Processo: E-07/506.346/2012
Contrato: Nº 11/2013
TC: 0367.938-83/2011



Projeto Executivo para as Obras de Controle de Inundação e Recuperação Ambiental do córrego d'Antas e rio Bengalas

Município de Nova Friburgo – RJ

R-05 – Tomo I - Relatório dos Estudos Geotécnicos e Projeto Executivo de Proteção e Contenção das Margens
Rio Bengalas – Trecho E99 a E272

Junho/2015

Ecologus
Engenharia Consultiva

Ecologus Engenharia Consultiva	R-05 – RELATÓRIO DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS E PROJETO EXECUTIVO DE PROTEÇÃO E CONTENÇÃO DAS MARGENS	
	CLIENTE: **INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA**	FOLHA **1 de 233**
	LOCAL: **RIO BENGALAS – E99 A E272 – NOVA FRIBURGO-RJ**	

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

ÍNDICE DE REVISÕES

REV	DESCRIÇÃO E / OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão inicial
1	Revisão geral

	REV. 00	REV. 01	REV. 02	REV. 03	REV. 04	REV. 05	REV. 06	REV. 07	REV. 08
DATA	03/04/2014	01/06/2015							
EXECUÇÃO	ECOLOGUS	ECOLOGUS							
VERIFICAÇÃO	ROSANGELA	ROSANGELA							
APROVAÇÃO	VICTOR	VICTOR							

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 6
2. CONSIDERAÇÕES GERAIS 7
3. MAPA DE LOCALIZAÇÃO 8
4. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 10
5. PROJETO EXECUTIVO 11
5.1. Estudos Geotécnicos 11
5.2. Projeto da Proteção e Contenção das Margens 12

Anexos:

- **Anexo 1**: Estudos Geotécnicos
- **Anexo 2**: Projeto Geotécnico e Estrutural

LISTA DE DESENHOS

Nº do Arquivo Digital	Título
DRM-BH00-PNF-FCD-1-ECO-G-017-DE	PROJETO GEOTÉCNICO - PROJETO DE ADEQUAÇÃO DA NOVA FOZ DO CÓRREGO D'ANTAS – PLANTA E SEÇÕES
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-037-DE	PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E120+0,00 PLANTA
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-038-DE	PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E120+0,00 SEÇÕES E DETALHES
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-039-DE	PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E179+10,00 PLANTA
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-040-DE	PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E179+10,00 SEÇÕES E DETALHES
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-041-DE	PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS – E203+10,00 PLANTA
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-042-DE	PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS – E203+10,00 SEÇÕES E DETALHES
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-043-DE	PROJETO GEOTÉCNICO RIO BENGALAS - E265 A E268 DETALHE DE INTERFERÊNCIAS – FOLHA: 01/02
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-044-DE	PROJETO GEOTÉCNICO RIO BENGALAS - E265 A E268 DETALHE DE INTERFERÊNCIAS – FOLHA: 02/02
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-045-DE	PROJETO GEOTÉCNICO RIO BENGALAS - E259 A E272+5,65 DETALHE DA TRANSIÇÃO DO FUNDO DE PROJETO PARA FUNDO NATURAL
CSE-013-BEN-GT-001-DE-R0	PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 100 A 120
CSE-013-BEN-GT-002-DE-R0	PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 120 A 140
CSE-013-BEN-GT-003-DE-R0	PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 140 A 160
CSE-013-BEN-GT-004-DE-R0	PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 160 A 180

Nº do Arquivo Digital	Título
CSE-013-BEN-GT-005-DE-R0	PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 180 A 200
CSE-013-BEN-GT-006-DE-R0	PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 200 A 220
CSE-013-BEN-GT-007-DE-R0	PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 220 A 240
CSE-013-BEN-GT-008-DE-R0	PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 240 A 260
CSE-013-BEN-GT-009-DE-R0	PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 260 A 272
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E001_008	LOCAÇÃO DAS ESTACAS – E99 a E272
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E009	FORMA DA CORTINA ATIRANTADA - MÓDULO TÍPICO (PLACA DE 2,75m)
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E010	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL2
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E011	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL1
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E012	FORMA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL1, PL1A E PL1B
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E013	FORMA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL2, PL2A E PL2B
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E014	ARMADURA DA VIGA SUPERIOR MOLDADA NO LOCAL
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E015	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL1A
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E016	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL1B
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E017	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL2A
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E018	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL2B
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E019	CONCRETO MOLDADO NO LOCAL ENTRE AS PLACAS PL1 e PL2
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E020	CONCRETO MOLDADO-R0NO LOCAL ENTRE AS PLACAS PL1A-PL1B e PL2A-PL2B
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E021	FORMA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL10, PL10A E PL10B
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E022	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL10
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E023	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL10A
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E024	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL10B
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E025	FORMA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL20, PL20A E PL20B

Nº do Arquivo Digital	Título
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E026	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL20
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E027	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL20A
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E028	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL20B
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E029	CONCRETO MOLDADO NO LOCAL ENTRE AS PLACAS PL10 e PL20
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E030	CONCRETO MOLDADO NO LOCAL ENTRE AS PLACAS PL10A e PL20A
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E031	FORMA DA CORTINA ATIRANTADA - MÓDULO TÍPICO (PLACA DE 2,45m)
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E032	REFORÇO DOS PILARES E REFORÇO DOS FUROS DA DRENAGEM
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E033	CAIXAS DE TRANSIÇÃO - FORMA E ARMADURA
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E034	FORMAS DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS MÓDULOS 27 E 28
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E035	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL1D
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E036	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL2D
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E037	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL1C
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E038	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL2C
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E039	FORMAS DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS MÓDULOS 41
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E040	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL10E
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E041	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL20E
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E042	FORMAS DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS MÓDULOS 62
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E043	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL1F
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E044	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL2F
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E045	FORMAS DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS MÓDULOS 63
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E046	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL10G
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E047	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL20G
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E048	FORMAS DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS MÓDULOS 84 E 85
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E049	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL1H
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E050	ARMADURA DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS - PL2H

Nº do Arquivo Digital	Título
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E053	FORMA E ARMADURA DO PILAR DE 1,77m
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E054	DETALHES DOS GRAMPOS PARA MOVIMENTAÇÃO DAS PLACAS 1C, 1F, 1H
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E055	DETALHES DOS GRAMPOS PARA MOVIMENTAÇÃO DAS PLACAS 2C, 2F, 2H
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E056	PROJETO ESTRUTURAL RIO BENGALAS – MARGEM ESQUERDA LOCAÇÃO, FORMA E ARMADURA DA TRANSIÇÃO DA CORTINA – E95+15,00
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E057	PROJETO ESTRUTURAL RIO BENGALAS – MARGEM DIREITA LOCAÇÃO E FORMA DA TRANSIÇÃO DA CORTINA – E102+0,00
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E058	PROJETO ESTRUTURAL RIO BENGALAS – MARGEM DIREITA ARMADURA DA TRANSIÇÃO DA CORTINA – E102+0,00 – 01/02
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E059	PROJETO ESTRUTURAL RIO BENGALAS – MARGEM DIREITA ARMADURA DA TRANSIÇÃO DA CORTINA – E102+0,00 – 02/02
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E091	ZONA DE INTERFERÊNCIA DOS TIRANTES – FL. 01/02
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-E092	ZONA DE INTERFERÊNCIA DOS TIRANTES – FL. 02/02

1. APRESENTAÇÃO

A Empresa **Ecologus Engenharia Consultiva** foi contratada pelo INEA - Instituto Estadual do Ambiente, para elaboração do Projeto Executivo para as Obras de Controle de Inundação e Recuperação Ambiental do Córrego d'Antas e Rio Bengalas, no município de Nova Friburgo-RJ - através do Contrato nº 11/2013 (Processo Administrativo E07/506.346/2012).

Este relatório tem como objetivo apresentar as intervenções previstas para o Rio Bengalas no trecho da estaca E99 a E272 de aproximadamente 3,5 km.

De acordo com o Termo de Referência, os documentos referentes ao Contrato devem ser apresentados em 7 (sete) relatórios assim estruturados:

- **R01** – Plano de Trabalho e Programação das Atividades
- **R02** – Relatório de Complementação do Levantamento Topográfico e Topobatimétrico e Investigações Geotécnicas
- **R03** – Relatório do Projeto Executivo Hidráulico e Estruturas Complementares
- **R04** – Relatório dos Projetos Executivo Geométrico e Executivo de Terraplenagem
- **R05** – Relatório dos Estudos Geotécnicos e Projeto Executivo de Proteção e Contenção das Margens
- **R08** – Relatório de Quantitativos/ Orçamento e Especificações Técnicas
- **R09** – Relatório Final Consolidado

Este relatório é referente ao **R05 – Relatório dos Estudos Geotécnicos e Projeto Executivo de Proteção e Contenção das Margens**

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

No primeiro semestre de 2011, o Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro - INEA realizou um sobrevoo de reconhecimento pelos municípios atingidos, para mapear as áreas atingidas pela tragédia. Uma das primeiras medidas foi contratar empresas de engenharia para a realização de estudos específicos com o objetivo de identificar os problemas relacionados à engenharia, caracterizá-los e propor as ações necessárias para em primeiro momento mitigá-los e propor intervenções que conduzissem a uma solução definitiva.

Em março de 2011, a **Ecologus Engenharia Consultiva** foi contratada pelo INEA para a realização de Serviços Emergenciais na Macrodrenagem do Município de Nova Friburgo e Projetos do Parque Fluvial no córrego d'Antas, cujo um dos objetivos era propor intervenções nas bacias atingidas pelo evento no Município de Nova Friburgo. Neste trabalho foram realizados levantamentos de campo e estudos que identificaram diversas necessidades, abrangendo, o desenvolvimento de estudos hidrológicos para as bacias de interesse, definição das áreas de inundação, a concepção e definição dos elementos civis e hidráulicos das possíveis intervenções.

Com a conclusão deste trabalho, o INEA priorizou em desenvolver o Projeto Básico nas bacias do córrego d'Antas e rio Bengalas, por entender que estas foram as mais degradadas com o evento.

Então, o Projeto Básico referente à bacia do córrego d'Antas definiu um conjunto de serviços de engenharia necessários ao reestabelecimento das condições de escoamento da calha fluvial, concluindo com definição do:

- Dimensionamento de seção hidráulica para os TR's de referência do projeto;
- Zoneamento de áreas de risco de inundação;
- Serviços de Dragagem, contenção e/ou recomposição de taludes, substituição de travessias, pontes e barragens de controle de cheias, parques fluviais, proteção de taludes e revegetação.

O INEA, com o objetivo de viabilizar a continuidade dos serviços que vem sendo desenvolvidos no Município de Nova Friburgo, torna público em 23/08/2012 o Edital de Concorrência – CN Nº 21/2012 - Elaboração do Projeto Executivo para as Obras de Controle de Inundação e Recuperação Ambiental do Córrego d'Antas e Rio Bengalas – Município de Nova Friburgo, RJ.

A Empresa **Ecologus Engenharia Consultiva** vence a licitação e inicia a elaboração do Projeto Executivo da canalização do Rio Bengalas no trecho da estaca E99 a E272, parte do escopo do Contrato.

3. MAPA DE LOCALIZAÇÃO

A seguir apresenta-se o mapa (**Figura 3-1**) de localização ilustrando o trecho de intervenção do projeto.



FIGURA 3-1: MAPA DE LOCALIZAÇÃO

4. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O rio Bengalas foi objeto de estudo realizado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) no Plano de Águas Pluviais de Nova Friburgo (PAPNF), em setembro de 2007. O trecho estudado pela FCTH foi a partir da confluência dos seus formadores: Rio Santo Antônio e Rio Cônego até a Barragem do Catete, demolida em 2013.

Em 2010, a Empresa Tecnosolo - Engenharia e Tecnologia de Solos e Materiais S.A, elaborou o "**Projeto de Adequação da Canalização do Rio Bengalas**", projeto de canalização do Rio Bengalas apenas para a execução das obras do trecho entre a barragem do Catete e a foz do Córrego d'Antas.

E, por último pela Ecologus Engenharia Consultiva LTDA que elaborou o Projeto Básico para o trecho compreendido entre a foz do córrego d'Antas até o trevo da Rodovia Nova Friburgo-Teresópolis, que de acordo com o Plano de Águas Pluviais de Nova Friburgo (PAPNF) o trecho está compreendido entre as estacas 99+0,00 a 272+0,00.

Na busca pelo equacionamento das inundações recorrentes, ocasionadas pelo rio Bengalas, a Prefeitura de Nova Friburgo, contratou a TECNOSOLO para a realização de obras de dragagem e contenção de margens, no trecho compreendido entre a Barragem de Catete (demolida) e a foz do córrego d'Antas. Porém, esta obra foi interrompida devido as fortes chuvas de 2011, dificultando a conclusão da obra em sua totalidade, o que impediu a realização de dragagem de desassoreamento, que permitiria alcançar a cota de fundo prevista no projeto da TECNOSOLO e adotada no Projeto Básico do INEA. Após o encaminhamento do projeto básico à CEF e ao Ministério das Cidades, a TECNOSOLO avançou com a execução da cortina para montante da estaca E99, seguindo até a estaca E102+5 na margem direita e na margem esquerda até a estaca E101+10.

A seguir será abordada a solução adotada para o trecho entre as estacas E99 a E272.

5. PROJETO EXECUTIVO

5.1. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Foram realizados os Estudos Geotécnicos do rio Bengalas trecho da E99 a E272. Para avaliação das condições geológico-geotécnicas do local de interesse foi realizada campanha de investigações de campo com execução de sondagens mecânicas à percussão (SPT). O objetivo destas investigações geotécnicas foi de caracterizar os materiais provenientes do local da implantação de obras de canalização do rio Bengalas.

O plano de sondagem juntamente com os boletins de sondagem foram apresentados no Relatório **R02- Relatório de Complementação do Levantamento topográfico e topobatimétrico e Investigações Geotécnicas**.

Os resultados fornecidos pelas sondagens subsidiaram o dimensionamento geotécnico bem como possibilitaram obter informações sobre as características das camadas de solo existentes.

A **Ecologus Engenharia Consultiva** contou com o apoio da Empresa **V GARAMBONE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA** para desenvolver o projeto de canalização do rio Bengalas da estaca E99 a E272. Para validar a solução adotada no projeto estrutural que foi "Cortina Atirantada", a própria Empresa **V GARAMBONE** consultou a Empresa **CSE Consultoria e Serviços de Engenharia LTDA** para verificar a estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas.

As memórias de cálculo e os desenhos correspondentes estão apresentados no **Anexo 1**

5.2. PROJETO DA PROTEÇÃO E CONTENÇÃO DAS MARGENS

A proposta do Projeto Básico foi a construção de cortina atirantada, sendo o painel moldado “in loco”, com espessura de 25 cm, 3 tirantes de 35t e estaca raiz de 20 cm. Esta proposta seguiu a mesma metodologia adotada pela Prefeitura Municipal de Nova Friburgo no trecho do rio Bengalas compreendido entre a barragem de Catete (demolida em 2013) e a foz do córrego d’Antas, obra realizada pela PMNF com recursos do Ministério das Cidades.

Com a elaboração do Projeto Executivo, buscou-se aprimorar esta solução. Foi realizada uma avaliação dos trechos onde já existe cortina, e foi constatado que um segmento do paramento foi executado com peças pré-moldadas. A informação obtida foi que este segmento foi construído na década de 80.



FIGURA 5-1: CORTINA ATIRANTADA “IN LOCO”, COM FISSURAS NO PÉ DA CORTINA



FIGURA 5-2: CORTINA ATIRANTADA "IN LOCO", COM FISSURAS NO PÉ DA CORTINA



FIGURA 5-3: CORTINA ATIRANTADA "IN LOCO"



FIGURA 5-4: CORTINA ATIRANTADA PRÉ-MOLDADA

Desta avaliação, conclui-se que o segmento construído com placas pré-moldadas, apresenta melhor aspecto de qualidade construtiva.

Diante deste cenário, optou-se em projetar para o trecho em questão, uma cortina atirantada em peças de concreto pré-moldado em painéis de 5,20m x 2,75m e 5,20m x 2,45m sendo executada em duas linhas, com cinta de amarração acima dos mesmos com h=0,30m totalizando a altura de 5,80m e 5,20m respectivamente.

Esta variação na altura das placas deve-se ao fato que ao longo do canal as cotas das margens variam e minimizam desta forma, o desnível entre o topo da cortina e o meio–fio, principalmente no caso da margem direita onde existe a rodovia Governador Roberto Silveira já consolidada.

Os tirantes previstos no Projeto Básico (32mm – 35t) foram substituídos por tirantes com carga admissível maior (36mm – 45t) reduzindo a quantidade de 3 para 2 linhas. Os mesmos serão executados em duas linhas a cada 6m mantendo-se a profundidade média projetada de 18m. Nesse mesmo espaçamento (6m), serão executadas estacas

metálicas, dimensionadas em perfil W 410x75. Há uma previsão de uma junta a cada 60m de cortina, sendo a mesma executada com acréscimo de 01 (um) pilar.

No pé da cortina os gabiões foram substituídos por enrocamento. Atrás da cortina, será executada uma camada drenante, composta por camadas de brita 0, 1, 2 e 3, além dos drenos profundos dispostos ao longo do pilar, proporcionando uma completa drenagem.

Os fatores que foram comparados entre as duas soluções foram: custo previsto; prazo de execução; produção; segurança da execução e impactos ambientais. Esta análise foi realizada pela Ecologus, a pedido do INEA, em conjunto com a Fiscalização e Supervisão do contrato de execução da obra e a contratada para a obra.

Diante das argumentações apresentadas, o INEA concordou com a substituição da solução considerada no Projeto Básico.

A solução de estrutura de contenção adotada na conformação da foz do córrego d'Antas com o rio Bengalas e nas estruturas dos degraus, foi o **gabião caixa,** devido a sua facilidade de conformação geométrica e da maior viabilidade de execução frente a outras soluções estudadas para a região.

Ainda na região da foz do d'Antas com o Bengalas, a cortina existente na margem esquerda a montante da foz, será demolida, pois não se consegue melhorar o arco de desenvolvimento da entrada do córrego d'Antas se a cortina for mantida, além da interferência com os tirantes já executados com a nova calha do córrego d'Antas. A cortina existente na margem esquerda do córrego d'Antas será mantida.

A solução da cortina atirantada foi adotada até a estaca E266 aproximadamente em ambas as margens, a partir daí o canal segue em seção trapezoidal com base e altura variável, buscando manter as características naturais do canal. Como o projeto hidráulico determinou uma rampa localizada entre as estacas E260 e E272 com declividade 1,21% que determina a transição do fundo da calha de projeto com o fundo da calha natural, optou-se por não intervir no segmento a montante da estaca E266, para permitir que uma futura intervenção a montante que venha a ser concebida não seja dificultada pela solução de contenção já empregada. Foi considerada proteção de fundo do canal com enrocamento de 2,00m a montante e a jusante do início da rampa (E260), para minimizar os efeitos da erosão.

Considerações finais e Recomendações

Uma obra desta envergadura precisa de cuidados na sua implantação, especialmente por se tratar de obra de cortina atirantada, onde a faixa de intervenção vai além da implantação das placas pré-moldadas, pois é necessária a execução dos tirantes, cuja projeção ocupa uma faixa de aproximadamente 19,50 m. A norma NBR5629 – Execução de tirantes ancorados no terreno, recomenda que seja solicitada autorização para a perfuração em terreno de terceiros.

Neste caso, o proprietário desta faixa de ocupação é a Prefeitura Municipal de Nova Friburgo. Portanto, o INEA apresentou à PMNF, os projetos de canalização do rio Bengalas para sua aprovação. A Prefeitura assinou o projeto com um "de acordo", possibilitando ao INEA o encaminhamento deste à CEF, que vem a ser o órgão financiador deste Empreendimento.

A PMNF vem desenvolvendo projeto para implantação de via denominada Avenida Brasil, cujo o traçado desenvolve-se em paralelo ao canal na margem esquerda do rio Bengalas, ocupando uma faixa de aproximadamente 17,00m. Como citado anteriormente, a projeção dos tirantes ocupa uma faixa de 19,50m. O INEA abriu um processo de desapropriação para uma faixa de 7,00m, limitando-se apenas a execução das obras de escavação e escoramento para a implantação do canal. Cabe, portanto a PMNF, realizar a desapropriação necessária para implantação da Av. Brasil. Mesmo com a desocupação por parte da Prefeitura, ainda resta uma faixa de 2,50m referente a projeção dos tirantes. Neste caso, é importante que a Prefeitura através de fiscalização, restrinja o uso e a ocupação do solo nesta faixa remanescente, e apenas autorize um novo empreendimento mediante apresentação de estudos, que revelem que não haverá, quando da sua implantação, interferência à obra da canalização do rio.

Outro ponto a citar é que o cronograma das intervenções INEA x PMNF não são compatíveis, ou seja, a obra referente a canalização do rio Bengalas, já teve seu início e a Av. Brasil ainda está no projeto, portanto cabe ao projeto alertar à executora das devidas precauções que devem ser tomadas na execução dos tirantes nas proximidades das edificações que possam estar dentro desta faixa.

A seguir, as principais medidas a serem tomadas.

- **Inspeção e registro da situação de imóveis**

Deverão ser executados laudos periciais, assinados por especialistas e com conhecimento dos ocupantes e proprietários, do estado das edificações que possam ter as suas fundações influenciadas pela obra. Com base nos laudos da situação atual, deverá ser avaliada a resistência estrutural dos imóveis e, em especial, sua capacidade de resistir aos esforços e solicitações oriundos do processo construtivo a ser empregado.

Conforme seja o resultado das avaliações, a Fiscalização deverá levá-lo ao conhecimento da Projetista e deverão ser tomadas medidas corretivas, em conjunto, entre as quais:

• instrumentação específica para acompanhamento do comportamento dos imóveis;

• medidas especiais de proteção;

• desocupação temporária do imóvel;

• desapropriação do imóvel.

- **Uso e ocupação do solo**

Dada às características da obra, após a sua conclusão deve ser pactuado entre o INEA e a Prefeitura de Nova Friburgo a elaboração de mecanismo legal de proteção, segurança e controle através da restrição do uso e ocupação do solo na faixa sobre a projeção dos tirantes evitando que obras futuras sejam executadas sem a observação da existência dos tirantes no solo.

