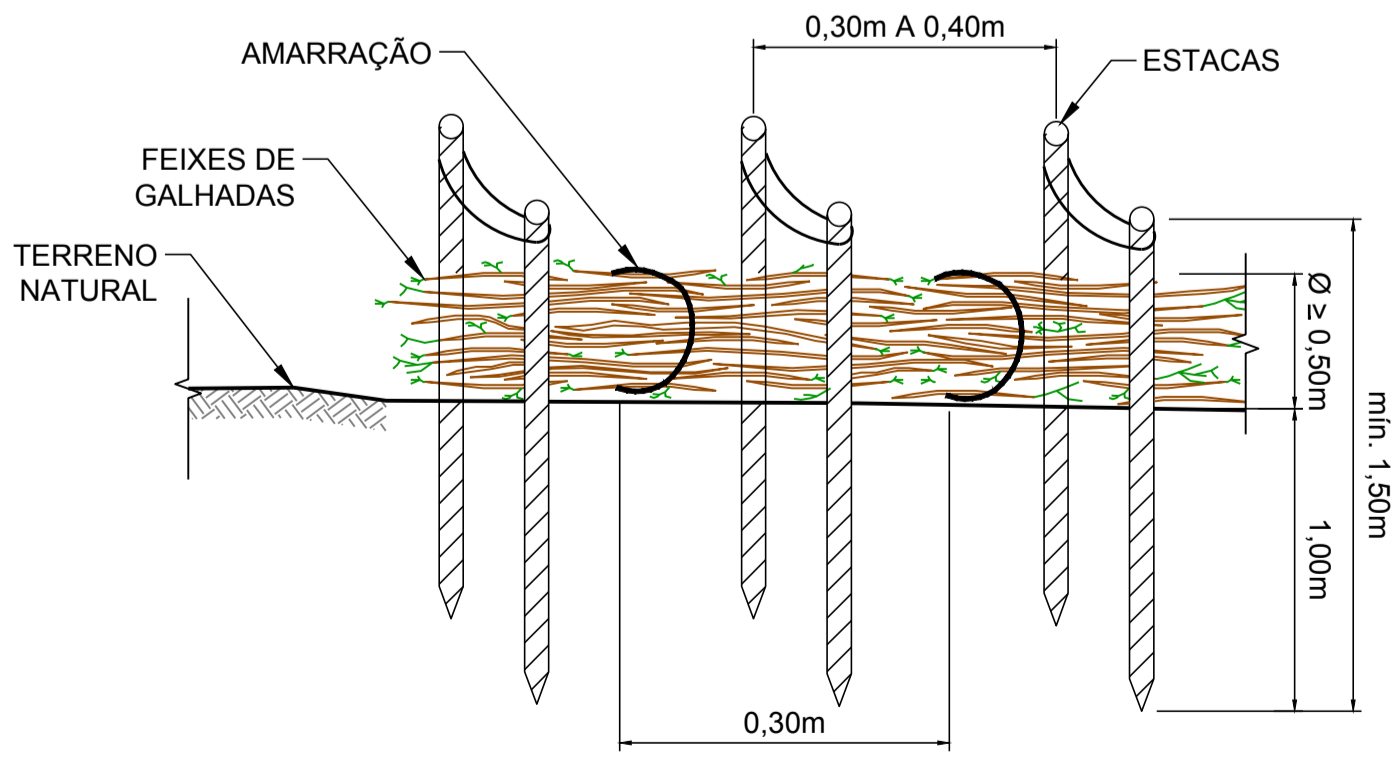
VISTA - PALIÇADA DE BAMBU OU MADEIRA

PERFIL LONGITUDINAL - PALIÇADA DE BAMBU

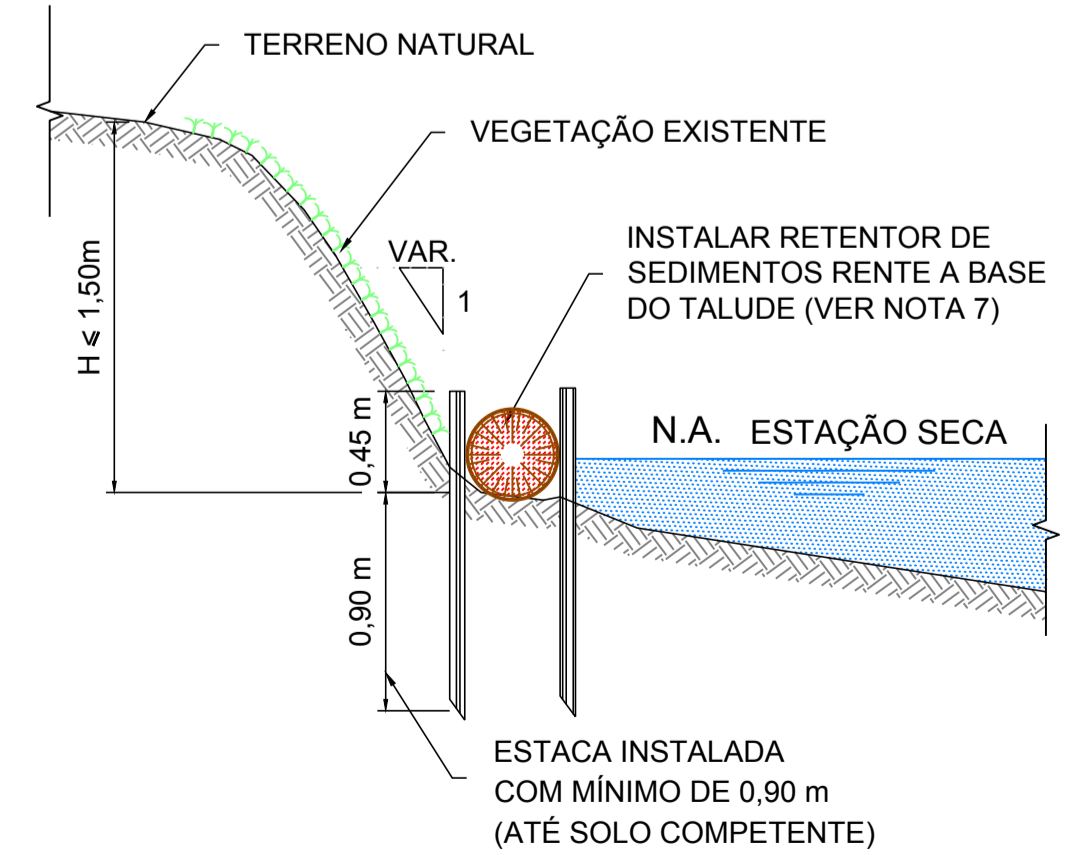
D2 - PALIÇADA DE MADEIRA OU BAMBU
SEM ESCALA