Cravação de Perfis

São apresentadas no Anexo 2 - Notas Técnicas constando metodologia alternativa para a execução da fundação da cortina atirantada, no trecho da E99 a E272, onde ocorrem dificuldades técnicas para cravação dos perfis da estrutura.

A **Ecologus**, com o intuito de agilizar a produção das placas e início da obra, foi liberando o trecho do rio em segmentos, de jusante para montante entre as obras-de-arte especiais.

A planta de locação dos perfis, os desenhos das formas e armação das placas pré-moldadas e a memória de cálculo para implantação de obras de canalização do rio Bengalas são apresentadas no **Anexo 2**.

ANEXOS

ANEXO 1

ESTUDOS GEOTÉCNICOS

CONSULTORIA E ENGENHARIA

RIO BENGALAS

CORTINA ATIRANTADA

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 100 A 120

ESTABILIDADE GLOBAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CSE-013-BEN-GT-001-MC R0

Novembro/2013

SUMÁRIO

ITEM **Pág.**

1. INTRODUÇÃO 02

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL 03

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE 05

3.1 PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO 05

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE GLOBAL 06

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 10

ANEXO 11

Desenho CSE-013-BEN-GT-001-DE – "Rio Bengalas - Perfil Geológico-Geotécnico entre as Estacas 100 e 120"

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo elaborada para a verificação da estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas, no município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, no trecho contido entre as estacas 100 e 120.

A cortina projetada, apresentada no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2 - "*Cortina Atirantada – Módulo Típico (Placa de 2,75 m) – Formas – Rio Bengala*", tem seu topo na cota 838,80 m e altura de 5,80 m, aproximadamente. O dimensionamento efetuado pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda levou à adoção de dois níveis de tirantes Dywidag, com diâmetro de 38 mm, carga nominal de 45 tf, espaçados de cerca de 6,00 m e comprimento livre de 12,00 m (nível superior) e 8,00 m (nível inferior).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL

No trecho em questão foram executadas 16 sondagens a percussão, sendo oito na margem direita (SP-03, SP-06, SP-08, SP-10, SP-13, SP-16, SP-18 e SP-20) e oito na margem esquerda (SP-02, SP-05, SP-07, SP-09, SP-12, SP-15, SP-17 e SP-19), cujos boletins individuais e localização são apresentados no relatório "Boletins de Sondagem: E99 a E272". Observe-se que essas sondagens foram realizadas em março/2013, ou seja, em época de cheias.

No ANEXO encontra-se o perfil geológico-geotécnico do trecho, extraído das referidas sondagens.

As investigações evidenciaram a presença de uma camada superficial de aterro de argila arenosa/areia argilosa, de consistência mole a média, sobrejacente a uma camada de areia fina, média e grossa, com mica, pouco a medianamente compacta, cinza, seguida por camada de solo residual, constituído de areia fina, média e grossa, de compacidade crescente com a profundidade, variando de medianamente a muito compacta. As sondagens foram paralisadas quando atingiram o "impenetrável à percussão".

A profundidade do nível d'água variou de 2,5 m a 4,0 m abaixo do nível do terreno, aproximadamente entre as cotas 837 m e 835 m.

Na margem direita, a camada de aterro possui espessura mínima de 1,70 m e máxima de 4,00 m e número de golpes (N_{SPT}) variando entre 4 e 10. Na camada subjacente de areia, com espessura variável entre cerca de 2,50 m e 6,00 m, os valores de N_{SPT} variaram de 5 a 21 golpes, apresentando pontualmente compacidade elevada. Pode-se considerar, entretanto, que na média este valor ficou em torno de 13 golpes. O estrato de solo residual apresentou N_{SPT} mínimo de 18 golpes e máximo de 59 golpes.

Na margem esquerda o aterro superficial tem espessura mínima de 0,70 m e máxima de 4,75 m, com N_{SPT} entre 2 e 6. A camada de areia subjacente apresenta-se mais espessa nesta margem, variando de 5,00 m a 10,00 m, com N_{SPT} médio de 12 golpes (variação entre 5 e 25). O solo residual subjacente apresentou valores de N_{SPT} superiores a 16 golpes.

O nível do terreno em ambas as margens encontra-se em torno da cota 839,00 m. A cota de coroamento da cortina foi projetada na cota 838,80 m e ficará assente predominantemente na camada de areia medianamente compacta a compacta subjacente ao aterro, podendo em alguns locais ficar assente na camada de solo residual.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

3.1 Perfil Geotécnico de Cálculo

A partir da análise do perfil geológico-geotécnico do trecho em questão, materializado no desenho apresentado no Anexo 1, pode-se constatar que a investigação que apresenta pior condição para a estabilidade global da cortina é a representada pela sondagem SP-07, executada na margem esquerda.

Assim, as análises aqui empreendidas serão baseadas nas condições geológico-geotécnicas da sondagem SP-07, admitindo-se, *ipso facto*, que as demais situações referentes ao trecho analisado apresentam fatores de segurança mais elevados.

A partir dos valores de N_{SPT} das sondagens, verificaram-se na literatura especializada algumas correlações existentes entre N_{SPT} e parâmetros geotécnicos (ver, por exemplo, *Schnaid, F., "Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações", São Paulo – Ed. Oficina de Textos, 2000*) e com base na experiência da Projetista e do conhecimento das características dos solos da região, foram adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Figura 1 a seguir para o perfil de cálculo elaborado a partir da sondagem SP-07, que representa de forma conservadora os parâmetros esperados *in situ*.

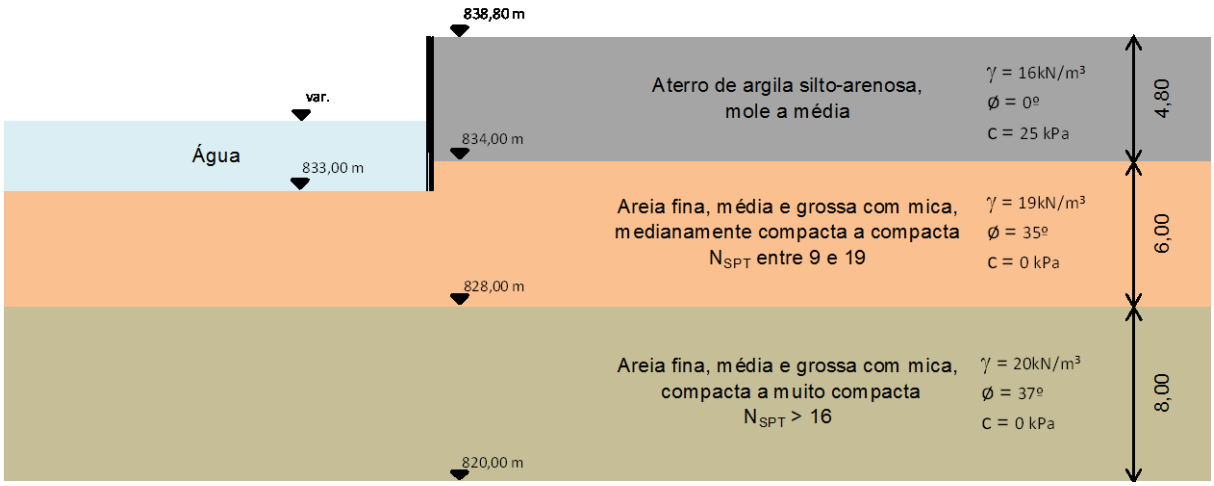


FIGURA 1
SONDAGEM SP-7 - PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO

3.2 Análises de Estabilidade Global

As análises de estabilidade foram efetuadas com o auxílio do programa SLOPE/W, a partir da metodologia desenvolvida por Morgerstern e Price.

A geometria das análises considerou as seguintes características para o trecho em questão, a saber:

- cota de coroamento da cortina: 838,80 m;
- cota de assentamento da cortina: 833,00 m;
- tirantes Dywidag ϕ38 mm e carga nominal de 45tf;
- comprimento livre dos tirantes: 12,00 m (tirante superior) e 8,00 m (tirante inferior);
- comprimento do bulbo de ancoragem: 8,00 m;
- espaçamento entre tirantes: 6,00 m (sentido longitudinal);
- sobrecarga: 10 kPa;
- instalação de drenagem atrás da cortina, conforme indicado no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2.

Foram definidas as seguintes situações de projeto:

a) época de cheias:

- terreno: N.A. = 837,00 m
- canal: N.A. = 835,00 m

b) época de estiagem:

- terreno: N.A. = 835,00 m
- canal: N.A. = 833,50 m

Admitiu-se como fator de segurança mínimo o valor de F.S. = 1,5.

As saídas do programa SLOPE/W para cada uma das situações definidas acima estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 a seguir.

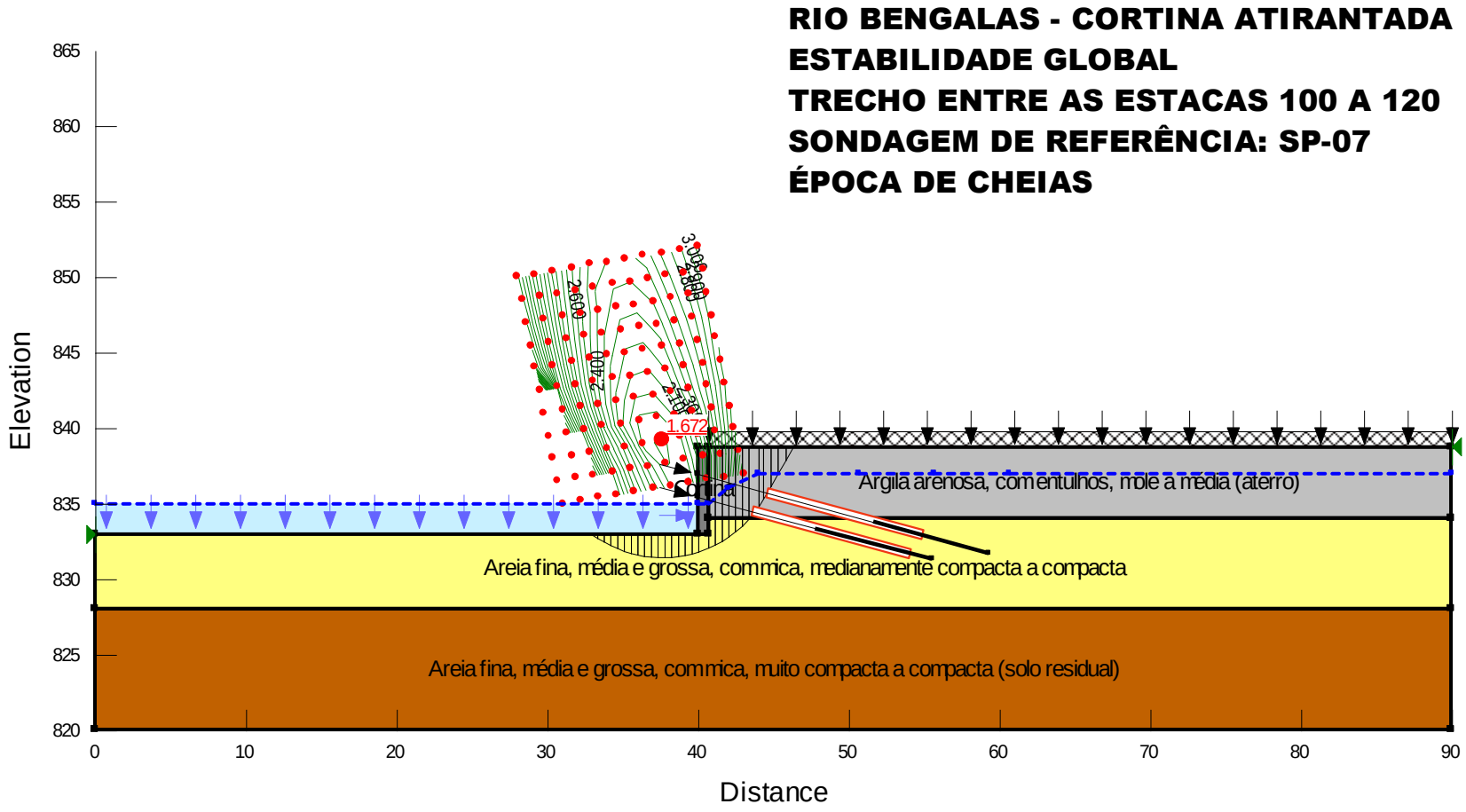


FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE CHEIAS

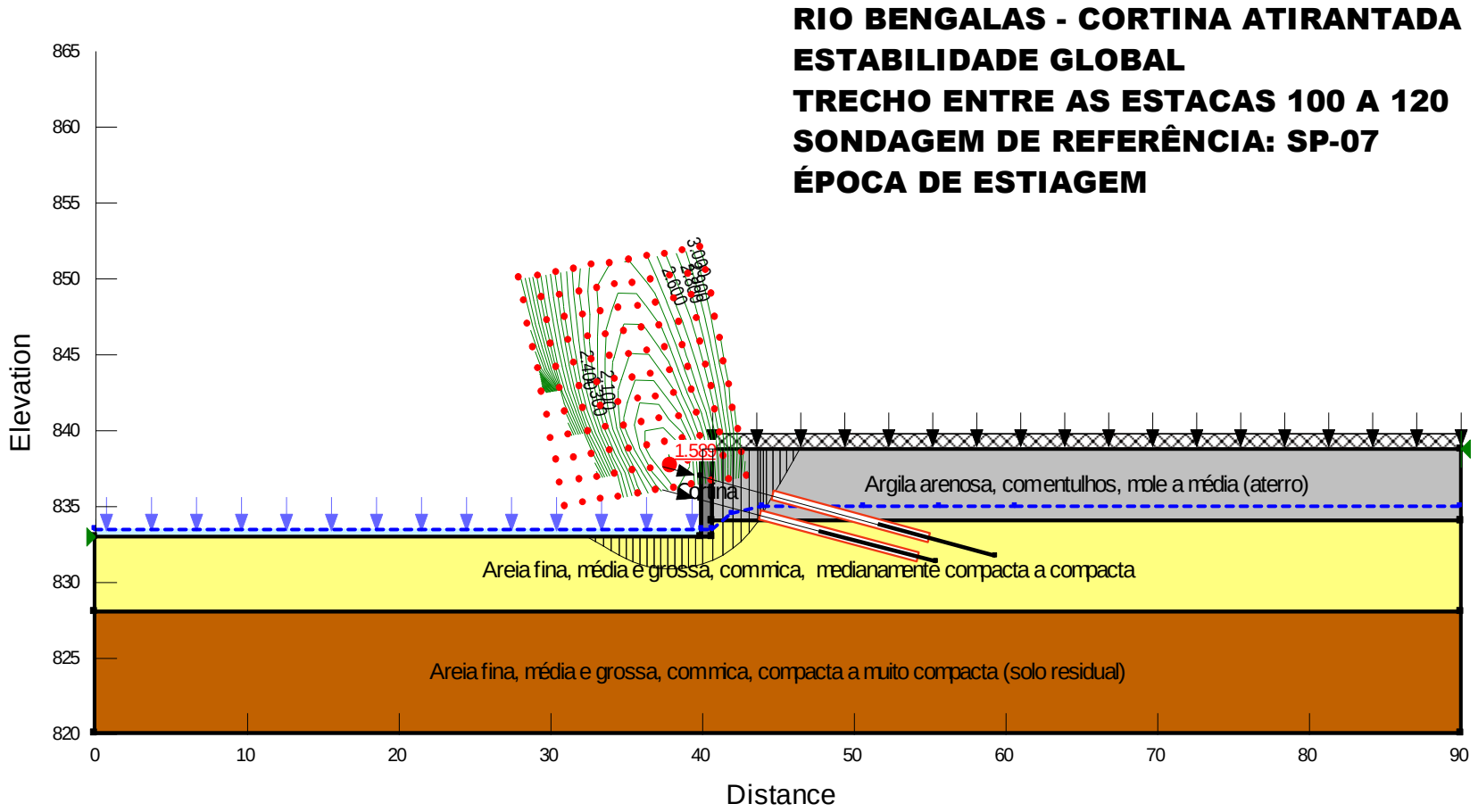


FIGURA 3 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE ESTIAGEM

O Quadro 1 a seguir apresenta o resumo dos resultados obtidos nas análises empreendidas. Constata-se que os fatores de segurança obtidos atendem aos critérios adotados.

QUADRO 1

RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

CASO	FATOR DE SEGURANÇA
Época de cheia	1,672
Época de estiagem	1,589

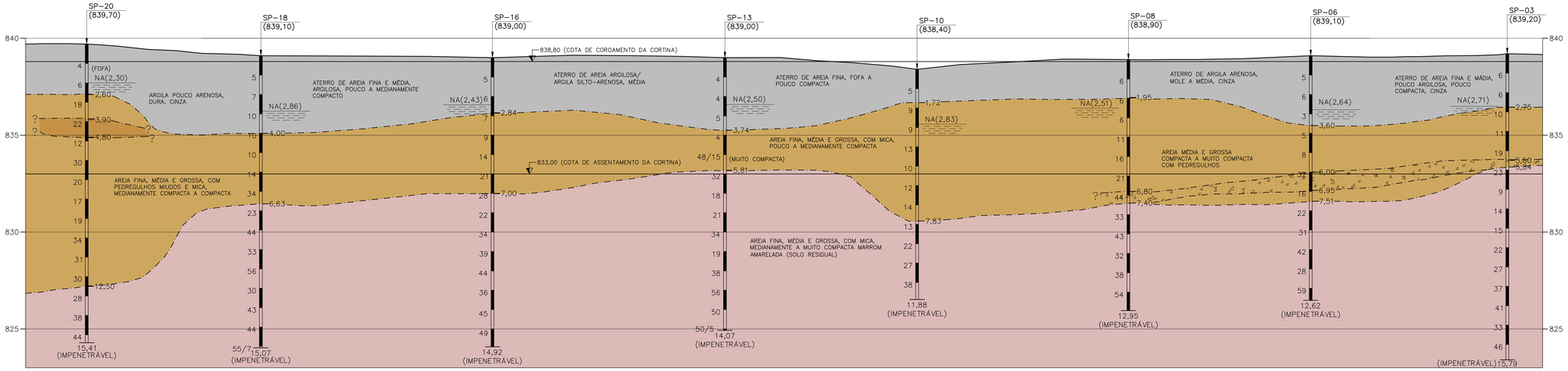
A estabilidade interna da cortina foi verificada pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

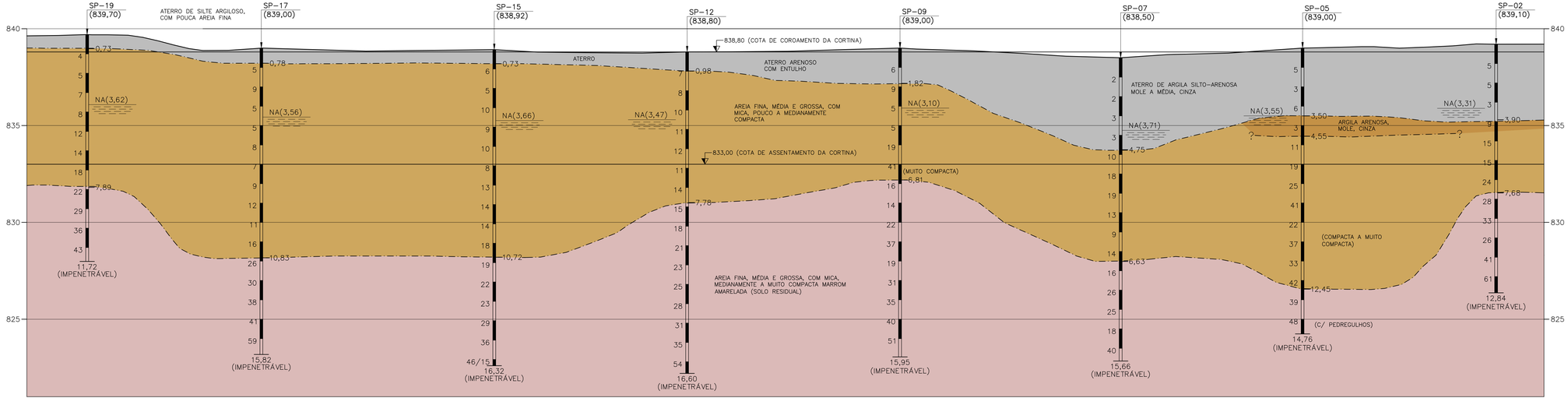
As análises aqui efetuadas demonstraram que o trecho contido entre as estacas 100 a 120 apresenta adequadas condições de estabilidade global considerando a execução de cortina atirantada com 5,80 m de altura, tendo em vista que as verificações para o perfil geotécnico com condições mais desfavoráveis resultaram em fatores de segurança compatíveis com as situações de projeto.

Vale ressaltar que a instalação de um eficiente sistema de drenagem é condição para a segurança da estrutura.

ANEXO

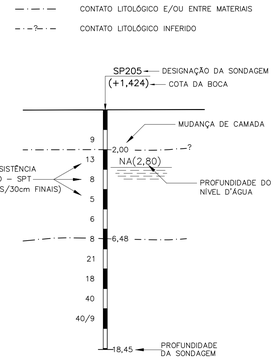


MARGEM DIREITA
ESC. V=1:100
H=1:500



MARGEM ESQUERDA
ESC. V=1:100
H=1:500

CONVENÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS



NOTAS:

1 – DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA:

BOLETINS DE SONDAGEM – E99 A E272 (RIO BENGALAS)

2 0 2 4 6 8(m)
ESCALA ORIGINAL 1:100

10 0 10 20 30 40(m)
ESCALA ORIGINAL 1:500

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	VERIF.	APROV.
0	13/11/13	EMISSÃO INICIAL	YSM	NAFL

EMISSÃO		
DES.	CMS	13/11/13
PROJ.	YSM	13/11/13
VERIF.	YSM	13/11/13
APROV.	NAFL	13/11/13
ESCALAS	INDICADAS	

EMITENTE: CSE CONSULTORIA E ENGENHARIA

CLIENTE:

OBRA: RIO BENGALAS

TÍTULO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 100 E 120

Nº EMITENTE: CSE-013-BEN-GT-001-DE

Nº CLIENTE:

REVISÃO: 0

RIO BENGALAS

CORTINA ATIRANTADA

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 120 A 140

ESTABILIDADE GLOBAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CSE-013-BEN-GT-002-MC R0

Novembro/2013

SUMÁRIO

ITEM **Pág.**

1. INTRODUÇÃO 02

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL 03

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE 05

3.1 PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO 05

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE GLOBAL 06

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 10

ANEXO 11

Desenho CSE-013-BEN-GT-002-DE – "Rio Bengalas - Perfil Geológico-Geotécnico entre as Estacas 120 e 140"

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo elaborada para a verificação da estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas, no município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, no trecho contido entre as estacas 120 e 140.

A cortina projetada, apresentada no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2 - "*Cortina Atirantada – Módulo Típico (Placa de 2,75 m) – Formas – Rio Bengala*", tem seu topo na cota 838,80 m e altura de 5,80 m, aproximadamente. O dimensionamento efetuado pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda levou à adoção de dois níveis de tirantes Dywidag, com diâmetro de 38 mm, carga nominal de 45 tf, espaçados de cerca de 6,00 m e comprimento livre de 12,00 m (nível superior) e 8,00 m (nível inferior).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL

No trecho em questão foram executadas 12 sondagens a percussão, sendo seis na margem direita (SP-23, SP-26, SP-38, SP-40, SP-42 e SP-44) e seis na margem esquerda (SP-22, SP-25, SP-37, SP-39, SP-41 e SP-43), cujos boletins individuais e localização são apresentados no relatório "Boletins de Sondagem: E99 a E272". Observe-se que essas sondagens foram realizadas em final de março/2013 a início de abril/2013, ou seja, praticamente ao término da época de cheias.

No ANEXO encontra-se o perfil geológico-geotécnico do trecho, extraído das referidas sondagens.

As investigações evidenciaram a presença de uma camada superficial de aterro de argila arenosa/areia argilosa, de consistência mole a média, sobrejacente a uma camada de areia fina, média e grossa, com mica, pouco compacta a compacta, cinza, seguida por camada de solo residual, constituído de areia fina, média e grossa, de compacidade crescente com a profundidade, variando de medianamente a muito compacta. As sondagens foram paralisadas quando atingiram o "impenetrável à percussão".

A profundidade do nível d'água variou de 1,5 m a 3,3 m abaixo do nível do terreno, aproximadamente entre as cotas 837,5 m e 835,5 m.

Na margem direita, a camada de aterro possui espessura mínima de 1,00 m e máxima de 4,00 m e número de golpes (N_{SPT}) variando entre 3 e 10. Na camada subjacente de areia, com espessura variável entre cerca de 2,00 m e 8,00 m, os valores de N_{SPT} variaram de 7 a 30 golpes, apresentando pontualmente compacidade elevada. O estrato de solo residual apresentou N_{SPT} mínimo de 11 golpes e máximo de 62 golpes.

Na margem esquerda o aterro superficial tem espessura mínima de 0,70 m e máxima de 4,00 m, com N_{SPT} entre 5 e 8 golpes. A camada de areia subjacente varia de 4,00 m a 10,00 m, com N_{SPT} médio de cerca de 17 golpes (variação entre 7 e 40). O solo residual subjacente apresentou, via de regra, valores de N_{SPT} superiores a 20 golpes.

O nível do terreno em ambas as margens encontra-se em torno da cota 839,00 m. A cota de coroamento da cortina foi projetada na cota 838,80 m e ficará assente predominantemente na camada de areia medianamente compacta a compacta subjacente ao aterro, podendo em alguns locais ficar assente na camada de solo residual.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

3.1 Perfil Geotécnico de Cálculo

A partir da análise do perfil geológico-geotécnico do trecho em questão, materializado no desenho apresentado no Anexo 1, pode-se constatar que a investigação que apresenta pior condição para a estabilidade global da cortina é a representada pela sondagem SP-40, executada na margem direita.

Assim, as análises aqui empreendidas serão baseadas nas condições geológico-geotécnicas da sondagem SP-40, admitindo-se, *ipso facto*, que as demais situações referentes ao trecho analisado apresentam fatores de segurança mais elevados.

A partir dos valores de N_{SPT} das sondagens, verificaram-se na literatura especializada algumas correlações existentes entre N_{SPT} e parâmetros geotécnicos (ver, por exemplo, *Schnaid, F., "Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações", São Paulo – Ed. Oficina de Textos, 2000*) e com base na experiência da Projetista e do conhecimento das características dos solos da região, foram adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Figura 1 a seguir para o perfil de cálculo elaborado a partir da sondagem SP-40, que representa de forma conservadora os parâmetros esperados *in situ*.

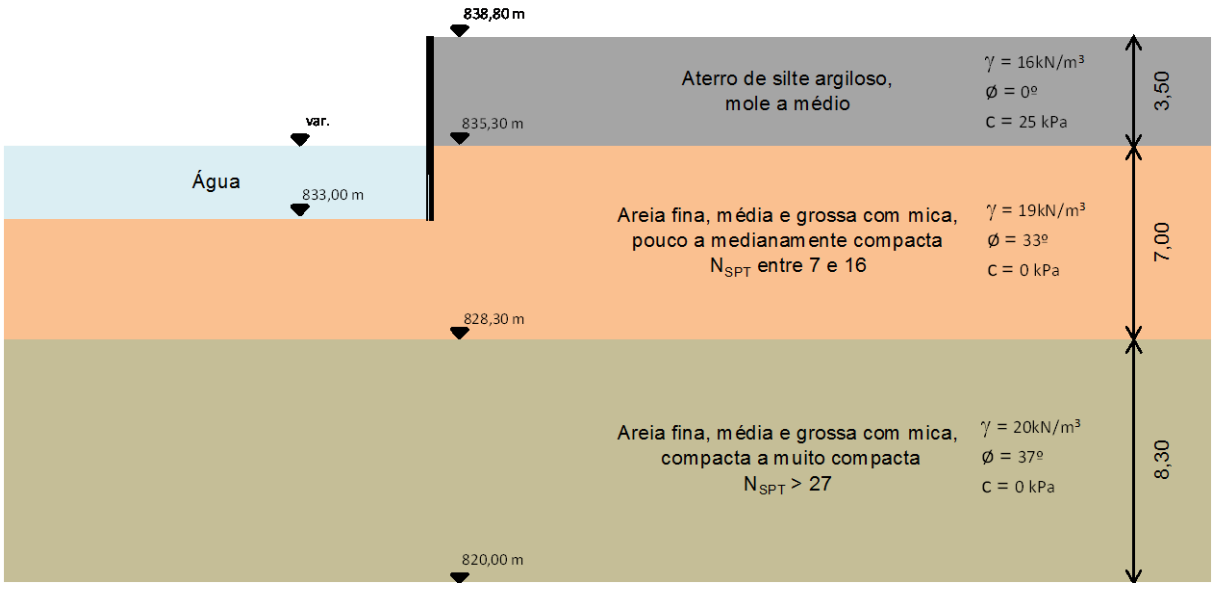


FIGURA 1
SONDAGEM SP-40 - PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO

3.2 Análises de Estabilidade Global

As análises de estabilidade foram efetuadas com o auxílio do programa SLOPE/W, a partir da metodologia desenvolvida por Morgerstern e Price.

A geometria das análises considerou as seguintes características para o trecho em questão, a saber:

- cota de coroamento da cortina: 838,80 m;
- cota de assentamento da cortina: 833,00 m;
- tirantes Dywidag ϕ38 mm e carga nominal de 45tf;
- comprimento livre dos tirantes: 12,00 m (tirante superior) e 8,00 m (tirante inferior);
- comprimento do bulbo de ancoragem: 8,00 m;
- espaçamento entre tirantes: 6,00 m (sentido longitudinal);
- sobrecarga: 10 kPa;
- instalação de drenagem atrás da cortina, conforme indicado no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2.

Foram definidas as seguintes situações de projeto:

a) época de cheias:

- terreno: N.A. = 837,50 m
- canal: N.A. = 835,00 m

b) época de estiagem:

- terreno: N.A. = 835,00 m
- canal: N.A. = 833,50 m

Admitiu-se como fator de segurança mínimo o valor de F.S. = 1,5.

As saídas do programa SLOPE/W para cada uma das situações definidas acima estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 a seguir.

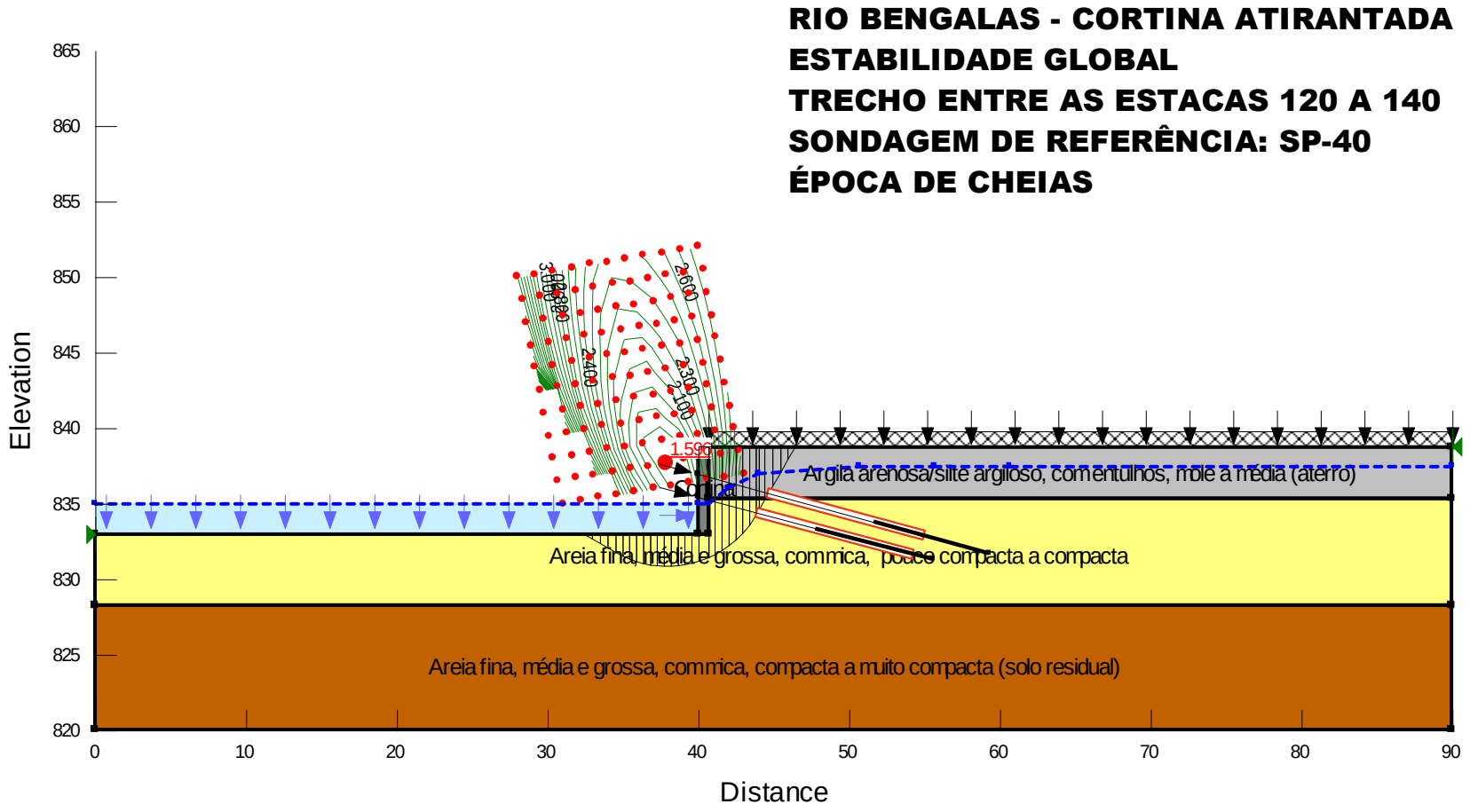


FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE CHEIAS

CSE Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.
Rua México, 31 - Sala 1401 - Centro - CEP 20031-144 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (21) 2240-6758 / Fax.: (21) 2544-8662
E-mail: cse@csengenharia.com.br

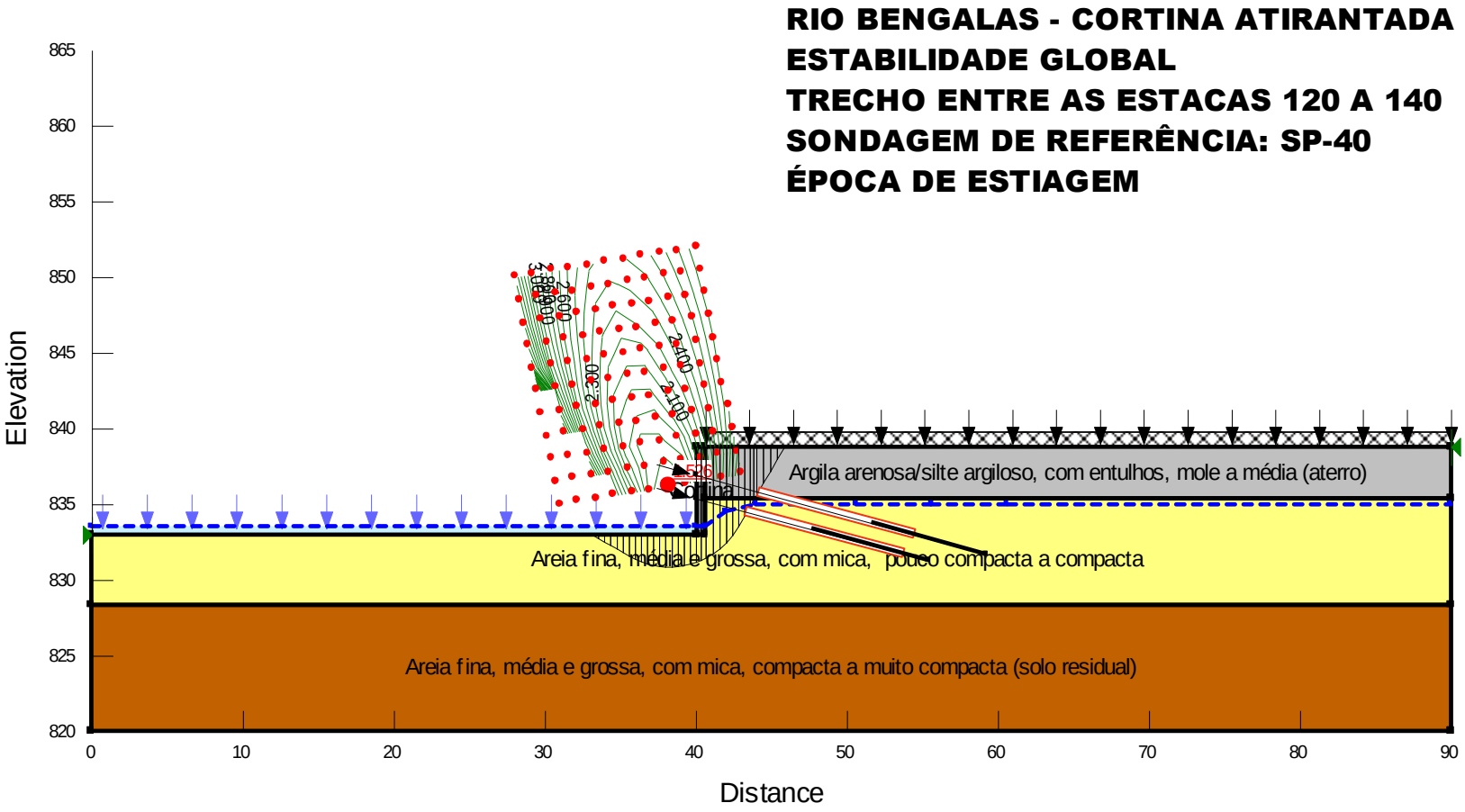


FIGURA 3 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE ESTIAGEM

O Quadro 1 a seguir apresenta o resumo dos resultados obtidos nas análises empreendidas. Constata-se que os fatores de segurança obtidos atendem aos critérios adotados.

QUADRO 1

RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

CASO	FATOR DE SEGURANÇA
Época de cheia	1,596
Época de estiagem	1,526

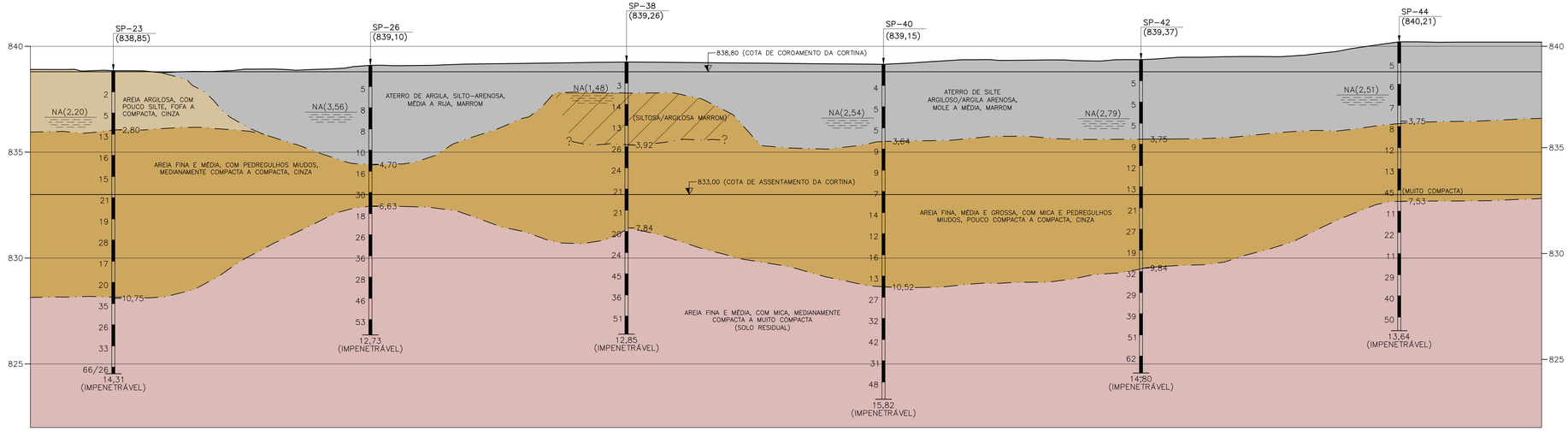
A estabilidade interna da cortina foi verificada pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

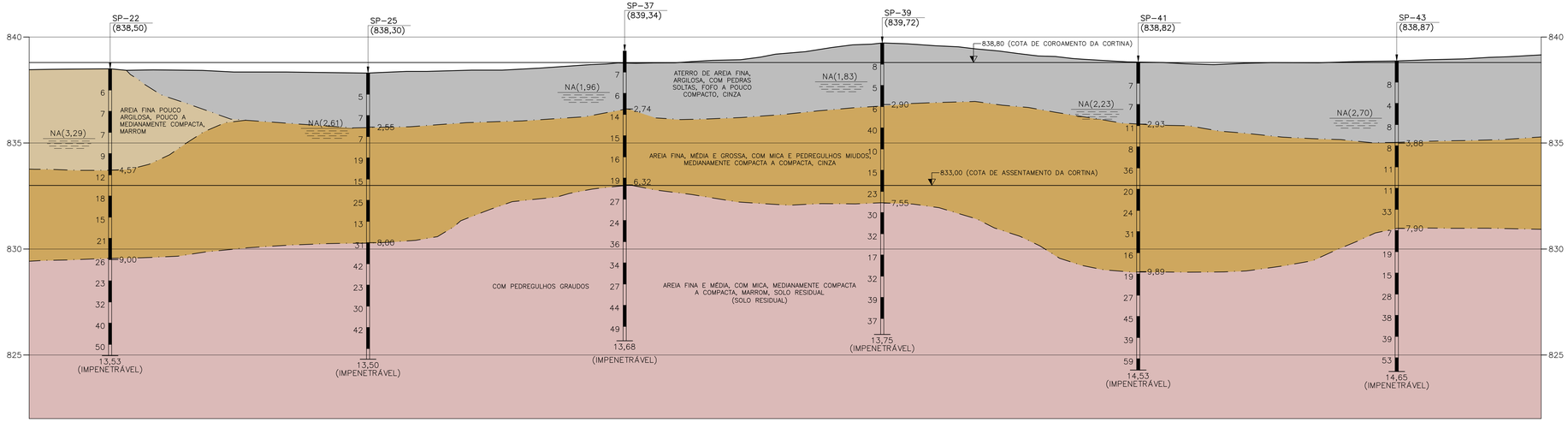
As análises aqui efetuadas demonstraram que o trecho contido entre as estacas 120 a 140 apresenta adequadas condições de estabilidade global considerando a execução de cortina atirantada com 5,80 m de altura, tendo em vista que as verificações para o perfil geotécnico com condições mais desfavoráveis resultaram em fatores de segurança compatíveis com as situações de projeto.

Vale ressaltar que a instalação de um eficiente sistema de drenagem é condição para a segurança da estrutura.

ANEXO

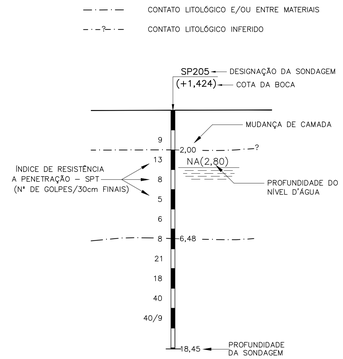


MARGEM DIREITA
ESC. V=1:100
H=1:500



MARGEM ESQUERDA
ESC. V=1:100
H=1:500

CONVENÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS



NOTAS:

1 – DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA:

BOLETINS DE SONDAGEM – E99 A E272 (RIO BENGALAS)

2 0 2 4 6 8(m)
ESCALA ORIGINAL 1:100

10 0 10 20 30 40(m)
ESCALA ORIGINAL 1:500

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	VERIF.	APROV.
0	13/11/13	EMISSÃO INICIAL	YSM	NAFL

EMISSÃO		
DES.	CMS	13/11/13
PROJ.	YSM	13/11/13
VERIF.	YSM	13/11/13
APROV.	NAFL	13/11/13
ESCALAS	INDICADAS	

EMITENTE: CSE CONSULTORIA E ENGENHARIA

CLIENTE

OBRA: RIO BENGALAS

TÍTULO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 120 A 140

Nº EMITENTE	Nº CLIENTE	REVISÃO
CSE-013-BEN-GT-002-DE		0

CONSULTORIA E ENGENHARIA

RIO BENGALAS

CORTINA ATIRANTADA

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 140 A 160

ESTABILIDADE GLOBAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CSE-013-BEN-GT-003-MC R0

Novembro/2013

SUMÁRIO

ITEM **Pág.**

1. INTRODUÇÃO 02

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL 03

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE 05

3.1 PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO 05

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE GLOBAL 06

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 10

ANEXO 11

Desenho CSE-013-BEN-GT-003-DE – "Rio Bengalas - Perfil Geológico-Geotécnico entre as Estacas 140 e 160"

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo elaborada para a verificação da estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas, no município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, no trecho contido entre as estacas 140 e 160.