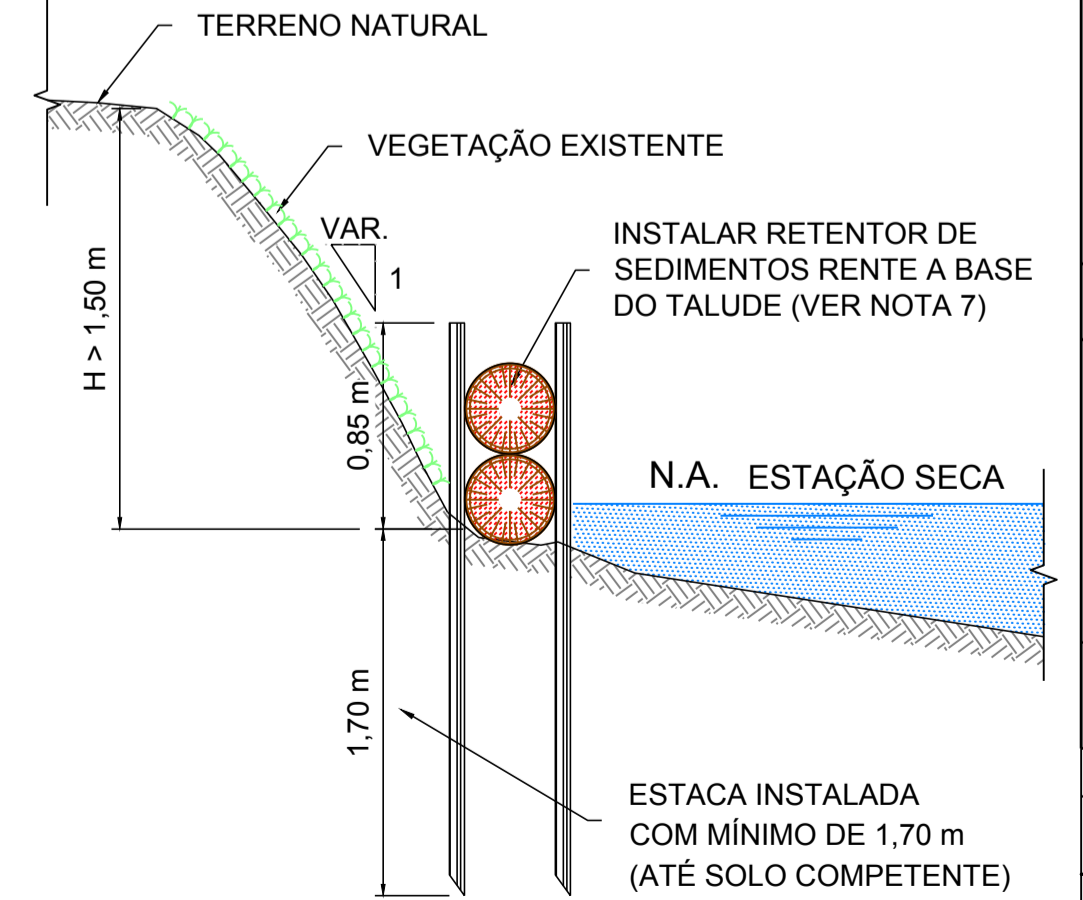
D4 - RETENTOR DE SEDIMENTOS NO PÉ DO TALUDE
SEM ESCALA



D5 - FEIXE DE GALHADAS
SEM ESCALA



D7 - TALUDE COM ALTURA ≤ 1,50m
SEM ESCALA



D8 - TALUDE COM ALTURA > 1,50m
SEM ESCALA

- NOTAS**
- DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;
 - SÃO CONSIDERADAS RAVINAS AS EROÇÕES NOS TALUDES COM LARGURA ≥ 0,50 m;
 - SÃO CONSIDERADAS SULCOS AS EROÇÕES 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 REMOVIDOS SOB ORIENTAÇÃO DO ATO. DEVENDO AS RAÍZES SEREM MANTIDAS NO TERRENO. 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 ESPECIFICAÇÃO 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.

EMISSÃO

DES. RR 16/01/17

PROJ. DO 16/01/17

VERIF. MD 16/01/17

APROV. SC 16/01/17

ESCALA SEM ESCALA

DESIGNO No. D1-E26-006_159-515-2282_03-J

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

SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

TÍTULO GERMANO - GERAL

OBRAS EXTERNAS

PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS

CALHA - SEÇÃO TIPO D

SOLUÇÕES TÍPICAS PONTUAIS E DETALHES

ESCALA SEM ESCALA

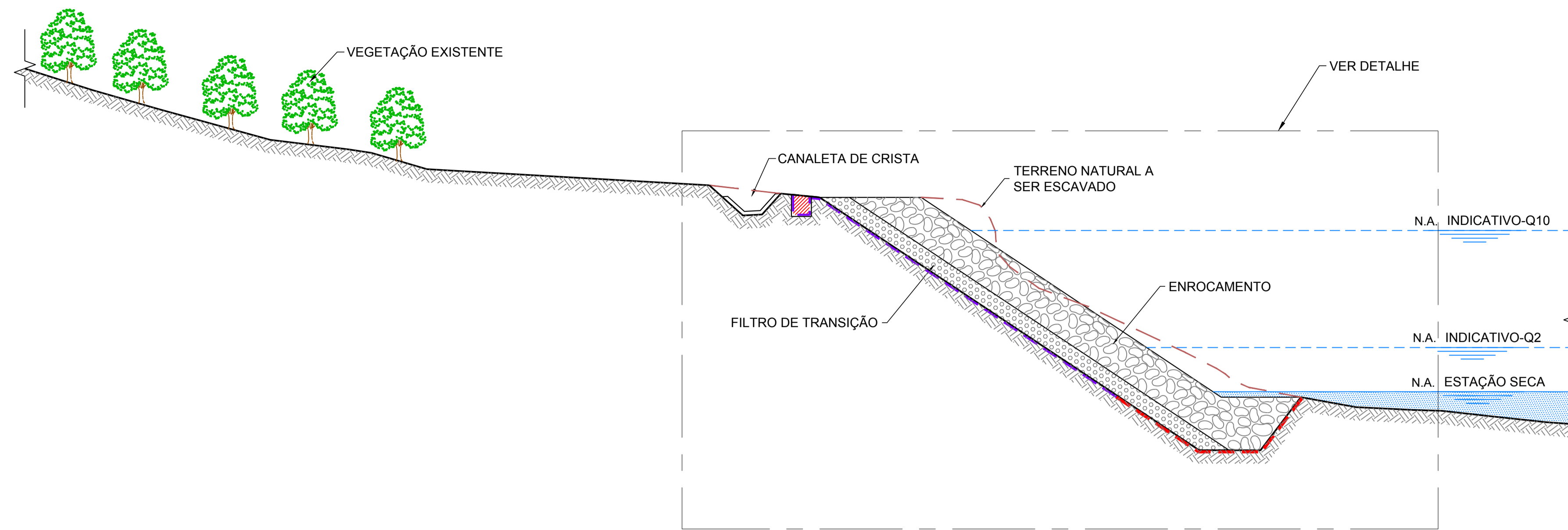
No. SAMARCO G006900-C-100341

REVISÃO 3

REVISÃO	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
3	16/01/17	RR	MD	SC	AH
2	30/11/16	AC	MD	SC	AH
1	09/11/16	RR	MD	SC	AH
0	26/09/17	RR	MD	SC	AH

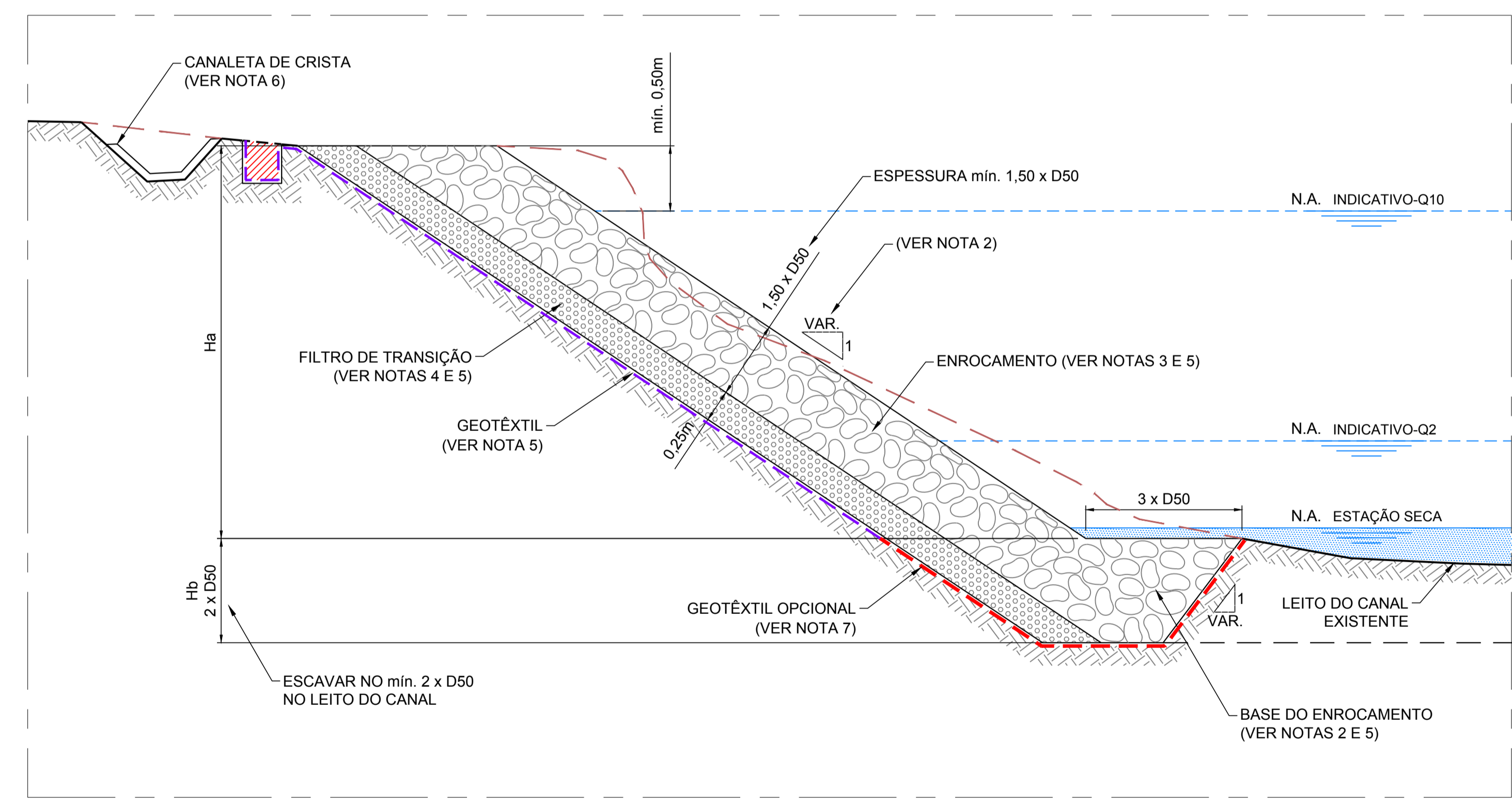
ESPESURAS DE LINHAS DA SAMARCO
 1 - VERMELHO = 0,2mm
 2 - AMARELO = 0,3mm
 3 - CINEZA = 0,35mm
 4 - AZUL = 0,4mm
 5 - VERDE = 0,45mm
 6 - LILÁS = 0,5mm
 7 - BRANCO = 0,6mm
 8 - CINZA = 0,65mm

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



SEÇÃO TIPO E
SEM ESCALA

- LEGENDA:**
- GEOTÊXTEL
 - GEOTÊXTEL OPCIONAL
 - 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
 - FILTRO DE TRANSIÇÃO



SEM ESCALA 1 SEÇÃO TIPO E

- NOTAS**
- DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;
 - O DIMENSIONAMENTO DO D_{50} , DA ELEVAÇÃO DE BASE DO ENROCAMENTO, DA DECLIVIDADE DOS TALUDES LATERAIS, E DAS DIMENSÕES DO REVESTIMENTO DEVERÃO SER CONFIRMADAS PELO ENGENHEIRO DE CAMPO ANTES DO INÍCIO DA CONSTRUÇÃO, PARA SE ADEQUAR AS CONDIÇÕES INDIVIDUAIS LOCAIS;
 - AS CARACTERÍSTICAS DO ENROCAMENTO, GRANULOMETRIA E MODO DE IMPLANTAÇÃO DEVERÃO SER DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;
 - FILTRO DE TRANSIÇÃO DEVERÁ SER USADO QUANDO A ESCAVAÇÃO INDICAR A PRESENÇA DE SOLO NÃO COMPETENTE, A CRITÉRIO DO ENGENHEIRO DE CAMPO DA PROJETISTA. AS CARACTERÍSTICAS DO FILTRO DE TRANSIÇÃO, DA GRANULOMETRIA E DE SUA INSTALAÇÃO DEVERÃO SER DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;
 - PARA ESPECIFICAÇÃO DO ENROCAMENTO, GEOTÊXTEL E FILTRO DE TRANSIÇÃO VER DESENHO DE NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA SERVIÇOS GERAIS;
 - PARA CANALETAS DE CRISTA VER DESENHOS DE CANALETAS E CANAIS PARA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO;
 - A ESCAVAÇÃO DEVERÁ SER REALIZADA COM UMA PROFUNDIDADE MÍNIMA DE 2XD50 OU ATÉ ENCONTRAR SOLO COMPETENTE. MATERIAIS COMO CASCALHOS PODEM SER ENCONTRADOS DURANTE A ESCAVAÇÃO, ENTRETANTO NÃO É NECESSÁRIO ESCAVAR ATÉ ENCONTRAR CASCALHOS, CASO O SOLO COMPETENTE JÁ TENHA SIDO ENCONTRADO. ASSIM QUE O SOLO COMPETENTE FOR ENCONTRADO, O ENROCAMENTO PODERÁ SER DEPOSITADO SEM A NECESSIDADE DE REATERRAR A VALA COM CASCALHOS. NESSE CASO, A APLICAÇÃO DO GEOTÊXTEL PODERÁ SER OPCIONAL, A CRITÉRIO DO ENGENHEIRO DE CAMPO DA PROJETISTA.

- DESENHOS DE REFERÊNCIA**
- NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - SERVIÇOS GERAIS: G006900-C-100354;
 - CANALETAS E CANAIS: G006900-C-100348;
 - EXEMPLOS DE APLICAÇÕES: G006900-C-100304.