A cortina projetada, apresentada no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2 - "*Cortina Atirantada – Módulo Típico (Placa de 2,75 m) – Formas – Rio Bengala*", tem seu topo na cota 838,80 m e altura de 5,80 m, aproximadamente. O dimensionamento efetuado pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda levou à adoção de dois níveis de tirantes Dywidag, com diâmetro de 38 mm, carga nominal de 45 tf, espaçados de cerca de 6,00 m e comprimento livre de 12,00 m (nível superior) e 8,00 m (nível inferior).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL

No trecho em questão foram executadas/disponibilizadas 11 sondagens a percussão, sendo seis na margem direita (SP-46, SP-48, SP-50, SP-52, SP-54 e SP-56) e apenas cinco na margem esquerda (SP-47, SP-49, SP-51, SP-53 e SP-55, tendo em vista que não foi localizado o resultado referente à sondagem SP-45), cujos boletins individuais e localização são apresentados no relatório "Boletins de Sondagem: E99 a E272". Observe-se que essas sondagens foram realizadas em início de abril/2013, ou seja, praticamente ao término da época de cheias.

No ANEXO encontra-se o perfil geológico-geotécnico do trecho, extraído das referidas sondagens.

As investigações evidenciaram a presença de uma camada superficial de aterro variegado (argila arenosa, areia argilosa ou silte argiloso), de consistência mole a média, sobrejacente a uma camada de areia fina, média e grossa, com mica, pouco compacta a muito compacta, cinza, seguida por camada de solo residual, constituído de areia fina, média e grossa, de compacidade crescente com a profundidade, variando de medianamente a muito compacta. As sondagens foram paralisadas quando atingiram o "impenetrável à percussão".

A profundidade do nível d'água variou de 2,4 m a 3,9 m abaixo do nível do terreno, aproximadamente entre as cotas 837,5 m e 835,0 m.

Na margem direita, a camada de aterro possui espessura típica de 3,00 m a 4,00 m e número de golpes (N_{SPT}) variando entre 3 e 12. Na camada subjacente de areia, com espessura variável entre cerca de 3,00 m e 8,00 m, os valores de N_{SPT} variaram de 6 a 40 golpes, apresentando pontualmente compacidade elevada. O estrato de solo residual apresentou N_{SPT} mínimo de 7 golpes e máximo de 63 golpes.

Na margem esquerda o aterro superficial tem espessura mínima de 0,70 m e máxima de cerca de 3,00 m, com N_{SPT} entre 2 e 11 golpes. Na porção inicial deste trecho (entre as estacas 140 e 150 aproximadamente), entre o aterro e a camada de areia subjacente, há a ocorrência de uma camada de argila arenosa/siltosa, de compacidade mole a dura e espessura de cerca de 3,00 m. Na sequência, a camada de areia cinza varia entre de 3,00 m a 10,00 m de espessura, com N_{SPT} médio de cerca de 25 golpes (variação entre 9 e 45). O solo residual subjacente apresentou valores de N_{SPT} superiores a 20 golpes.

O nível do terreno em ambas as margens encontra-se em torno da cota 839,00 m. A cota de coroamento da cortina foi projetada na cota 838,80 m e ficará assente predominantemente na camada de areia medianamente compacta a compacta subjacente ao aterro, podendo em alguns locais ficar assente na camada de solo residual.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

3.1 Perfil Geotécnico de Cálculo

A partir da análise do perfil geológico-geotécnico do trecho em questão, materializado no desenho apresentado no Anexo 1, pode-se constatar que a investigação que apresenta pior condição para a estabilidade global da cortina é a representada pela sondagem SP-54, executada na margem direita.

Assim, as análises aqui empreendidas serão baseadas nas condições geológico-geotécnicas da sondagem SP-54, admitindo-se, *ipso facto*, que as demais situações referentes ao trecho analisado apresentam fatores de segurança mais elevados.

A partir dos valores de N_{SPT} das sondagens, verificaram-se na literatura especializada algumas correlações existentes entre N_{SPT} e parâmetros geotécnicos (ver, por exemplo, *Schnaid, F., "Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações", São Paulo – Ed. Oficina de Textos, 2000*) e com base na experiência da Projetista e do conhecimento das características dos solos da região, foram adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Figura 1 a seguir para o perfil de cálculo elaborado a partir da sondagem SP-54, que representa de forma conservadora os parâmetros esperados *in situ*.

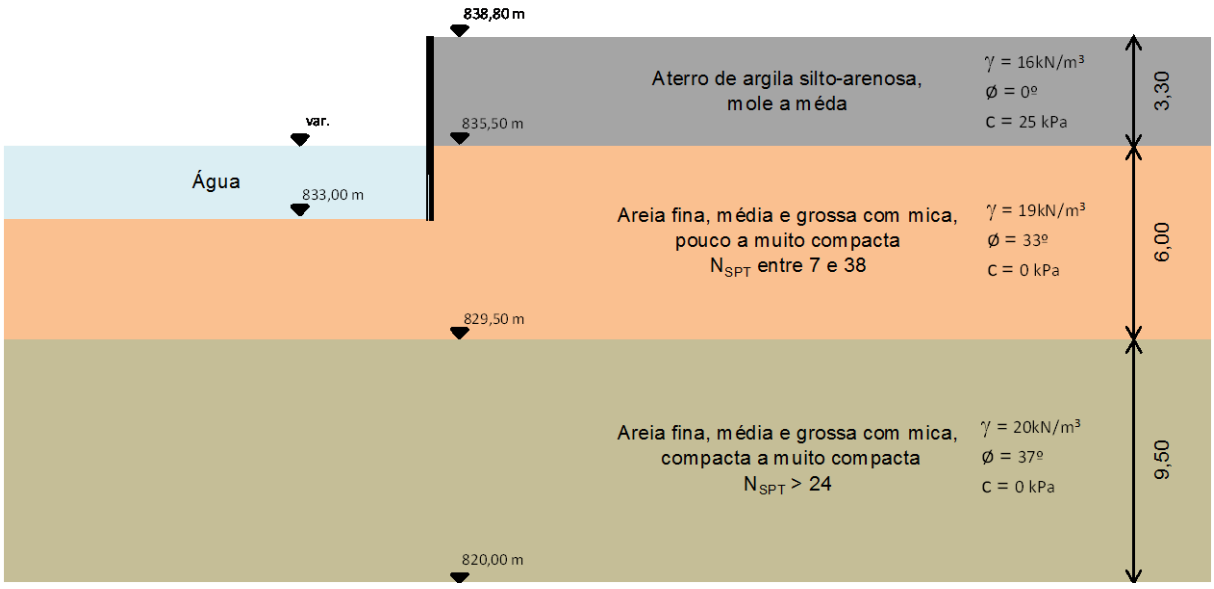


FIGURA 1
SONDAGEM SP-54 - PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO

3.2 Análises de Estabilidade Global

As análises de estabilidade foram efetuadas com o auxílio do programa SLOPE/W, a partir da metodologia desenvolvida por Morgerstern e Price.

A geometria das análises considerou as seguintes características para o trecho em questão, a saber:

- cota de coroamento da cortina: 838,80 m;
- cota de assentamento da cortina: 833,00 m;
- tirantes Dywidag ϕ38 mm e carga nominal de 45tf;
- comprimento livre dos tirantes: 12,00 m (tirante superior) e 8,00 m (tirante inferior);
- comprimento do bulbo de ancoragem: 8,00 m;
- espaçamento entre tirantes: 6,00 m (sentido longitudinal);
- sobrecarga: 10 kPa;
- instalação de drenagem atrás da cortina, conforme indicado no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2.

Foram definidas as seguintes situações de projeto:

a) época de cheias:

- terreno: N.A. = 837,50 m
- canal: N.A. = 835,00 m

b) época de estiagem:

- terreno: N.A. = 835,00 m
- canal: N.A. = 833,50 m

Admitiu-se como fator de segurança mínimo o valor de F.S. = 1,5.

As saídas do programa SLOPE/W para cada uma das situações definidas acima estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 a seguir.

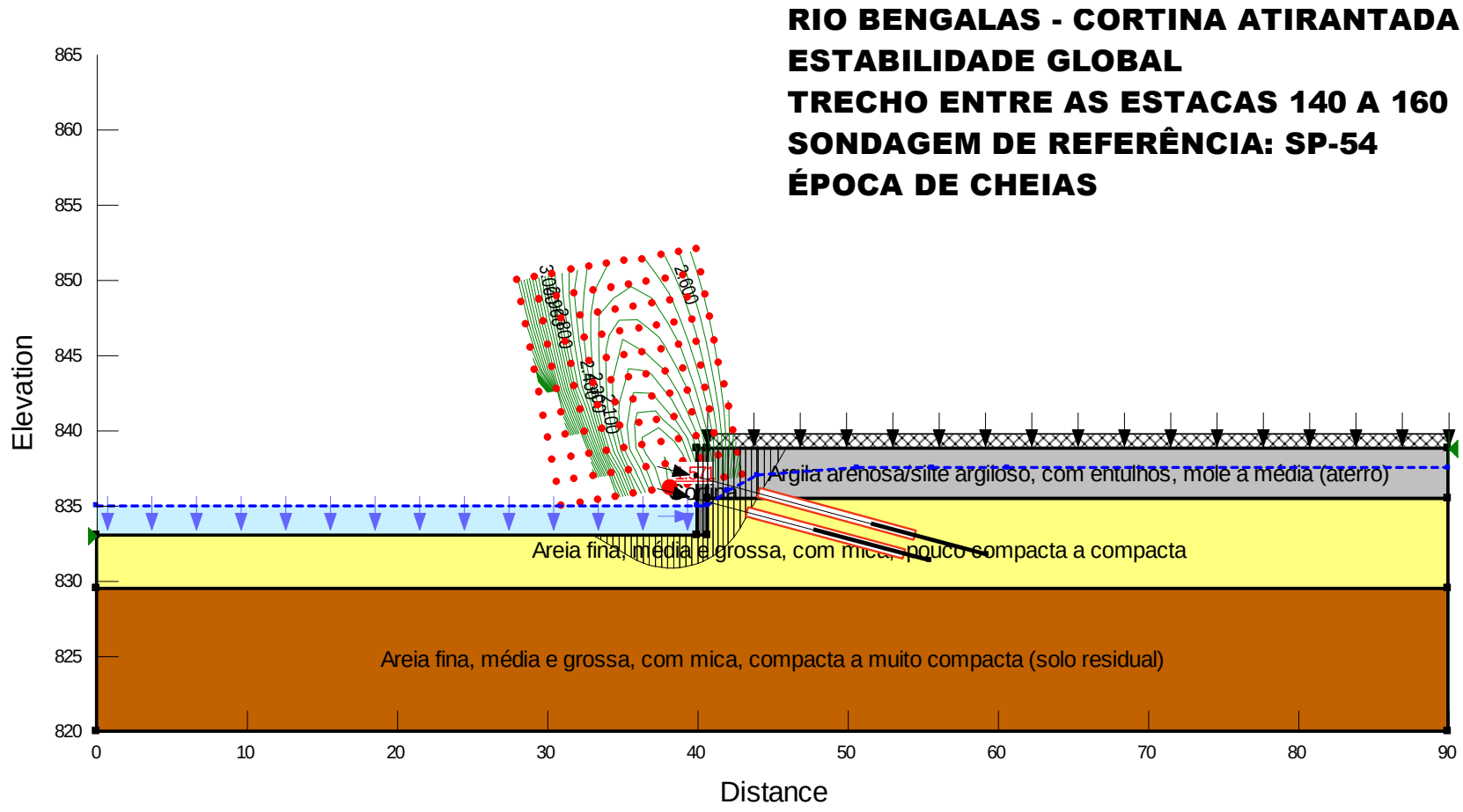


FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE CHEIAS

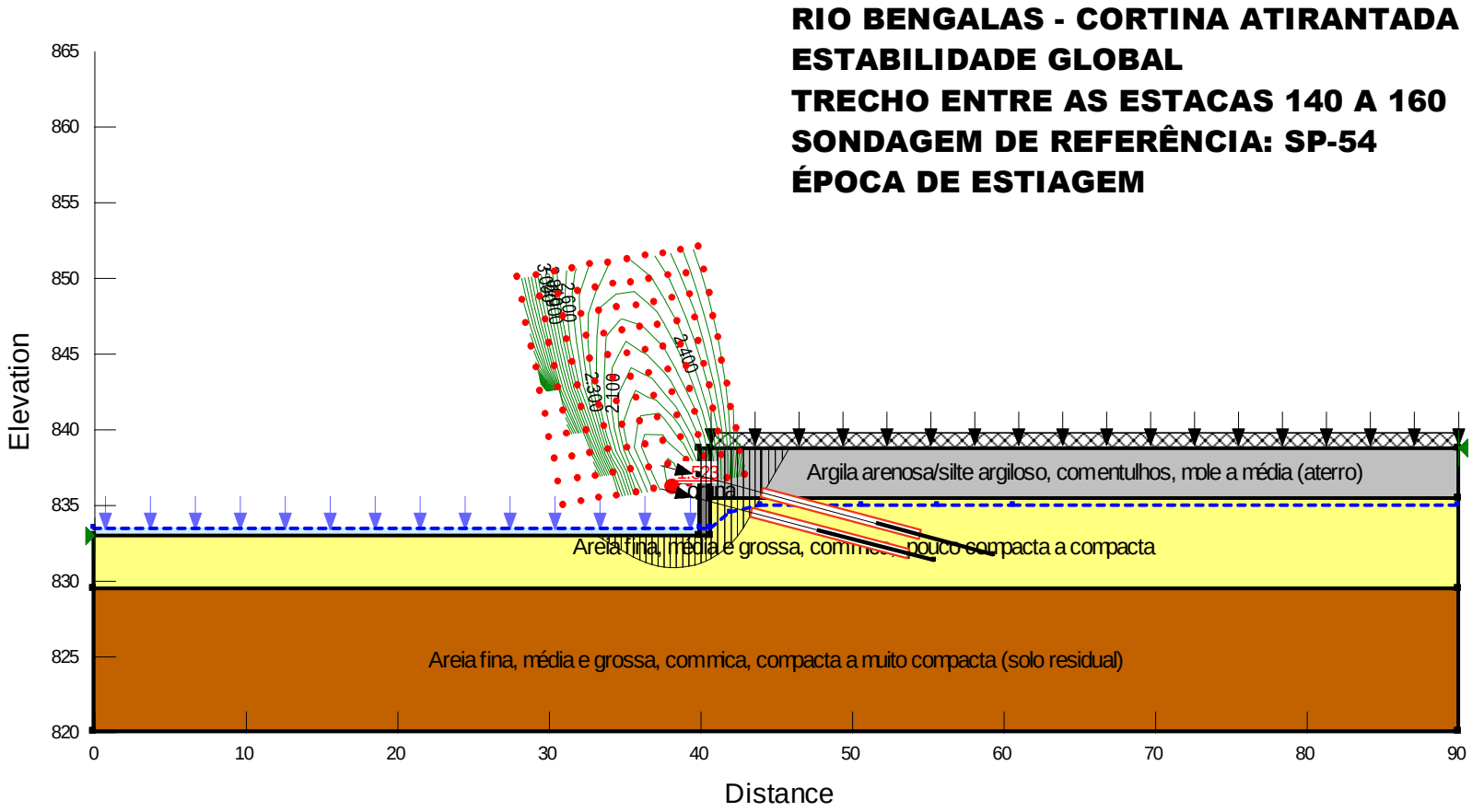


FIGURA 3 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE ESTIAGEM

O Quadro 1 a seguir apresenta o resumo dos resultados obtidos nas análises empreendidas. Constata-se que os fatores de segurança obtidos atendem aos critérios adotados.

QUADRO 1

RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

CASO	FATOR DE SEGURANÇA
Época de cheia	1,571
Época de estiagem	1,523

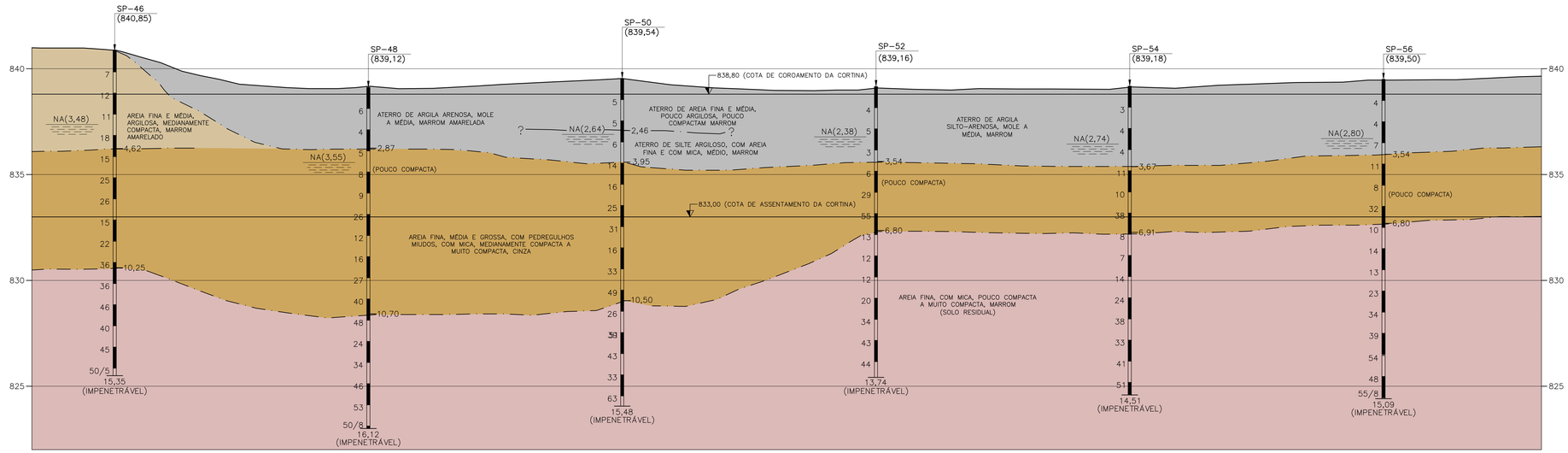
A estabilidade interna da cortina foi verificada pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

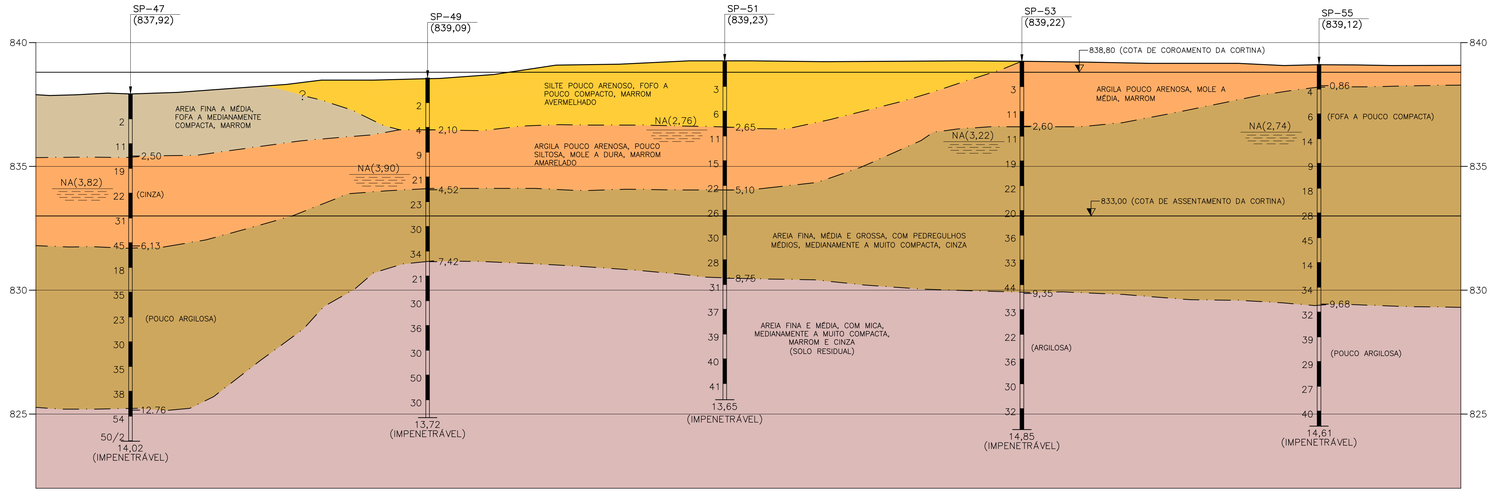
As análises aqui efetuadas demonstraram que o trecho contido entre as estacas 140 a 160 apresenta adequadas condições de estabilidade global considerando a execução de cortina atirantada com 5,80 m de altura, tendo em vista que as verificações para o perfil geotécnico com condições mais desfavoráveis resultaram em fatores de segurança compatíveis com as situações de projeto.

Vale ressaltar que a instalação de um eficiente sistema de drenagem é condição para a segurança da estrutura.