DESENHO No. 01-E26-007_159-515-2282_01-J

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 04/11/16
PROJ. VE 04/11/16
VERIF. MD 04/11/16
APROV. SC 04/11/16

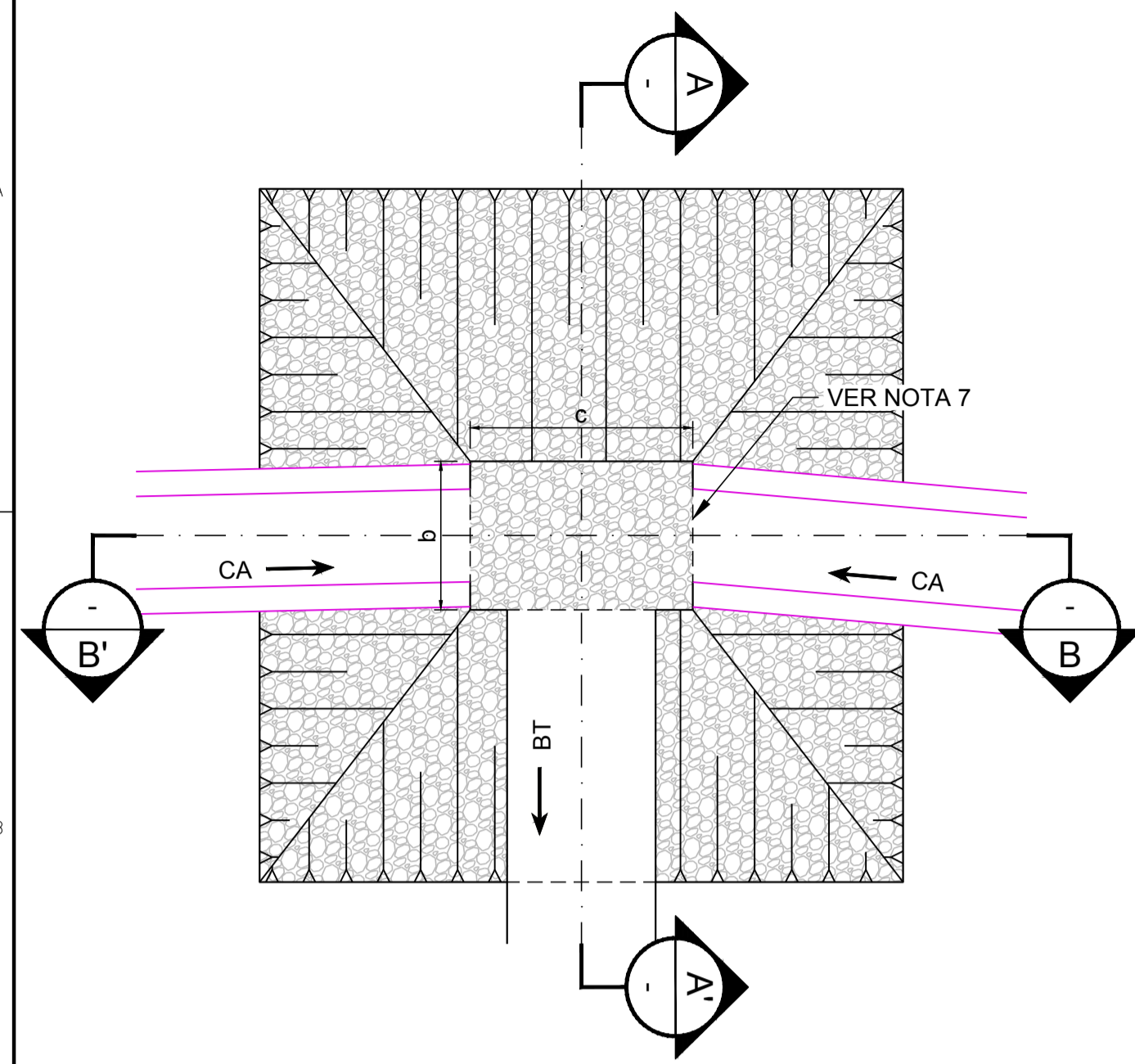
SAMARCO SAMARCO MINERAÇÃO S.A.
TÍTULO GERMANO - GERAL
OBRAS EXTERNAS
PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS
CALHA - SEÇÃO TIPO E
SEÇÃO E DETALHE

ESCALA INDICADA No. SAMARCO G006900-C-100342 REVISÃO 1

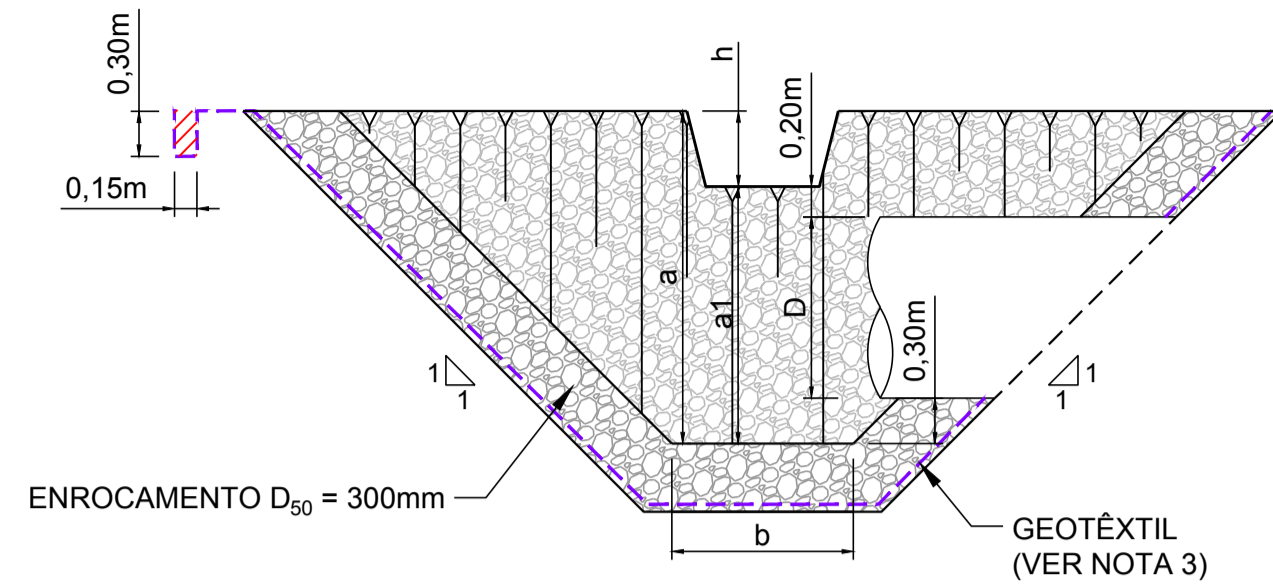
Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
1	P/ CONSTRUÇÃO	E	04/11/16	RR	MD	SC	AH
0	P/ APROVAÇÃO - EMISSÃO INICIAL	B	26/09/16	RR	MD	SC	AH
Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.

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

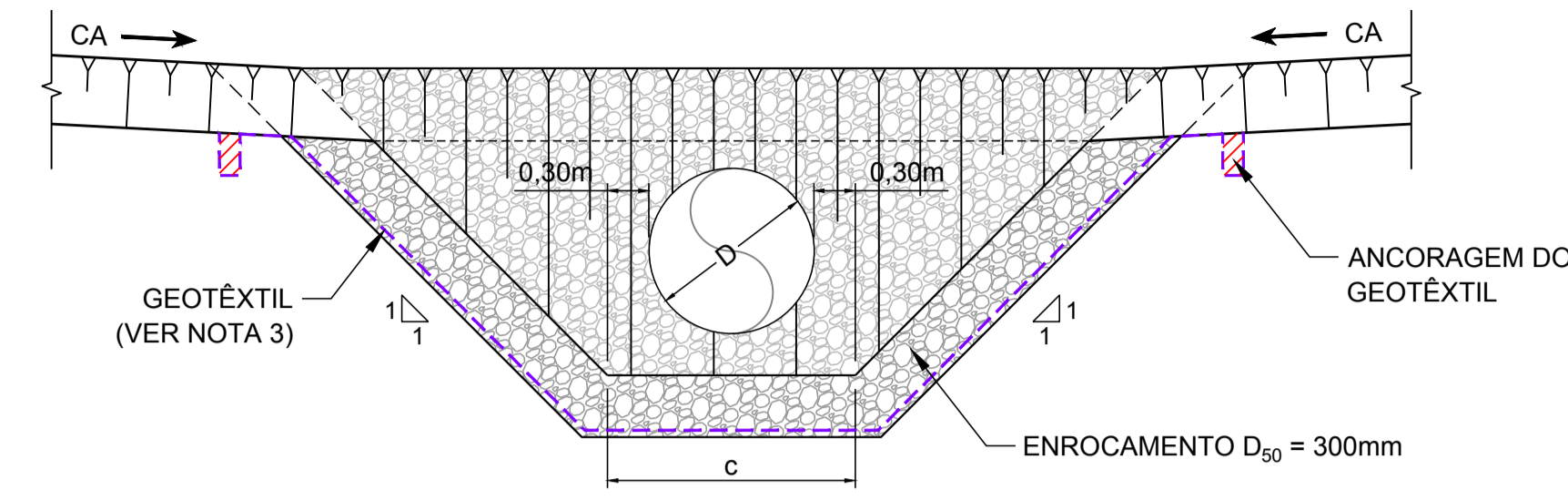
ESPESURAS DE LINHAS DA SAMARCO
 1 - VERMELHO = 0,2mm
 2 - VERDE = 0,25mm
 3 - AZUL = 0,25mm
 4 - AMARELO = 0,25mm
 5 - VERMELHO = 0,25mm
 6 - VERDE = 0,25mm
 7 - AZUL = 0,25mm
 8 - AMARELO = 0,25mm



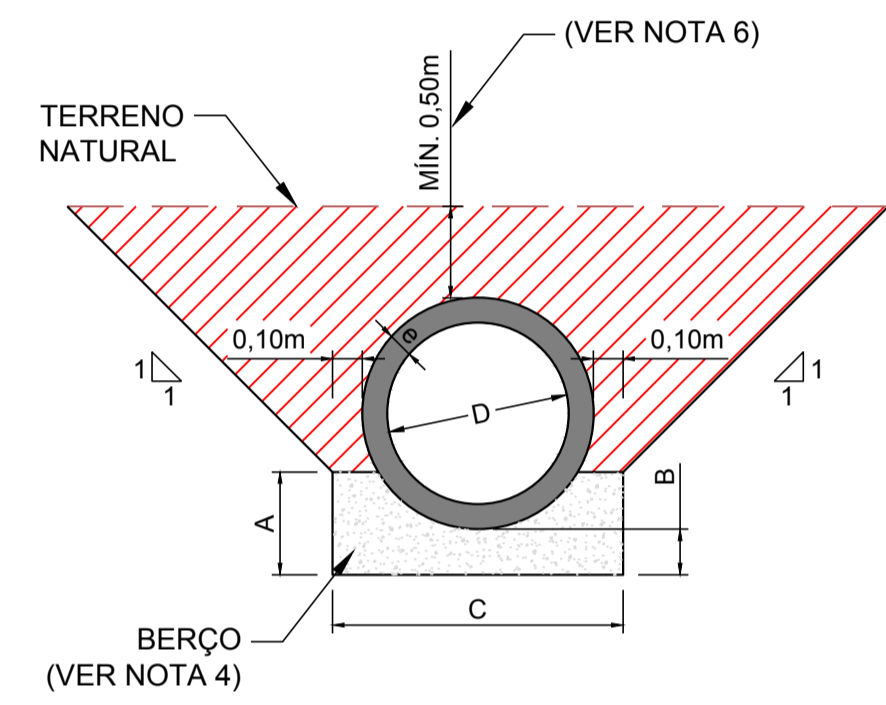
PLANTA - CAIXA DE PASSAGEM - CX
SEM ESCALA