ANEXO



MARGEM DIREITA
ESC. V=1:100
H=1:500

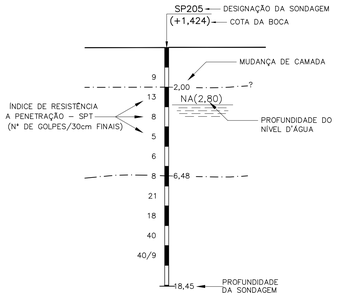


MARGEM ESQUERDA
ESC. V=1:100
H=1:500

CONVENÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

CONTATO LITOLÓGICO E/OU ENTRE MATERIAIS

CONTATO LITOLÓGICO INFERIDO



NOTAS:

1 – DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA:

BOLETINS DE SONDAGEM – E99 A E272 (RIO BENGALAS)

2 0 2 4 6 8(m)
ESCALA ORIGINAL 1:100

10 0 10 20 30 40(m)
ESCALA ORIGINAL 1:500

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	VERIF.	APROV.
0	18/11/13	EMISSÃO INICIAL	YSM	NAFL

EMISSÃO		
DES.	CMS	18/11/13
PROJ.	YSM	18/11/13
VERIF.	YSM	18/11/13
APROV.	NAFL	18/11/13
ESCALAS	INDICADAS	

EMITENTE: CSE CONSULTORIA E ENGENHARIA

CLIENTE:

OBRA: RIO BENGALAS

TÍTULO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 140 A 160

Nº EMITENTE	Nº CLIENTE	REVISÃO
CSE-013-BEN-GT-003-DE		0

CONSULTORIA E ENGENHARIA

RIO BENGALAS

CORTINA ATIRANTADA

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 160 A 180

ESTABILIDADE GLOBAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CSE-013-BEN-GT-004-MC R0

Novembro/2013

SUMÁRIO

ITEM **Pág.**

1. INTRODUÇÃO 02

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL 03

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE 05

3.1 PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO 05

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE GLOBAL 06

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 10

ANEXO 11

Desenho CSE-013-BEN-GT-004-DE – "Rio Bengalas - Perfil Geológico-Geotécnico entre as Estacas 160 e 180"

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo elaborada para a verificação da estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas, no município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, no trecho contido entre as estacas 160 e 180.

A cortina projetada, apresentada no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2 - "*Cortina Atirantada – Módulo Típico (Placa de 2,75 m) – Formas – Rio Bengala*", tem seu topo na cota 838,80 m e altura de 5,80 m, aproximadamente. O dimensionamento efetuado pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda levou à adoção de dois níveis de tirantes Dywidag, com diâmetro de 38 mm, carga nominal de 45 tf, espaçados de cerca de 6,00 m e comprimento livre de 12,00 m (nível superior) e 8,00 m (nível inferior).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL

No trecho em questão foram executadas/disponibilizadas 14 sondagens a percussão, sendo sete na margem direita (SP-58, SP-60, SP-62, SP-64, SP-66, SP-68 e SP-70) e sete na margem esquerda (SP-57, SP-59, SP-61, SP-63, SP-65, SP-67 e SP-69), cujos boletins individuais e localização são apresentados no relatório "Boletins de Sondagem: E99 a E272". Observe-se que essas sondagens foram realizadas em sua grande maioria em início de abril/2013, ou seja, praticamente ao término da época de cheias.

No ANEXO encontra-se o perfil geológico-geotécnico do trecho, extraído das referidas sondagens.

As investigações evidenciaram a presença de uma camada superficial de aterro variegado (argila arenosa, areia argilosa ou silte argiloso), de consistência mole a média, sobrejacente a uma camada de areia fina, média e grossa, com mica, pouco compacta a muito compacta, cinza, seguida por camada de solo residual, constituído de areia fina, média e grossa, de compacidade crescente com a profundidade, variando de medianamente a muito compacta. As sondagens foram paralisadas quando atingiram o "impenetrável à percussão".

A profundidade do nível d'água variou de 2,0 m a 4,0 m abaixo do nível do terreno, aproximadamente entre as cotas 837,5 m e 836,0 m.

Na margem direita, a camada de aterro possui espessura típica de 3,00 m a 4,00 m e número de golpes (N_{SPT}) variando entre 2 e 8. Na porção central deste trecho (entre as estacas 167 e 172 aproximadamente), entre o aterro e a camada de areia subjacente, há a ocorrência de uma camada de argila arenosa, de compacidade média a dura e espessura de cerca de 1,00 a 2,00 m. Na sequência, a camada de areia predominantemente cinza varia entre 3,00 m e 8,00 m de espessura, com valores de N_{SPT} situados entre 6 a 43 golpes, apresentando pontualmente compacidade elevada. O estrato de solo residual apresentou N_{SPT} mínimo de 14 golpes e máximo de 61 golpes.

Na margem esquerda o aterro superficial tem espessura mínima de 1,00 m e máxima de cerca de 4,00 m, com N_{SPT} entre 3 e 7 golpes. Na porção central deste trecho (entre as estacas 164 e 172 aproximadamente), entre o aterro e a camada de areia subjacente, há a ocorrência de uma camada de argila arenosa, de compacidade

muito mole e espessura de cerca de 1,00 a 2,00 m. Na sequência, a camada de areia cinza varia entre de 3,00 m a 7,00 m de espessura, com N_{SPT} médio de cerca de 20 golpes (variação entre 6 e 44). O solo residual subjacente apresentou valores de N_{SPT} superiores a 7 golpes e crescente com a profundidade.

O nível do terreno em ambas as margens encontra-se aproximadamente entre as cotas 839,00 m e 841,00 m. A cota de coroamento da cortina foi projetada na cota 838,80 m e ficará assente predominantemente na camada de areia medianamente compacta a compacta subjacente ao aterro, podendo em alguns locais ficar assente na camada de solo residual.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

3.1 Perfil Geotécnico de Cálculo

A partir da análise do perfil geológico-geotécnico do trecho em questão, materializado no desenho apresentado no Anexo 1, pode-se constatar que a investigação que apresenta pior condição para a estabilidade global da cortina é a representada pela sondagem SP-63, executada na margem esquerda.

Assim, as análises aqui empreendidas serão baseadas nas condições geológico-geotécnicas da sondagem SP-63, admitindo-se, *ipso facto*, que as demais situações referentes ao trecho analisado apresentam fatores de segurança mais elevados.

A partir dos valores de N_{SPT} das sondagens, verificaram-se na literatura especializada algumas correlações existentes entre N_{SPT} e parâmetros geotécnicos (ver, por exemplo, *Schnaid, F., "Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações", São Paulo – Ed. Oficina de Textos, 2000*) e com base na experiência da Projetista e do conhecimento das características dos solos da região, foram adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Figura 1 a seguir para o perfil de cálculo elaborado a partir da sondagem SP-63, que representa de forma conservadora os parâmetros esperados *in situ*.

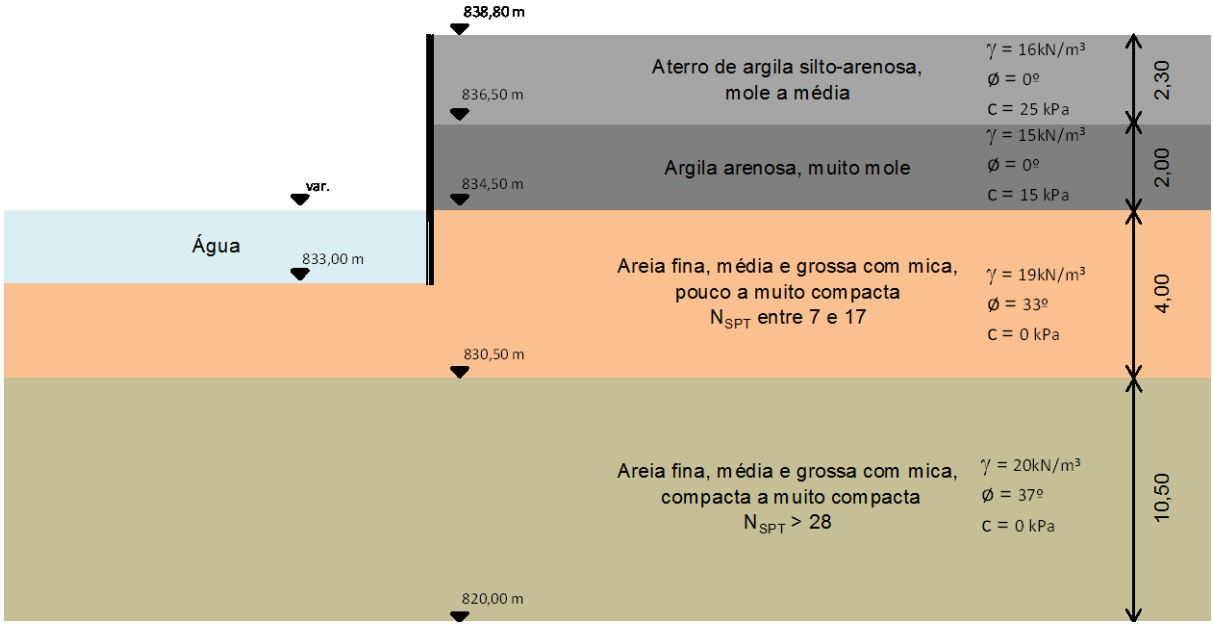


FIGURA 1
SONDAGEM SP-63 - PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO

3.2 Análises de Estabilidade Global

As análises de estabilidade foram efetuadas com o auxílio do programa SLOPE/W, a partir da metodologia desenvolvida por Morgerstern e Price.

A geometria das análises considerou as seguintes características para o trecho em questão, a saber:

- cota de coroamento da cortina: 838,80 m;
- cota de assentamento da cortina: 833,00 m;
- tirantes Dywidag ϕ38 mm e carga nominal de 45tf;
- comprimento livre dos tirantes: 12,00 m (tirante superior) e 8,00 m (tirante inferior);
- comprimento do bulbo de ancoragem: 8,00 m;
- espaçamento entre tirantes: 6,00 m (sentido longitudinal);
- sobrecarga: 10 kPa;
- instalação de drenagem atrás da cortina, conforme indicado no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2.

Foram definidas as seguintes situações de projeto:

a) época de cheias:

- terreno: N.A. = 837,50 m
- canal: N.A. = 835,00 m

b) época de estiagem:

- terreno: N.A. = 835,00 m
- canal: N.A. = 833,50 m

Admitiu-se como fator de segurança mínimo o valor de F.S. = 1,5.

As saídas do programa SLOPE/W para cada uma das situações definidas acima estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 a seguir.

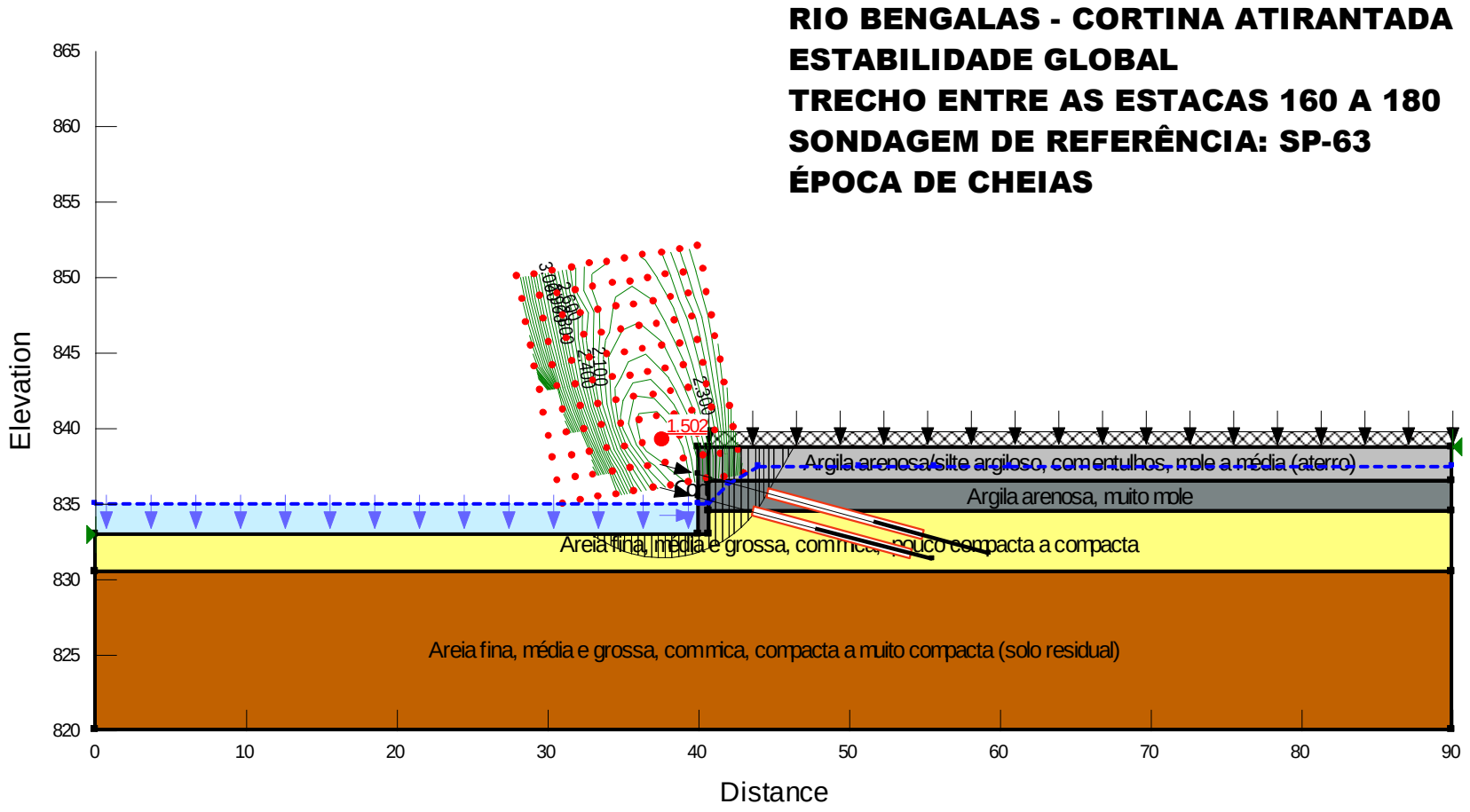


FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE CHEIAS

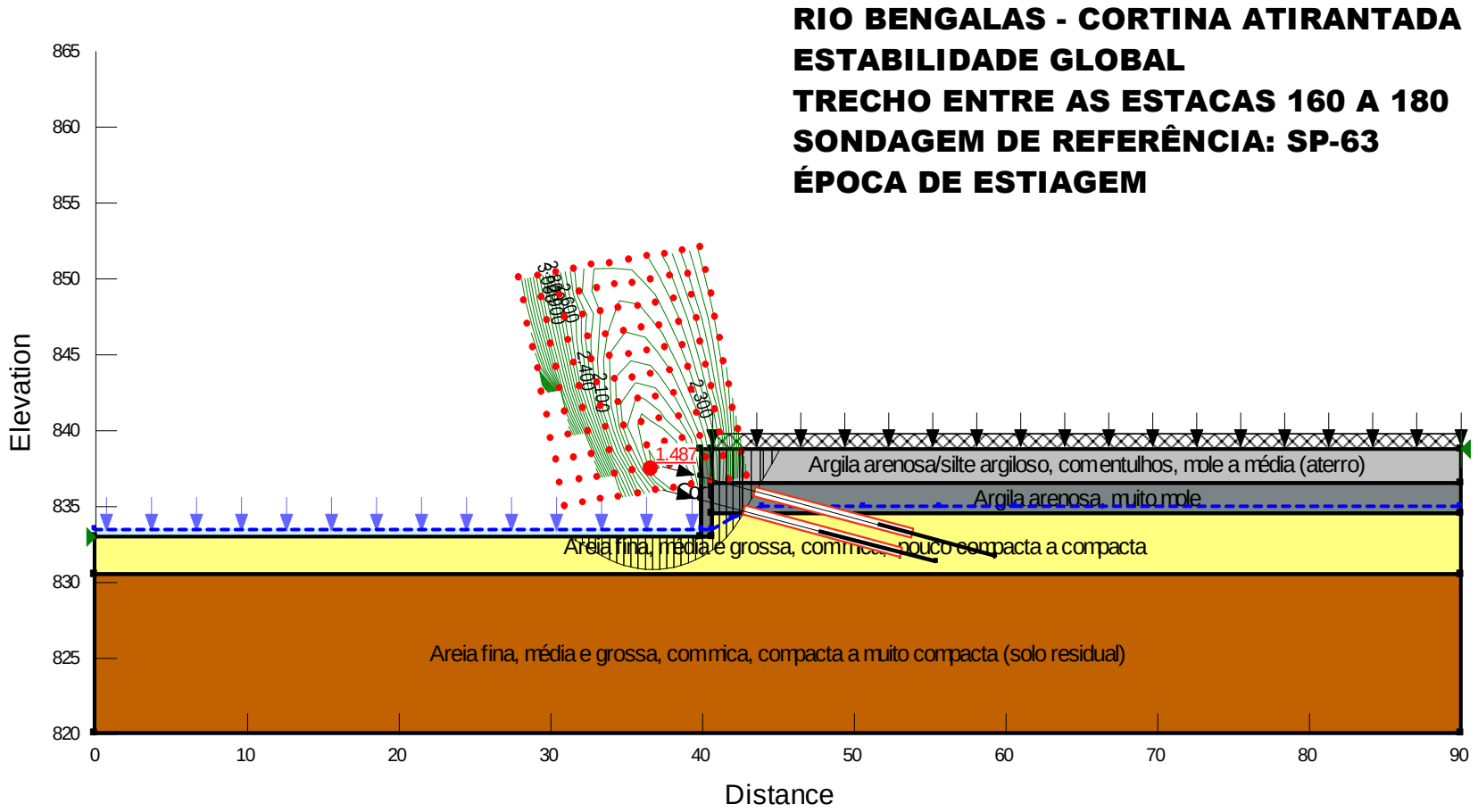


FIGURA 3 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE ESTIAGEM

O Quadro 1 a seguir apresenta o resumo dos resultados obtidos nas análises empreendidas. Constata-se que para a modelagem para a época de cheias o fator de segurança obtido atende aos critérios adotados, mas para a modelagem para a época de estiagem o FS obtido foi levemente inferior.

QUADRO 1

RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

CASO	FATOR DE SEGURANÇA
Época de cheia	1,502
Época de estiagem	1,487

Apesar do exposto acima, deve ser lembrado que a supracitada modelagem se revestiu de caráter conservador nas condições de contorno admitidas, como se depreende, por exemplo, da consideração de uma aplicação de sobrecarga semi-infinita junto à borda do canal ou, por outro lado, da desconsideração do colchão de pedras a jusante na base da cortina, entre outros. Assim, pode-se admitir como satisfatória a obtenção de um fator de segurança de 1,49 para a modelagem em questão.

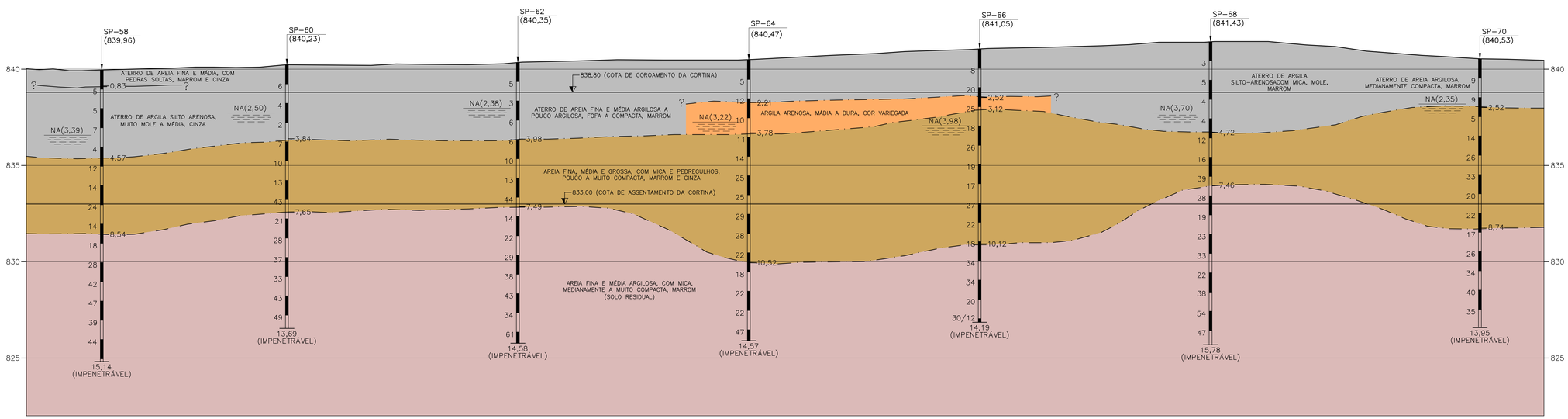
A estabilidade interna da cortina foi verificada pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

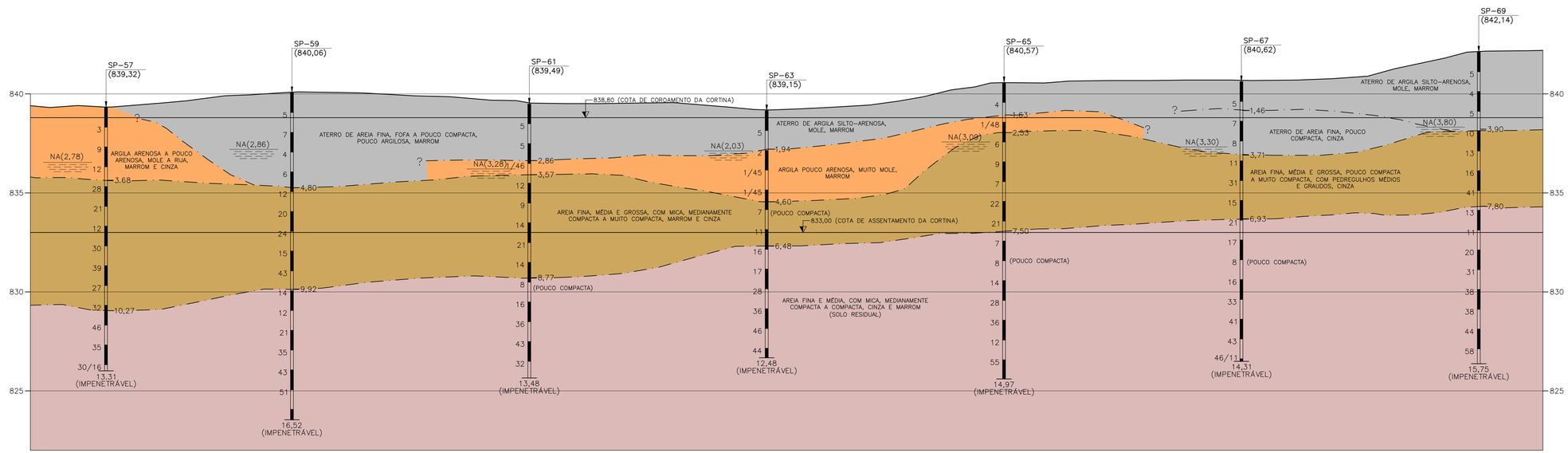
As análises aqui efetuadas demonstraram que o trecho contido entre as estacas 160 a 180 apresenta adequadas condições de estabilidade global considerando a execução de cortina atirantada com 5,80 m de altura, tendo em vista que as verificações para o perfil geotécnico com condições mais desfavoráveis resultaram em fatores de segurança compatíveis com as situações de projeto.