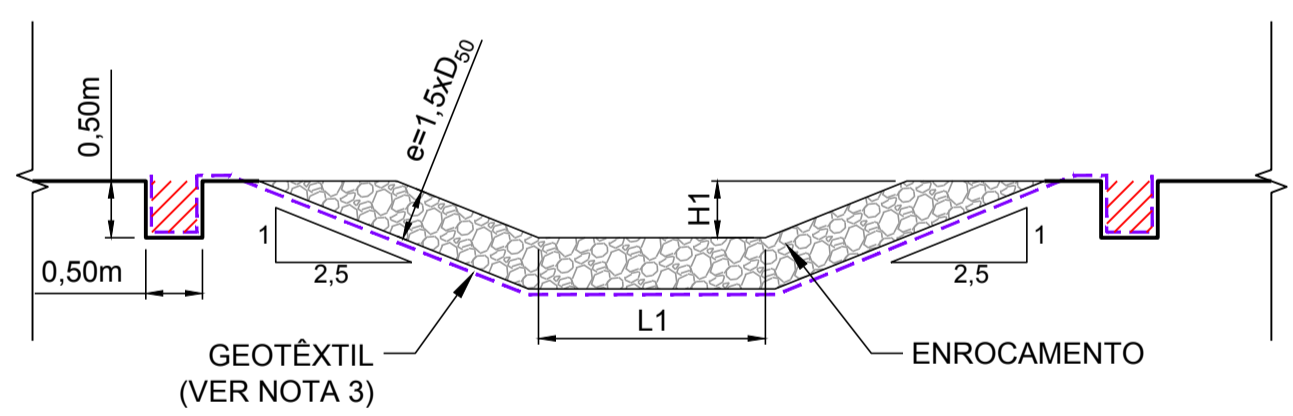
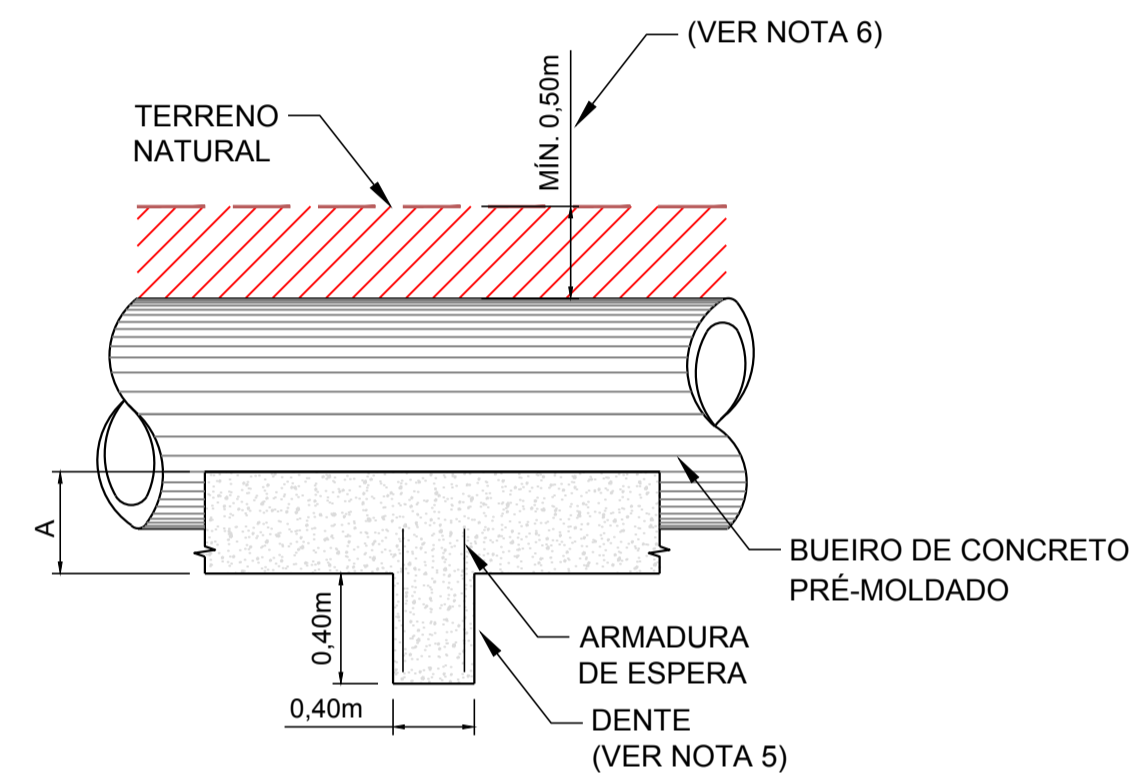
SEÇÃO A-A'
SEM ESCALA