Vale ressaltar que a instalação de um eficiente sistema de drenagem é condição para a segurança da estrutura.

ANEXO



MARGEM DIREITA
ESC. V=1:100
H=1:500

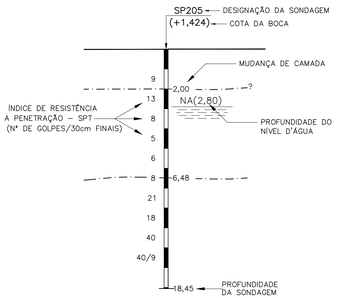


MARGEM ESQUERDA
ESC. V=1:100
H=1:500

CONVENÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

CONTATO LITOLÓGICO E/OU ENTRE MATERIAIS

CONTATO LITOLÓGICO INFERIDO



NOTAS:

1 – DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA:

BOLETINS DE SONDAGEM – E99 A E272 (RIO BENGALAS)

2 0 2 4 6 8(m)
ESCALA ORIGINAL 1:100

10 0 10 20 30 40(m)
ESCALA ORIGINAL 1:500

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	VERIF.	APROV.
0	18/11/13	EMISSÃO INICIAL	YSM	NAFL

EMISSÃO		
DES.	CMS	18/11/13
PROJ.	YSM	18/11/13
VERIF.	YSM	18/11/13
APROV.	NAFL	18/11/13
ESCALAS	INDICADAS	

EMITENTE: CSE CONSULTORIA E ENGENHARIA

CLIENTE:

OBRA: RIO BENGALAS

TÍTULO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 160 A 180

Nº EMITENTE: CSE-013-BEN-GT-004-DE

Nº CLIENTE:

REVISÃO: 0

CONSULTORIA E ENGENHARIA

RIO BENGALAS

CORTINA ATIRANTADA

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 180 A 200

ESTABILIDADE GLOBAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CSE-013-BEN-GT-005-MC R0

Novembro/2013

SUMÁRIO

ITEM **Pág.**

1. INTRODUÇÃO 02

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL 03

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE 05

3.1 PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO 05

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE GLOBAL 06

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 10

ANEXO 11

Desenho CSE-013-BEN-GT-005-DE – "Rio Bengalas - Perfil Geológico-Geotécnico entre as Estacas 180 e 200"

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo elaborada para a verificação da estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas, no município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, no trecho contido entre as estacas 180 e 200.

A cortina projetada, apresentada no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2 - "*Cortina Atirantada – Módulo Típico (Placa de 2,75 m) – Formas – Rio Bengala*", tem seu topo na cota 838,80 m e altura de 5,80 m, aproximadamente. O dimensionamento efetuado pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda levou à adoção de dois níveis de tirantes Dywidag, com diâmetro de 38 mm, carga nominal de 45 tf, espaçados de cerca de 6,00 m e comprimento livre de 12,00 m (nível superior) e 8,00 m (nível inferior).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL

No trecho em questão foram executadas/disponibilizadas 14 sondagens a percussão, sendo sete na margem direita (SP-72, SP-74, SP-76, SP-78, SP-80, SP-82 e SP-84) e sete na margem esquerda (SP-71, SP-73, SP-75, SP-77, SP-79, SP-81 e SP-83), cujos boletins individuais e localização são apresentados no relatório "Boletins de Sondagem: E99 a E272". Observe-se que essas sondagens foram realizadas em abril/2013, ou seja, praticamente ao término da época de cheias.

No ANEXO encontra-se o perfil geológico-geotécnico do trecho, extraído das referidas sondagens.

As investigações evidenciaram a presença de uma camada superficial de aterro variegado (argila arenosa, areia argilosa ou silte argiloso/arenoso), de consistência mole a média, sobrejacente a uma camada de areia fina, média e grossa, com mica e pedregulhos, pouco compacta a muito compacta, cinza, seguida por camada de solo residual, constituído de areia fina, média e grossa, de compacidade crescente com a profundidade, variando de medianamente a muito compacta. As sondagens foram paralisadas quando atingiram o "impenetrável à percussão".

A profundidade do nível d'água variou de 1,8 m a 3,8 m abaixo do nível do terreno, aproximadamente entre as cotas 838,0 m e 837,0 m.

Na margem direita, a camada de aterro possui espessura típica de 3,00 m a 4,00 m e número de golpes (N_{SPT}) variando entre 3 e 7. Na porção central deste trecho (entre as estacas 185 e 190 aproximadamente), entre o aterro e a camada de areia subjacente, há a ocorrência de uma camada de argila arenosa, de compacidade muito mole a mole em espessura de cerca de 2,00 a 3,00 m. Na sequência, a camada de areia predominantemente cinza varia entre 2,00 m e 12,00 m de espessura, com valores de N_{SPT} situados entre 7 a 41 golpes, apresentando pontualmente compacidade elevada. O estrato de solo residual apresentou N_{SPT} mínimo de 9 golpes e máximo de 54 golpes.

Na margem esquerda o aterro superficial tem espessura de cerca de 3,00 m, com N_{SPT} entre 3 e 7 golpes. Na porção central deste trecho (entre as estacas 185 e 187 aproximadamente), entre o aterro e a camada de areia subjacente, há a ocorrência de uma camada de argila arenosa, de compacidade média e espessura de cerca de 3,00 m. Na sequência, a camada de areia cinza varia entre de 4,00 m a 7,00 m de

espessura, com N_{SPT} médio de cerca de 22 golpes (variação entre 6 e 42). O solo residual subjacente apresentou valores de N_{SPT} superiores a 13 golpes e crescente com a profundidade.

O nível do terreno em ambas as margens encontra-se aproximadamente entre as cotas 840,00 m e 841,50 m. A cota de coroamento da cortina foi projetada na cota 838,80 m e ficará assente predominantemente na camada de areia medianamente compacta a compacta subjacente ao aterro, podendo em alguns locais ficar assente na camada de solo residual.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

3.1 Perfil Geotécnico de Cálculo

A partir da análise do perfil geológico-geotécnico do trecho em questão, materializado no desenho apresentado no Anexo 1, pode-se constatar que a investigação que apresenta pior condição para a estabilidade global da cortina é a representada pela sondagem SP-78, executada na margem direita.

Assim, as análises aqui empreendidas serão baseadas nas condições geológico-geotécnicas da sondagem SP-78, admitindo-se, *ipso facto*, que as demais situações referentes ao trecho analisado apresentam fatores de segurança mais elevados.

A partir dos valores de N_{SPT} das sondagens, verificaram-se na literatura especializada algumas correlações existentes entre N_{SPT} e parâmetros geotécnicos (ver, por exemplo, *Schnaid, F., "Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações", São Paulo – Ed. Oficina de Textos, 2000*) e com base na experiência da Projetista e do conhecimento das características dos solos da região, foram adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Figura 1 a seguir para o perfil de cálculo elaborado a partir da sondagem SP-78, que representa de forma conservadora os parâmetros esperados *in situ*.

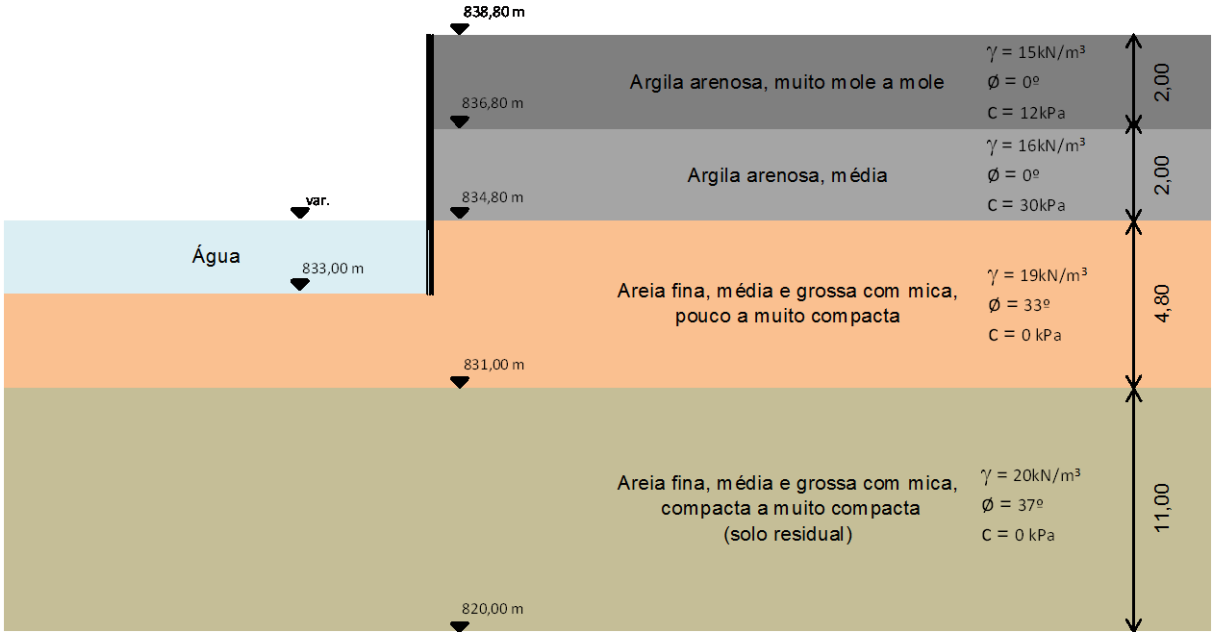


FIGURA 1
SONDAGEM SP-78 - PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO

3.2 Análises de Estabilidade Global

As análises de estabilidade foram efetuadas com o auxílio do programa SLOPE/W, a partir da metodologia desenvolvida por Morgerstern e Price.

A geometria das análises considerou as seguintes características para o trecho em questão, a saber:

- cota de coroamento da cortina: 838,80 m;
- cota de assentamento da cortina: 833,00 m;
- tirantes Dywidag ϕ38 mm e carga nominal de 45tf;
- comprimento livre dos tirantes: 12,00 m (tirante superior) e 8,00 m (tirante inferior);
- comprimento do bulbo de ancoragem: 8,00 m;
- espaçamento entre tirantes: 6,00 m (sentido longitudinal);
- sobrecarga: 10 kPa;
- instalação de drenagem atrás da cortina, conforme indicado no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2.

Foram definidas as seguintes situações de projeto:

a) época de cheias:

- terreno: N.A. = 838,00 m
- canal: N.A. = 835,00 m

b) época de estiagem:

- terreno: N.A. = 835,00 m
- canal: N.A. = 833,50 m

Admitiu-se como fator de segurança mínimo o valor de F.S. = 1,5.

As saídas do programa SLOPE/W para cada uma das situações definidas acima estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 a seguir.

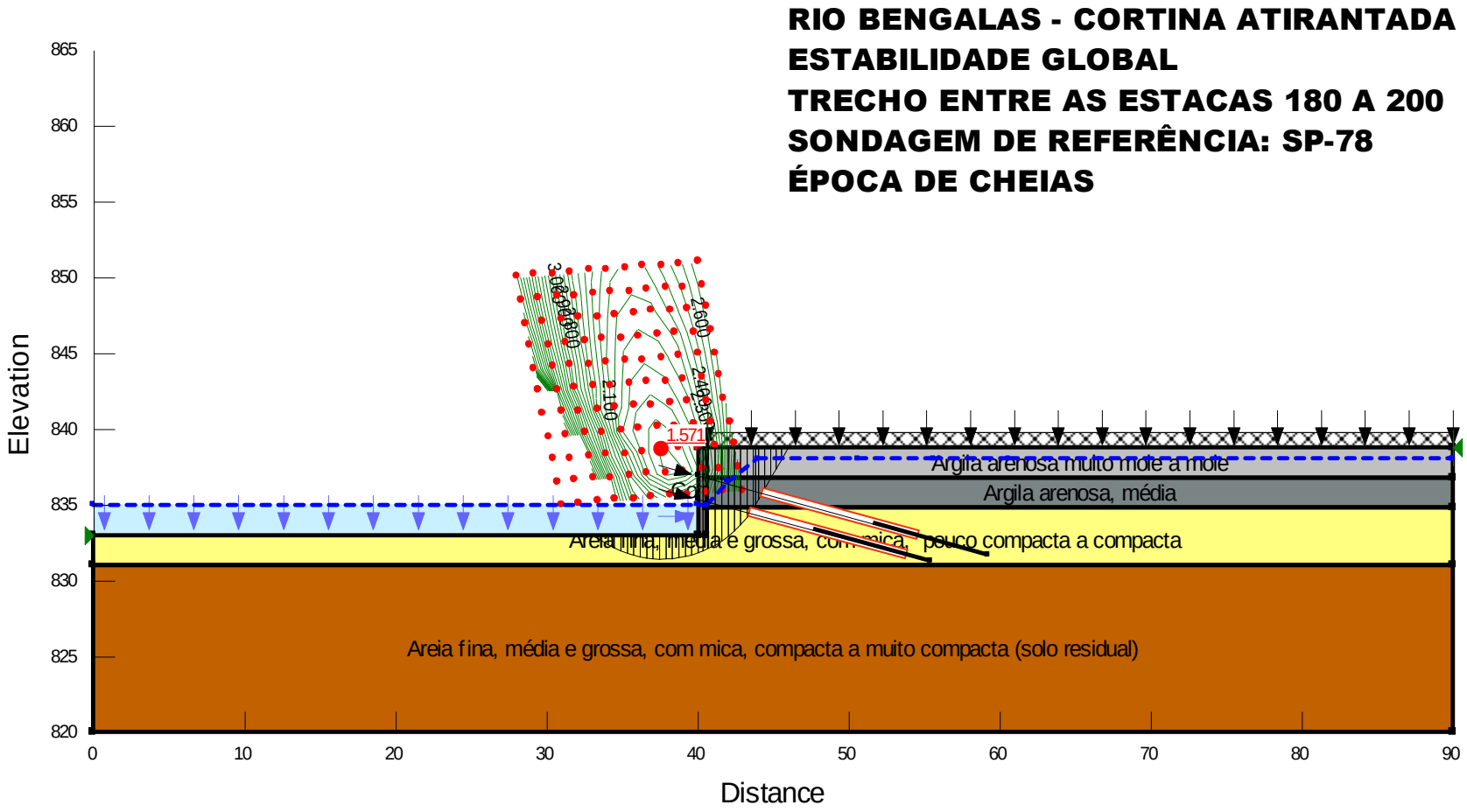


FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE CHEIAS

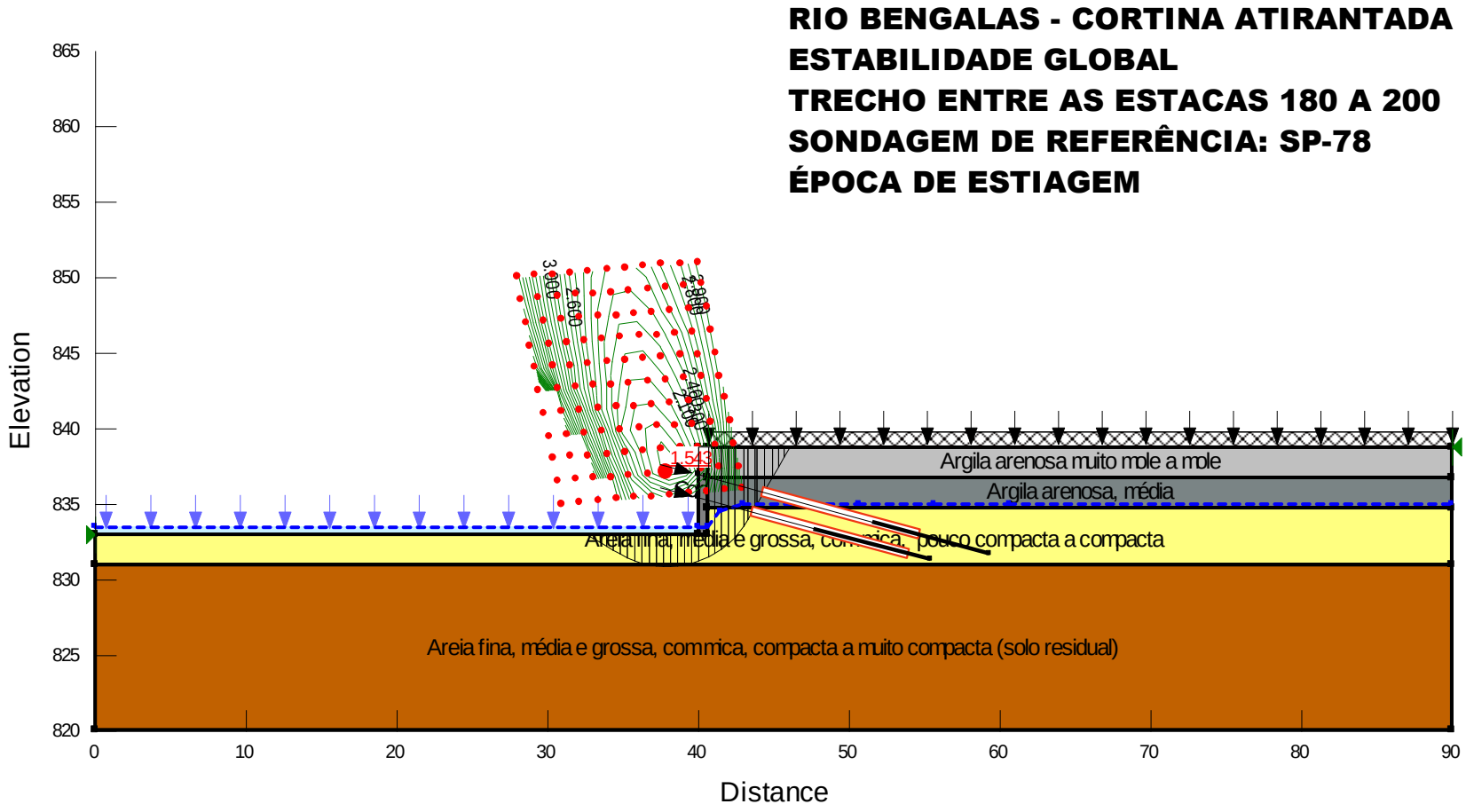


FIGURA 3 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE ESTIAGEM

O Quadro 1 a seguir apresenta o resumo dos resultados obtidos nas análises empreendidas. Constata-se que os fatores de segurança obtidos atendem aos critérios adotados.

QUADRO 1

RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

CASO	FATOR DE SEGURANÇA
Época de cheia	1,571
Época de estiagem	1,543

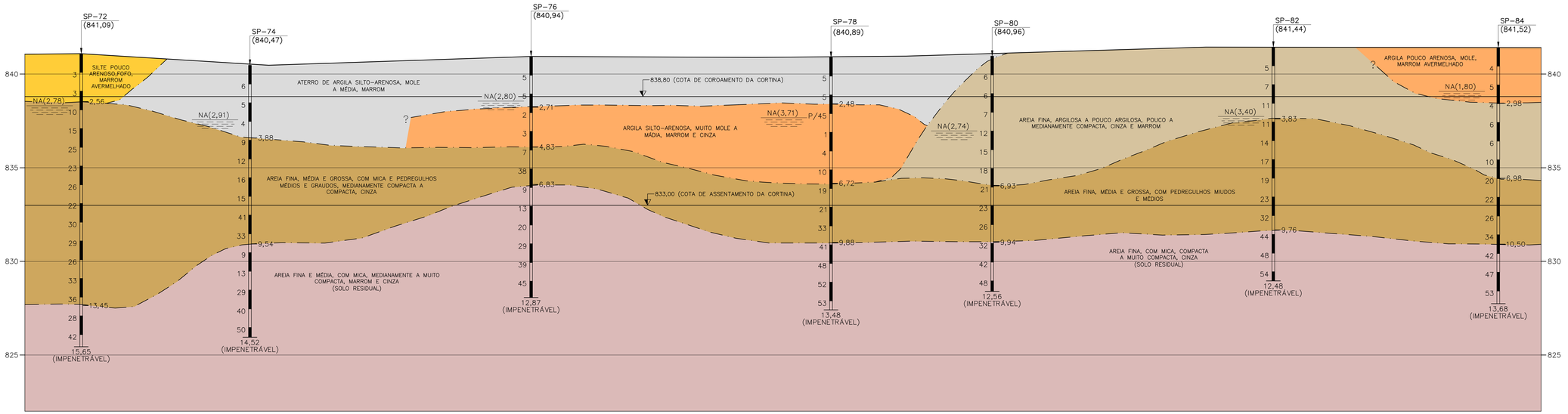
A estabilidade interna da cortina foi verificada pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

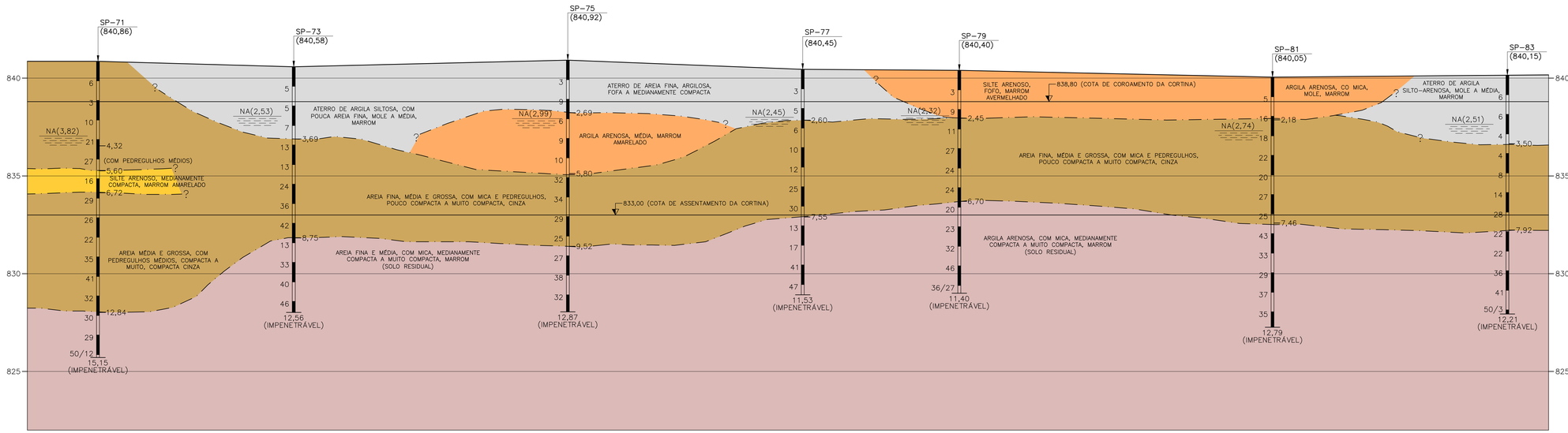
As análises aqui efetuadas demonstraram que o trecho contido entre as estacas 180 a 200 apresenta adequadas condições de estabilidade global considerando a execução de cortina atirantada com 5,80 m de altura, tendo em vista que as verificações para o perfil geotécnico com condições mais desfavoráveis resultaram em fatores de segurança compatíveis com as situações de projeto.