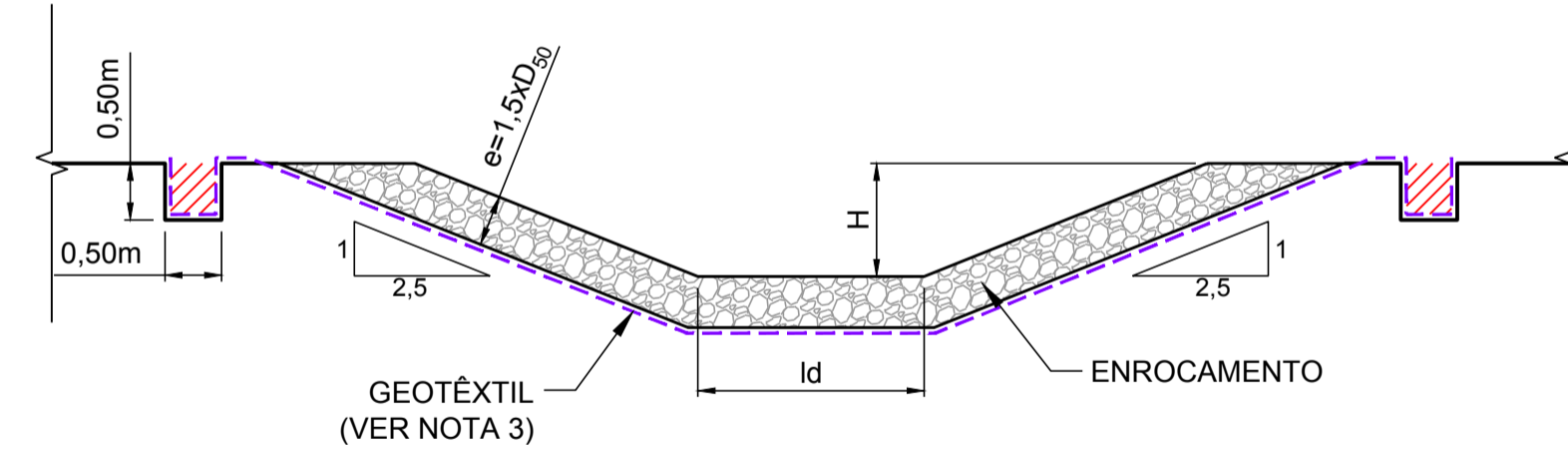
SEÇÃO B-B'
SEM ESCALA



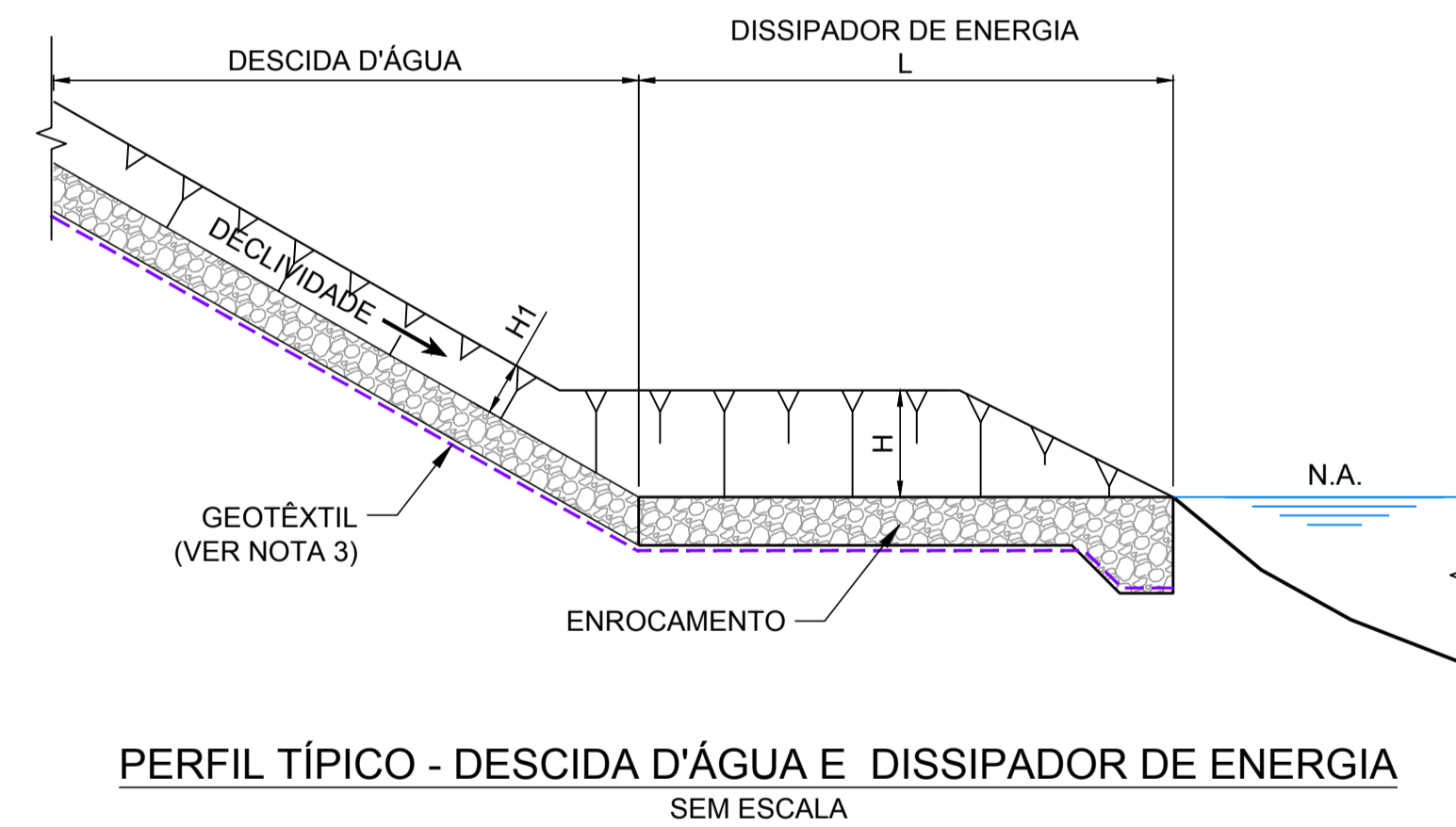
BUEIRO DE CONCRETO - BT
SEM ESCALA



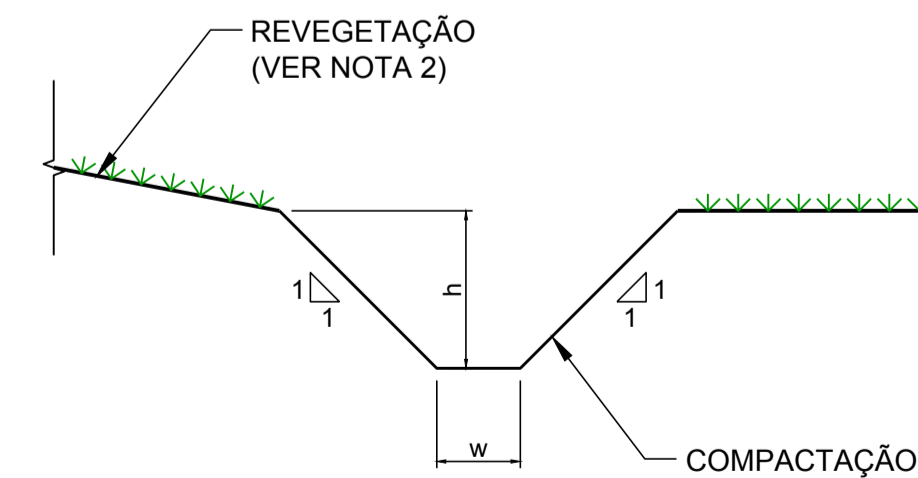
DESCIDA D'ÁGUA - DC
SEM ESCALA



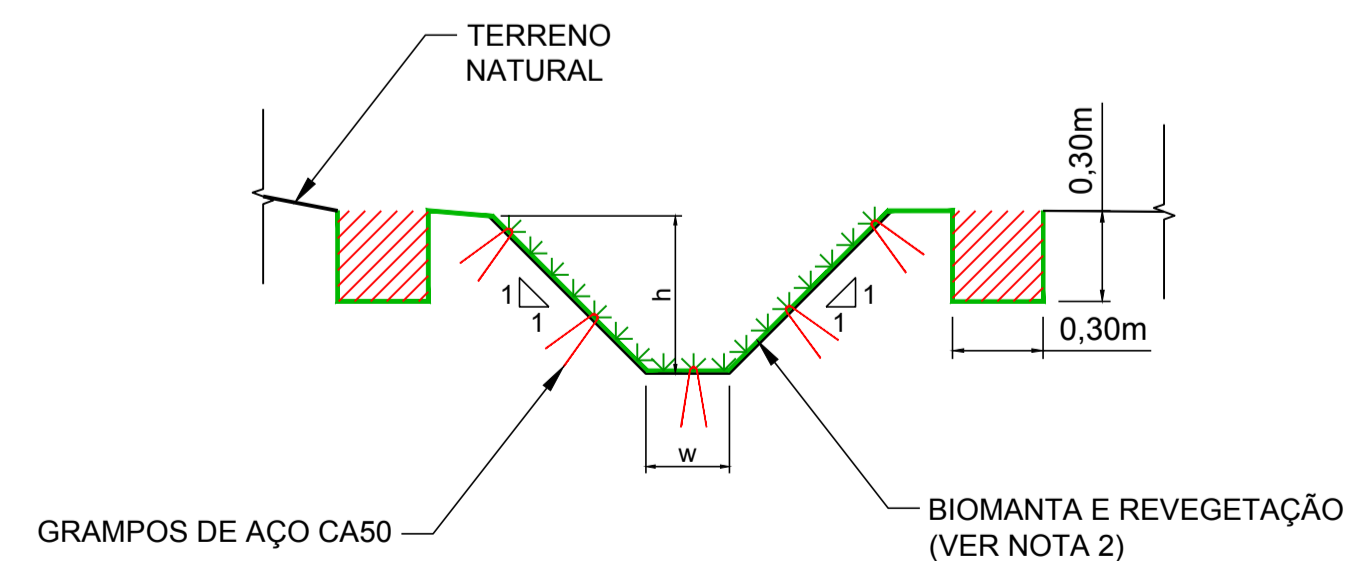
DISSIPADOR DE ENERGIA - DS
SEM ESCALA



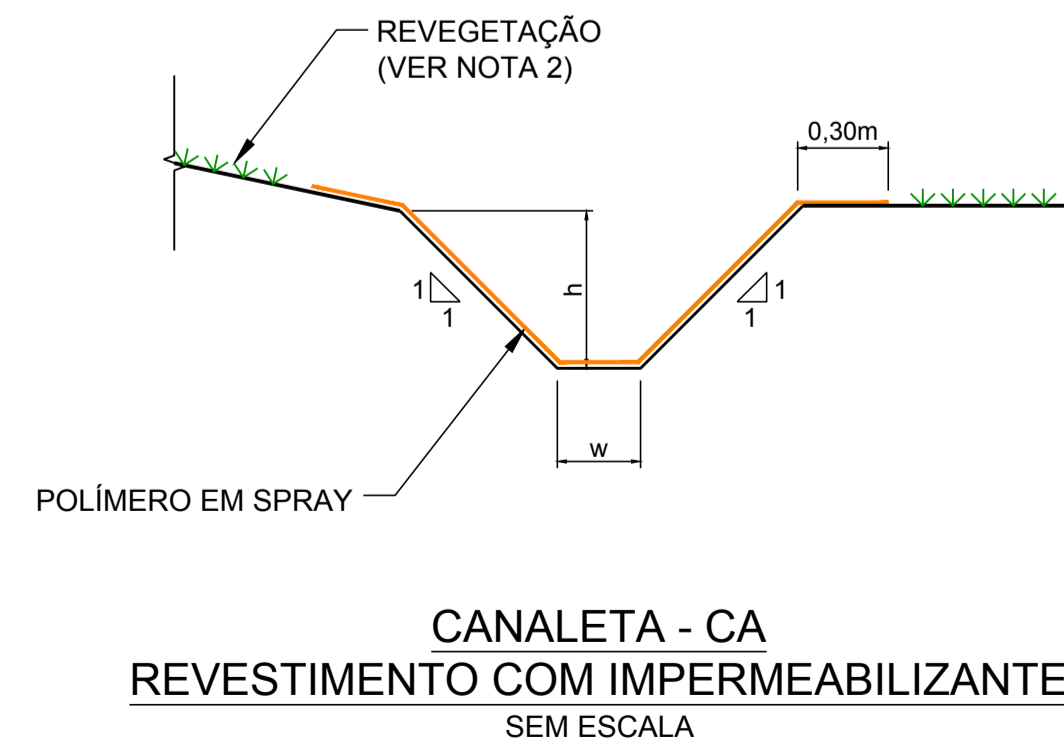
PERFIL TÍPICO - DESCIDA D'ÁGUA E DISSIPADOR DE ENERGIA
SEM ESCALA



CANALETE - CA
SEM REVESTIMENTO
SEM ESCALA



CANALETE - CA
REVESTIMENTO COM BIOMANTA
SEM ESCALA



CANALETE - CA
REVESTIMENTO COM IMPERMEABILIZANTE
SEM ESCALA

LEGENDA:

- TERRENO NATURAL
- REVEGETAÇÃO
- BIOMANTA
- POLÍMERO EM SPRAY
- GEOTÊXTIL
- ENROCAMENTO
- CONCRETO
- REATERRO

NOMENCLATURA - CAIXA DE PASSAGEM	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO
a	ALTURA TOTAL DA CAIXA
b	LARGURA DA CAIXA NO SENTIDO DO BUEIRO
c	LARGURA DA CAIXA NO SENTIDO TRANSVERSAL AO BUEIRO
h	ALTURA DA CANALETA DA ESTRADA
a1	DISTÂNCIA ENTRE O FUNDO DA CAIXA E O FUNDO DA CANALETA DA ESTRADA QUE ALIMENTA A CAIXA

NOMENCLATURA - BUEIRO	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO
D	DIÂMETRO DO BUEIRO
A	ALTURA DO BERÇO
B	ALTURA DA BASE DO BUEIRO
C	LARGURA DO BERÇO

NOMENCLATURA - DESCIDA D'ÁGUA	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO
H1	ALTURA DA DESCIDA D'ÁGUA
L1	LARGURA DA DESCIDA D'ÁGUA
D50	DIÂMETRO MÉDIO DO ENROCAMENTO
e	ESPESURA DO ENROCAMENTO

NOMENCLATURA - DISSIPADOR DE ENERGIA	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO
L	COMPRIMENTO DO DISSIPADOR
H	ALTURA DO DISSIPADOR
ld	LARGURA DO DISSIPADOR
D50	ENROCAMENTO
e	ESPESURA DO DISSIPADOR

NOMENCLATURA - CANALETA	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO
w	LARGURA DA CANALETA
h	ALTURA DA CANALETA

NOTAS

- DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADA;
- PARA SERVIÇOS DE BIOENGENHARIA VER DESENHO DE NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;
- PARA ENROCAMENTO E GEOTÊXTIL VER DESENHO DE NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA SERVIÇOS GERAIS;