Vale ressaltar que a instalação de um eficiente sistema de drenagem é condição para a segurança da estrutura.

ANEXO

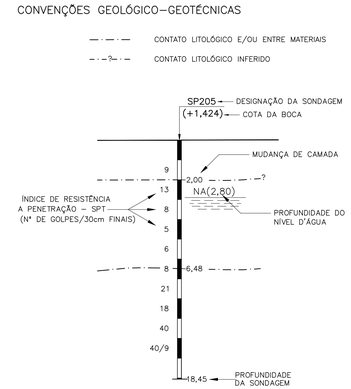


MARGEM DIREITA
ESC. V=1:100
H=1:500



MARGEM ESQUERDA
ESC. V=1:100
H=1:500

CONVENÇÕES GEOLÓGICO–GEOTÉCNICAS



NOTAS:

1 – DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA:

BOLETINS DE SONDAGEM – E99 A E272 (RIO BENGALAS)

2 0 2 4 6 8(m)
ESCALA ORIGINAL 1:100

10 0 10 20 30 40(m)
ESCALA ORIGINAL 1:500

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	VERIF.	APROV.
0	22/11/13	EMISSÃO INICIAL	YSM	NAFL

EMISSÃO		
DES.	CMS	22/11/13
PROJ.	YSM	22/11/13
VERIF.	YSM	22/11/13
APROV.	NAFL	22/11/13
ESCALAS	INDICADAS	

EMITENTE: CSE CONSULTORIA E ENGENHARIA

CLIENTE:

OBRA: RIO BENGALAS

TÍTULO: PERFIL GEOLÓGICO–GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 180 A 200

Nº EMITENTE: CSE-013-BEN-GT-005-DE

Nº CLIENTE:

REVISÃO: 0

CONSULTORIA E ENGENHARIA

RIO BENGALAS

CORTINA ATIRANTADA

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 200 A 220

ESTABILIDADE GLOBAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CSE-013-BEN-GT-006-MC R0

Novembro/2013

SUMÁRIO

ITEM **Pág.**

1. INTRODUÇÃO 02

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL 03

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE 05

3.1 PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO 05

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE GLOBAL 06

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 10

ANEXO 11

Desenho CSE-013-BEN-GT-006-DE – "Rio Bengalas - Perfil Geológico-Geotécnico entre as Estacas 200 e 220"

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo elaborada para a verificação da estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas, no município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, no trecho contido entre as estacas 200 e 220.

A cortina projetada, apresentada no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2 - "*Cortina Atirantada – Módulo Típico (Placa de 2,75 m) – Formas – Rio Bengala*", tem seu topo na cota 838,80 m e altura de 5,80 m, aproximadamente. O dimensionamento efetuado pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda levou à adoção de dois níveis de tirantes Dywidag, com diâmetro de 38 mm, carga nominal de 45 tf, espaçados de cerca de 6,00 m e comprimento livre de 12,00 m (nível superior) e 8,00 m (nível inferior).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL

No trecho em questão foram executadas/disponibilizadas 13 sondagens a percussão, sendo sete na margem direita (SP-86, SP-88, SP-90, SP-92, SP-94, SP-96 e SP-98) e seis na margem esquerda (SP-85, SP-87, SP-89, SP-91, SP-93 e SP-95), cujos boletins individuais e localização são apresentados no relatório "Boletins de Sondagem: E99 a E272". Observe-se que essas sondagens foram realizadas em abril/2013, ou seja, praticamente ao término da época de cheias.

No ANEXO encontra-se o perfil geológico-geotécnico do trecho, extraído das referidas sondagens.

As investigações evidenciaram a presença de uma camada superficial de aterro de argila arenosa/silto arenosa e/ou silte argiloso, de consistência mole a média, sobrejacente a uma camada de areia fina, média e grossa, com mica e pedregulhos, pouco compacta a muito compacta, cinza, seguida por camada de solo residual, constituído de areia fina a média, de compacidade crescente com a profundidade, variando tipicamente de medianamente a muito compacta. As sondagens foram paralisadas quando atingiram o "impenetrável à percussão".

A profundidade do nível d'água variou de 2,5 m a 3,9 m abaixo do nível do terreno, aproximadamente entre as cotas 838,0 m e 837,0 m.

Na margem direita, a camada de aterro possui espessura típica de 2,00 m a 5,00 m e número de golpes (N_{SPT}) variando tipicamente entre 2 e 7. Na porção central deste trecho (entre as estacas 213 e 215 aproximadamente), há a ocorrência de cerca de 2,00m de espessura de argila silto-arenosa, de compacidade muito mole. Na sequência, a camada de areia predominantemente cinza varia entre 3,00 m e 8,00 m de espessura, com valores de N_{SPT} situados entre 6 a 44 golpes, apresentando pontualmente compacidade elevada. O estrato de solo residual apresentou N_{SPT} mínimo de 8 golpes e máximo de 56 golpes.

Na margem esquerda o aterro superficial tem espessura de cerca de 3,00 m, com N_{SPT} entre 3 e 7 golpes. Na sequência, a camada de areia cinza varia entre de 5,00 m a 6,00 m de espessura, com N_{SPT} médio de cerca de 17 golpes (variação entre 6 e 42). O solo residual subjacente apresentou valores de N_{SPT} superiores a 8 golpes e crescente rapidamente com a profundidade.

O nível do terreno em ambas as margens encontra-se aproximadamente entre as cotas 840,00 m e 841,80 m. A cota de coroamento da cortina foi projetada na cota 838,80 m e a mesma ficará assente predominantemente na camada de areia medianamente compacta a compacta subjacente ao aterro, podendo em alguns locais ficar assente na camada de solo residual.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

3.1 Perfil Geotécnico de Cálculo

A partir da análise do perfil geológico-geotécnico do trecho em questão, materializado no desenho apresentado no Anexo 1, pode-se constatar que a investigação que apresenta pior condição para a estabilidade global da cortina é a representada pela sondagem SP-94, executada na margem direita.

Assim, as análises aqui empreendidas serão baseadas nas condições geológico-geotécnicas da sondagem SP-94, admitindo-se, *ipso facto*, que as demais situações referentes ao trecho analisado apresentam fatores de segurança mais elevados.

A partir dos valores de N_{SPT} das sondagens, verificaram-se na literatura especializada algumas correlações existentes entre N_{SPT} e parâmetros geotécnicos (ver, por exemplo, *Schnaid, F., "Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações", São Paulo – Ed. Oficina de Textos, 2000*) e com base na experiência da Projetista e do conhecimento das características dos solos da região, foram adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Figura 1 a seguir para o perfil de cálculo elaborado a partir da sondagem SP-94, que representa de forma conservadora os parâmetros esperados *in situ*.

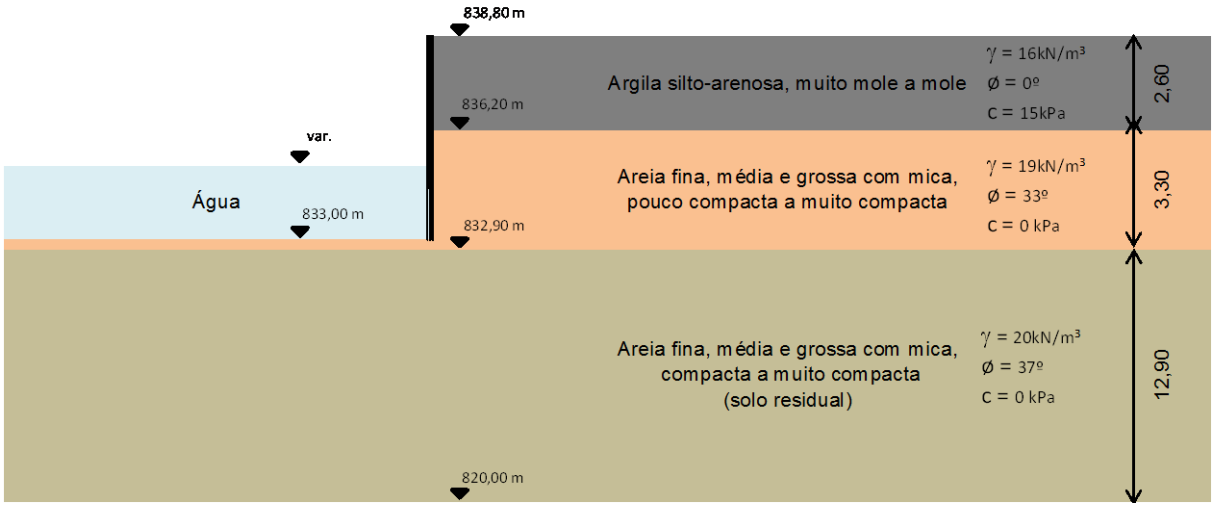


FIGURA 1
SONDAGEM SP-94 - PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO

3.2 Análises de Estabilidade Global

As análises de estabilidade foram efetuadas com o auxílio do programa SLOPE/W, a partir da metodologia desenvolvida por Morgerstern e Price.

A geometria das análises considerou as seguintes características para o trecho em questão, a saber:

- cota de coroamento da cortina: 838,80 m;
- cota de assentamento da cortina: 833,00 m;
- tirantes Dywidag ϕ38 mm e carga nominal de 45tf;
- comprimento livre dos tirantes: 12,00 m (tirante superior) e 8,00 m (tirante inferior);
- comprimento do bulbo de ancoragem: 8,00 m;
- espaçamento entre tirantes: 6,00 m (sentido longitudinal);
- sobrecarga: 10 kPa;
- instalação de drenagem atrás da cortina, conforme indicado no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2.

Foram definidas as seguintes situações de projeto:

a) época de cheias:

- terreno: N.A. = 838,00 m
- canal: N.A. = 835,00 m

b) época de estiagem:

- terreno: N.A. = 835,00 m
- canal: N.A. = 833,50 m

Admitiu-se como fator de segurança mínimo o valor de F.S. = 1,5.

As saídas do programa SLOPE/W para cada uma das situações definidas acima estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 a seguir.

CSE Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.
Rua México, 31 - Sala 1401 - Centro - CEP 20031-144 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (21) 2240-6758 / Fax.: (21) 2544-8662
E-mail: cse@csengenharia.com.br

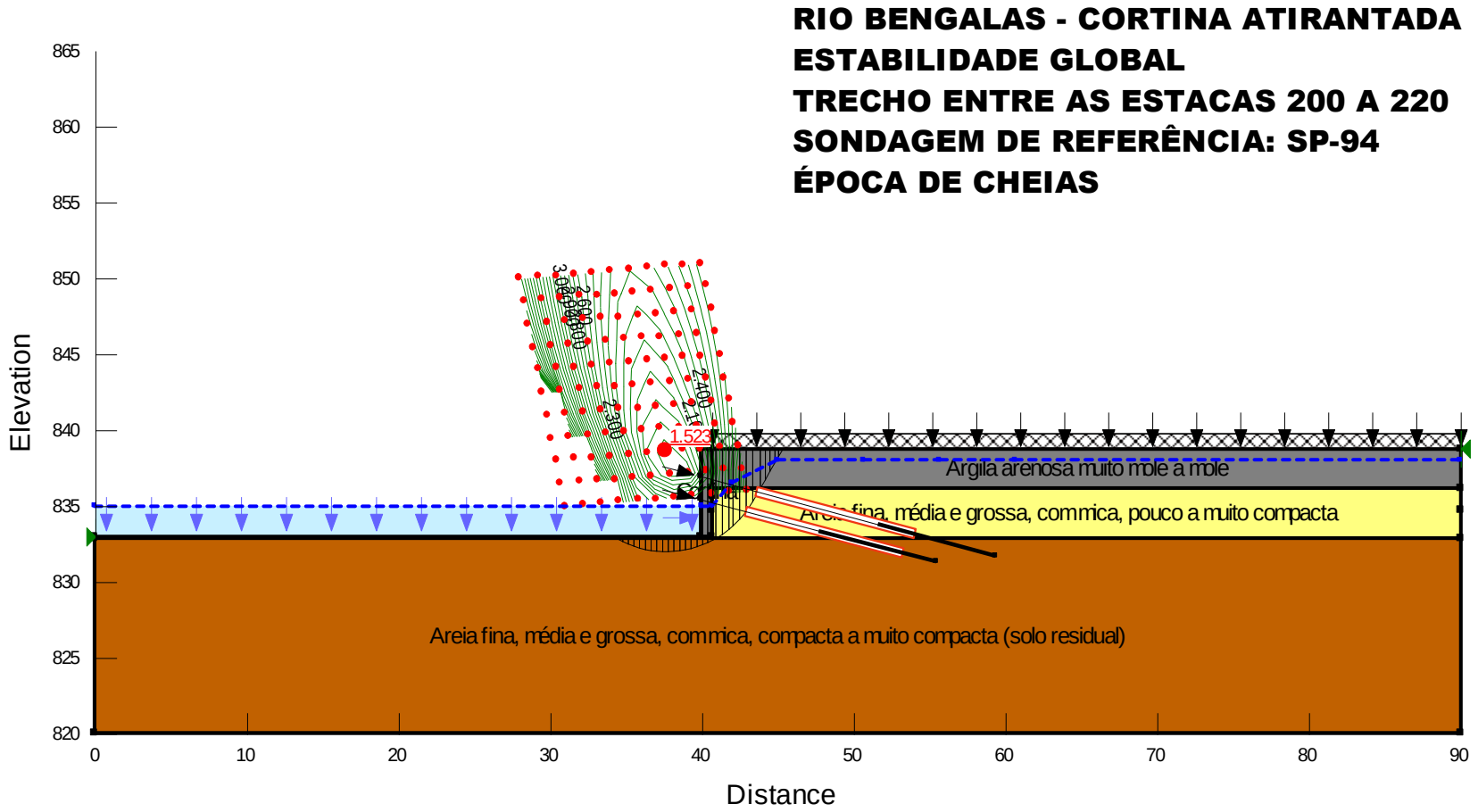


FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE CHEIAS

CSE Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.
Rua México, 31 - Sala 1401 - Centro - CEP 20031-144 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (21) 2240-6758 / Fax.: (21) 2544-8662
E-mail: cse@csengenharia.com.br

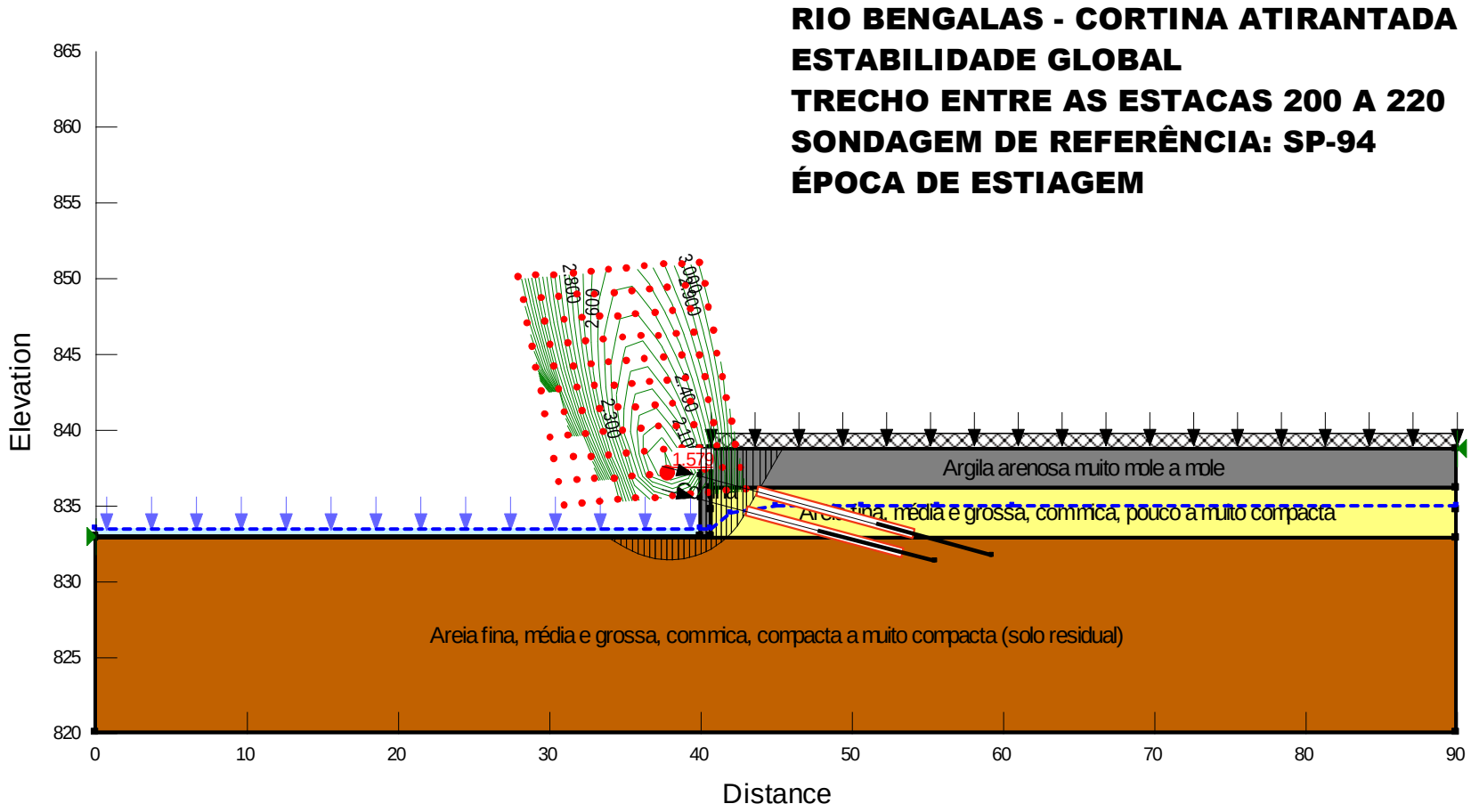


FIGURA 3 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE ESTIAGEM

O Quadro 1 a seguir apresenta o resumo dos resultados obtidos nas análises empreendidas. Constata-se que os fatores de segurança obtidos atendem aos critérios adotados.

QUADRO 1

RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

CASO	FATOR DE SEGURANÇA
Época de cheia	1,523
Época de estiagem	1,579

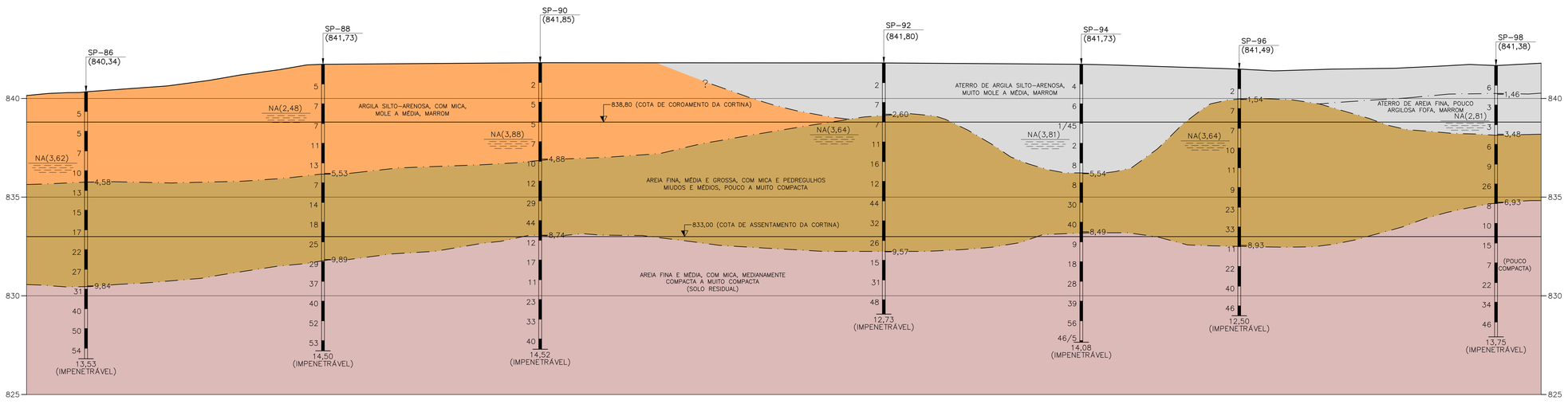
A estabilidade interna da cortina foi verificada pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

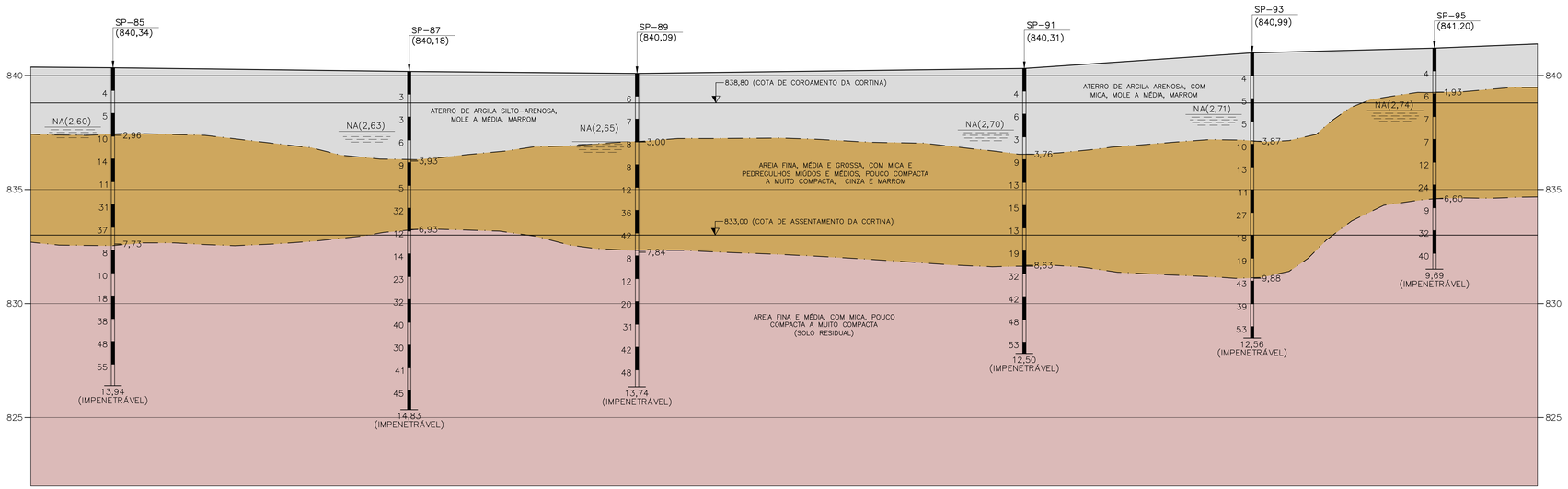
As análises aqui efetuadas demonstraram que o trecho contido entre as estacas 200 a 220 apresenta adequadas condições de estabilidade global considerando a execução de cortina atirantada com 5,80 m de altura, tendo em vista que as verificações para o perfil geotécnico com condições mais desfavoráveis resultaram em fatores de segurança compatíveis com as situações de projeto.