- PARA O BERÇO UTILIZAR CONCRETO CICLÓPICO COM FCK > 11,0 MPa. O CONCRETO A SER UTILIZADO NO DENTE DEVERÁ TER FCK > 11,0 MPa. SERÃO COLOCADAS ARMADURAS DE ESPERA NOS DENTES, 2 Ø 10,0mm A CADA 100cm, NO MÍNIMO 2 PARA CADA DENTE, COM COMPRIMENTO DE 35cm. O CONCRETO DEVERÁ SER CONSTITUÍDO DE CIMENTO PORTLAND, ÁGUA E AGREGADOS, DEVENDO SATISFAZER A NBR - 12655/92, PARA CONCRETOS MOLDADOS "IN LOCO"; ONDE A DECLIVIDADE DE ASSENTAMENTO DO BUEIRO FOR MAIOR QUE 10% É RECOMENDADA A CONSTRUÇÃO DO DENTE, SENDO O ESPAÇAMENTO ENTRE ELES IGUAL A 5,00m;
- O REATERRO ACIMA DO BUEIRO DEVERÁ SER EXECUTADO COM MATERIAL DE QUALIDADE, NÃO CONTAMINADO E COMPACTADO COM GRAU DE COMPACTAÇÃO DE 98% PROCTOR NORMAL;
- AS CANALETAS DE CHEGADA DA CAIXA DE PASSAGEM SÃO APENAS DEMONSTRATIVAS, AS CHEGADAS DEPENDEM DO ARRANJO DA DRENAGEM;
- A PLANTA E O DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SÃO APRESENTADAS NOS DESENHOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL DAS ÁREAS NÃO PRIORITÁRIAS.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

- TOPOGRAFIA OBTIDA POR AEROLEVANTAMENTO PARA PERFILAMENTO DO SENSOR LASER SCANNER LIDAR-OPTCH REALIZADO PELA ARYA INVENTÁRIO TERRITORIAL / FIDUCIAR ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS - ARQUIVOS EM DWG DISPONIBILIZADOS PELA SAMARCO;
- REVEGETAÇÃO E BIOENGENHARIA: G006900-C-100353;
- NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - SERVIÇOS GERAIS: G006900-C-100354;
- NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - BIOENGENHARIA: G006900-C-100356.



DESENHO No.
D1-E40-508_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 21/02/17
PROJ. Wv 21/02/17
VERIF. Wv 21/02/17
APROV. SC 21/02/17

SAMARCO SAMARCO MINERAÇÃO S.A.
TÍTULO GERMANO - GERAL
OBRAS EXTERNAS
PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE RIOS PRINCIPAIS
ÁREAS NÃO PRIORITÁRIAS - DRENAGEM SUPERFICIAL
DETALHES CONSTRUTIVOS

ESCALA No. SAMARCO
INDICADA G006900-C-100610 REVISÃO 1

Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.
1	P/ APROVAÇÃO - REVISÃO GERAL GOLDER	B	21/02/17	RR	MD	SC	AH
0	P/ APROVAÇÃO - EMISSÃO INICIAL	B	31/01/17	RR	MD	SC	AH

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

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 dos Inconfidentes, 1011 - 10º andar
Bairro Funcionários
Belo Horizonte - MG
CEP: 30.140-120
Brasil
T: +55 (31) 2121 9800