Vale ressaltar que a instalação de um eficiente sistema de drenagem é condição para a segurança da estrutura.

ANEXO



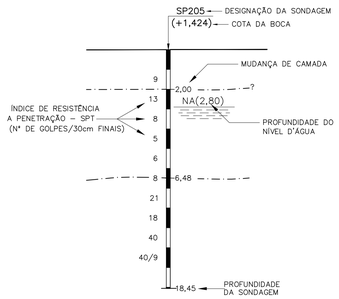
MARGEM DIREITA
ESC. V=1:100
H=1:500



MARGEM ESQUERDA
ESC. V=1:100
H=1:500

CONVENÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

- CONTATO LITOLÓGICO E/OU ENTRE MATERIAIS
- CONTATO LITOLÓGICO INFERIDO



NOTAS:

1 – DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA:

BOLETINS DE SONDAGEM – E99 A E272 (RIO BENGALAS)

2 0 2 4 6 8(m)
ESCALA ORIGINAL 1:100

10 0 10 20 30 40(m)
ESCALA ORIGINAL 1:500

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	VERIF.	APROV.
0	22/11/13	EMISSÃO INICIAL	YSM	NAFL

EMISSÃO		
DES.	CMS	22/11/13
PROJ.	YSM	22/11/13
VERIF.	YSM	22/11/13
APROV.	NAFL	22/11/13
ESCALAS	INDICADAS	

EMITENTE: CSE CONSULTORIA E ENGENHARIA

CLIENTE

OBRA: RIO BENGALAS

TÍTULO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 200 A 220

Nº EMITENTE: CSE-013-BEN-GT-006-DE

Nº CLIENTE

REVISÃO: 0

CONSULTORIA E ENGENHARIA

RIO BENGALAS

CORTINA ATIRANTADA

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 220 A 240

ESTABILIDADE GLOBAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CSE-013-BEN-GT-007-MC R0

Dezembro/2013

SUMÁRIO

ITEM **Pág.**

1. INTRODUÇÃO 02

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL 03

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE 05

3.1 PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO 05

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE GLOBAL 06

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 10

ANEXO 11

Desenho CSE-013-BEN-GT-007-DE – "Rio Bengalas - Perfil Geológico-Geotécnico entre as Estacas 220 e 240"

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo elaborada para a verificação da estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas, no município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, no trecho contido entre as estacas 220 e 240.

A cortina projetada, apresentada no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2 - "*Cortina Atirantada – Módulo Típico (Placa de 2,75 m) – Formas – Rio Bengala*", tem seu topo na cota 838,80 m e altura de 5,80 m, aproximadamente. O dimensionamento efetuado pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda levou à adoção de dois níveis de tirantes Dywidag, com diâmetro de 38 mm, carga nominal de 45 tf, espaçados de cerca de 6,00 m e comprimento livre de 12,00 m (nível superior) e 8,00 m (nível inferior).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL

No trecho em questão foram executadas/disponibilizadas 10 sondagens a percussão, realizadas em maio/2013, sendo três na margem direita (SP-100, SP-110 e SP-112) e sete na margem esquerda (SP-99, SP-101, SP-103, SP-105, SP-107, SP-109 e SP-111), cujos boletins individuais e localização são apresentados no relatório "Boletins de Sondagem: E99 a E272". As sondagens SP-102, SP-104, SP-106 e SP-108, apesar de previstas para a margem direita, não foram executadas segundo informação da Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

No ANEXO encontra-se o perfil geológico-geotécnico do trecho, extraído das referidas sondagens.

As investigações evidenciaram a presença de uma camada superficial de aterro de argila arenosa/silto arenosa e/ou silte argiloso, de consistência mole a média, ressaltando-se que pontualmente (SP-103 e SP-107) verificou-se a ocorrência de camada de areia fina em superfície. Subjacente a camada superficial ocorre uma camada de areia fina, média e grossa, com mica e pedregulhos, pouco compacta a muito compacta, cinza, seguida por camada de solo residual, constituído de areia fina a média, de compacidade crescente com a profundidade, variando tipicamente de medianamente a muito compacta. As sondagens foram paralisadas quando atingiram o "impenetrável à percussão".

A profundidade do nível d'água variou de 2,3 m a 3,3 m abaixo do nível do terreno, via de regra, entre as cotas 838,0 m e 837,0 m.

Na margem direita a análise da estratigrafia ficou prejudicada em função do baixo número de sondagens executadas. Já na margem esquerda a camada superficial de aterro e/ou areia fina possui espessura típica de 2,00 m a 4,00 m e número de golpes (N_{SPT}) variando entre 3 e 7. Em alguns locais deste trecho (entre as estacas 221 e 226 aproximadamente e nas vizinhanças da estaca 237), há a ocorrência de cerca de 1,00 m a 3,00 m de espessura de argila silto-arenosa, de compacidade muito mole. Na sequência, a camada de areia predominantemente cinza varia entre 3,00 m e 8,00 m de espessura, com valores de N_{SPT} situados entre 5 a 37 golpes, apresentando pontualmente compacidade elevada. O estrato de solo residual apresentou N_{SPT} mínimo de 7 golpes e máximo de 57 golpes.

O nível do terreno em ambas as margens encontra-se aproximadamente entre as cotas 840 m e 842 m. A cota de coroamento da cortina foi projetada na cota 838,80 m. Para a margem esquerda a cortina ficará assente predominantemente na camada de areia medianamente compacta a compacta subjacente ao aterro, podendo em alguns locais ficar assente na camada de solo residual, sendo que para a margem direita, apesar o baixo número de sondagens, há indícios de que o assentamento da estrutura se dará em sua maioria na camada de solo residual.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

3.1 Perfil Geotécnico de Cálculo

A partir da análise do perfil geológico-geotécnico do trecho em questão, materializado no desenho apresentado no Anexo 1, pode-se constatar que a região que apresenta pior condição para a estabilidade global da cortina é a representada pela extensão situada entre as sondagens SP-99 e SP-101, executadas na margem esquerda.

Assim, as análises aqui empreendidas serão baseadas nas condições geológico-geotécnicas mostradas por estas duas sondagens, admitindo-se, *ipso facto*, que as demais situações referentes ao trecho analisado apresentam fatores de segurança mais elevados.

A partir dos valores de N_{SPT} das sondagens, verificaram-se na literatura especializada algumas correlações existentes entre N_{SPT} e parâmetros geotécnicos (ver, por exemplo, *Schnaid, F., "Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações", São Paulo – Ed. Oficina de Textos, 2000*) e com base na experiência da Projetista e do conhecimento das características dos solos da região, foram adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Figura 1 a seguir para o perfil de cálculo elaborado a partir das sondagens SP-99 e SP-101, que representa de forma conservadora os parâmetros esperados *in situ*.

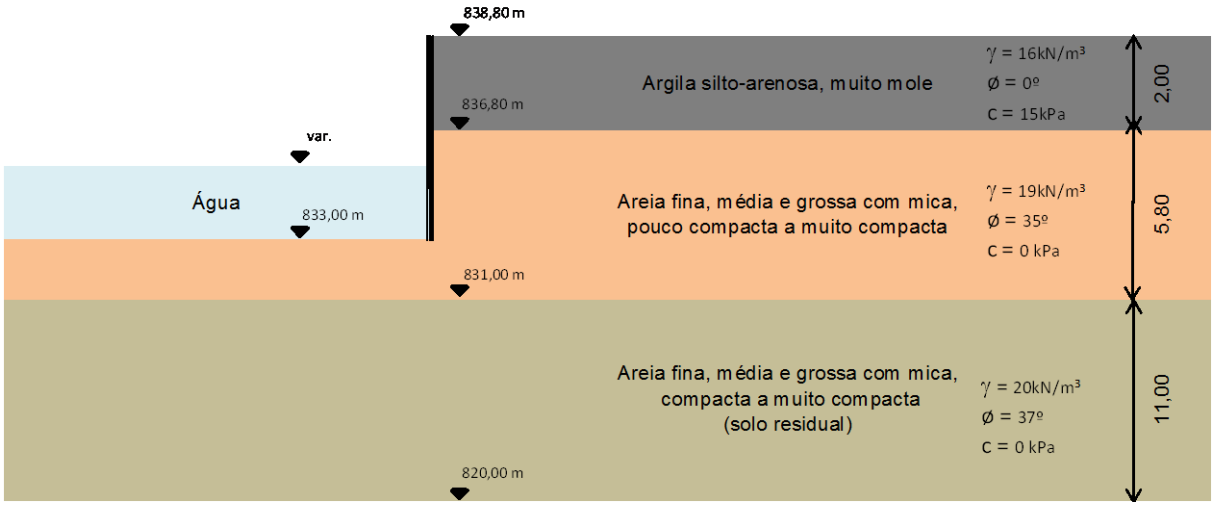


FIGURA 1
SONDAGENS SP-99 e SP-101 - PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO

3.2 Análises de Estabilidade Global

As análises de estabilidade foram efetuadas com o auxílio do programa SLOPE/W, a partir da metodologia desenvolvida por Morgerstern e Price.

A geometria das análises considerou as seguintes características para o trecho em questão, a saber:

- cota de coroamento da cortina: 838,80 m;
- cota de assentamento da cortina: 833,00 m;
- tirantes Dywidag ϕ38 mm e carga nominal de 45tf;
- comprimento livre dos tirantes: 12,00 m (tirante superior) e 8,00 m (tirante inferior);
- comprimento do bulbo de ancoragem: 8,00 m;
- espaçamento entre tirantes: 6,00 m (sentido longitudinal);
- sobrecarga: 10 kPa;
- instalação de drenagem atrás da cortina, conforme indicado no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2.

Foram definidas as seguintes situações de projeto:

a) época de cheias:

- terreno: N.A. = 838,00 m
- canal: N.A. = 835,00 m

b) época de estiagem:

- terreno: N.A. = 835,00 m
- canal: N.A. = 833,50 m

Admitiu-se como fator de segurança mínimo o valor de F.S. = 1,5.

As saídas do programa SLOPE/W para cada uma das situações definidas acima estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 a seguir.

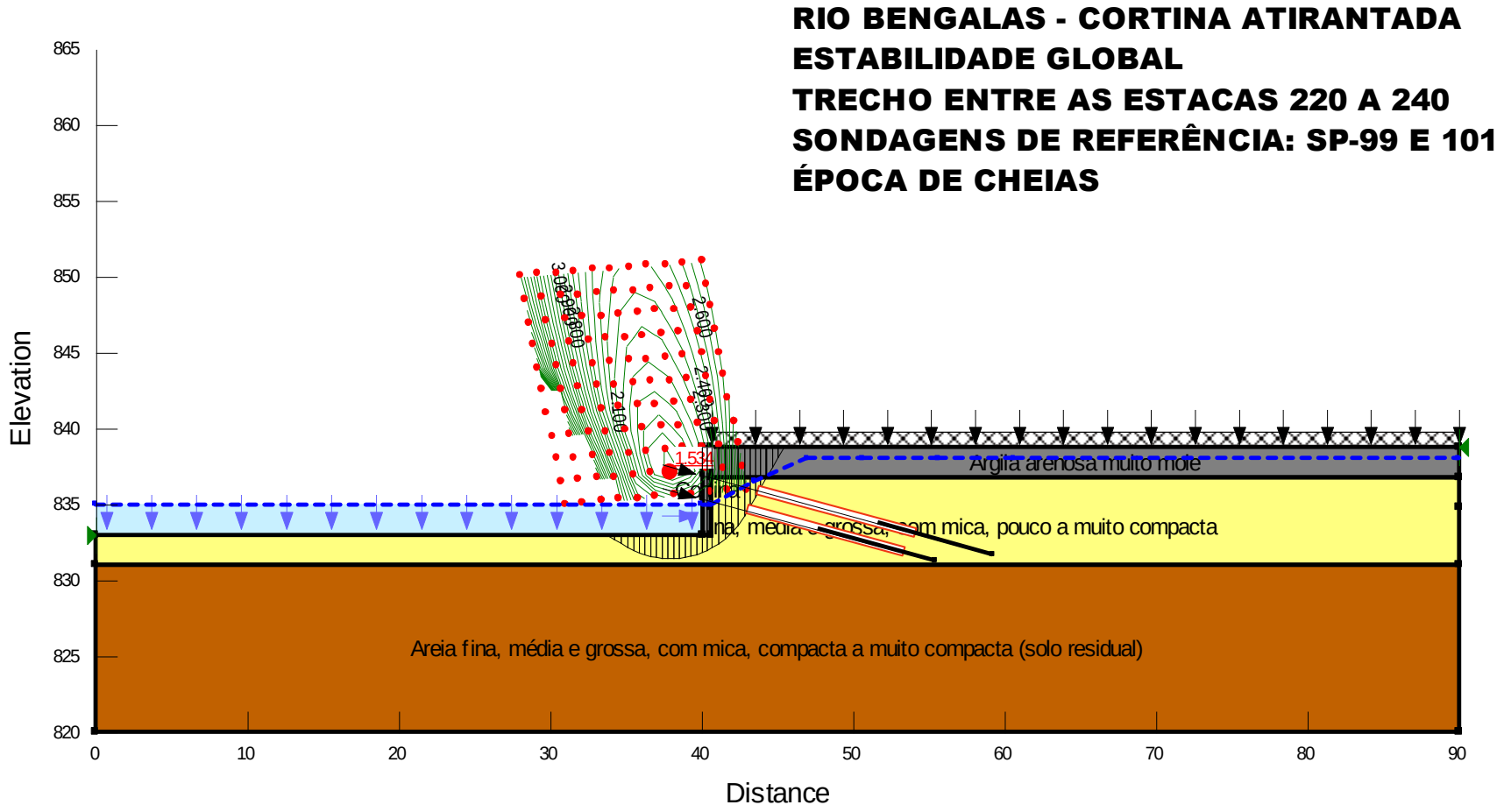


FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE CHEIAS

CSE Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.
Rua México, 31 - Sala 1401 - Centro - CEP 20031-144 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (21) 2240-6758 / Fax.: (21) 2544-8662
E-mail: cse@csengenharia.com.br

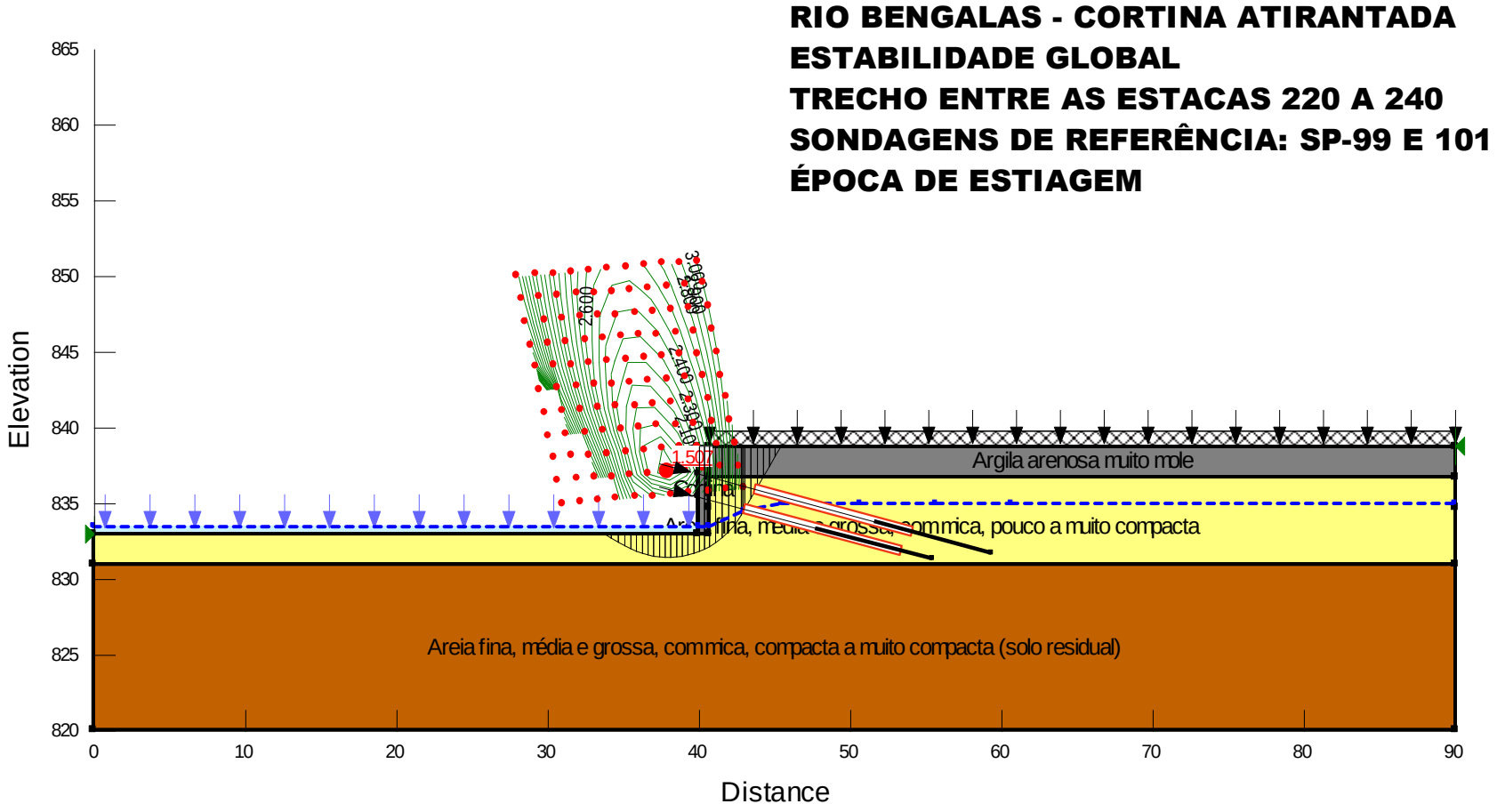


FIGURA 3 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE ESTIAGEM

O Quadro 1 a seguir apresenta o resumo dos resultados obtidos nas análises empreendidas. Constata-se que os fatores de segurança obtidos atendem aos critérios adotados.

QUADRO 1

RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

CASO	FATOR DE SEGURANÇA
Época de cheia	1,534
Época de estiagem	1,507

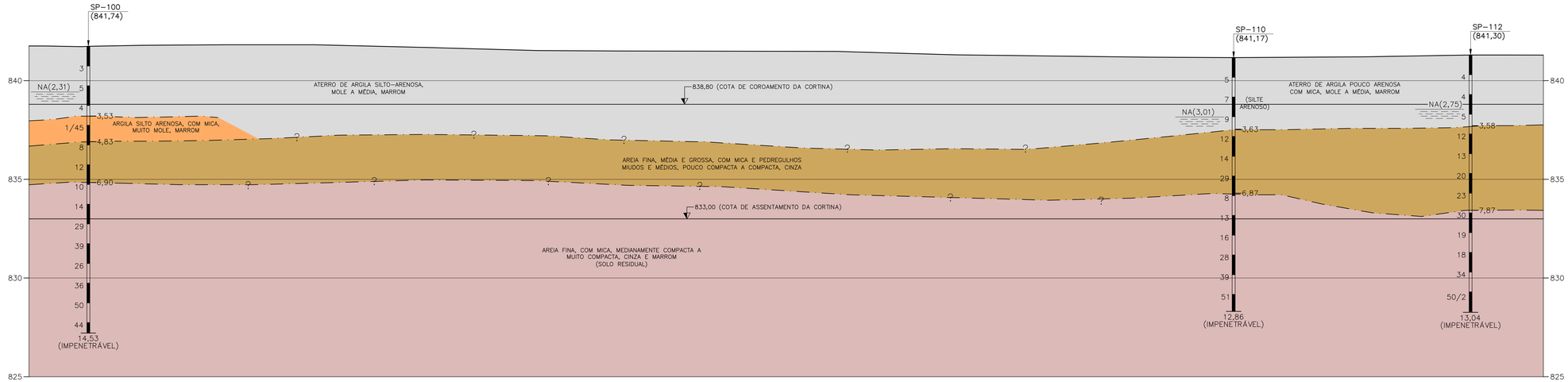
A estabilidade interna da cortina foi verificada pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

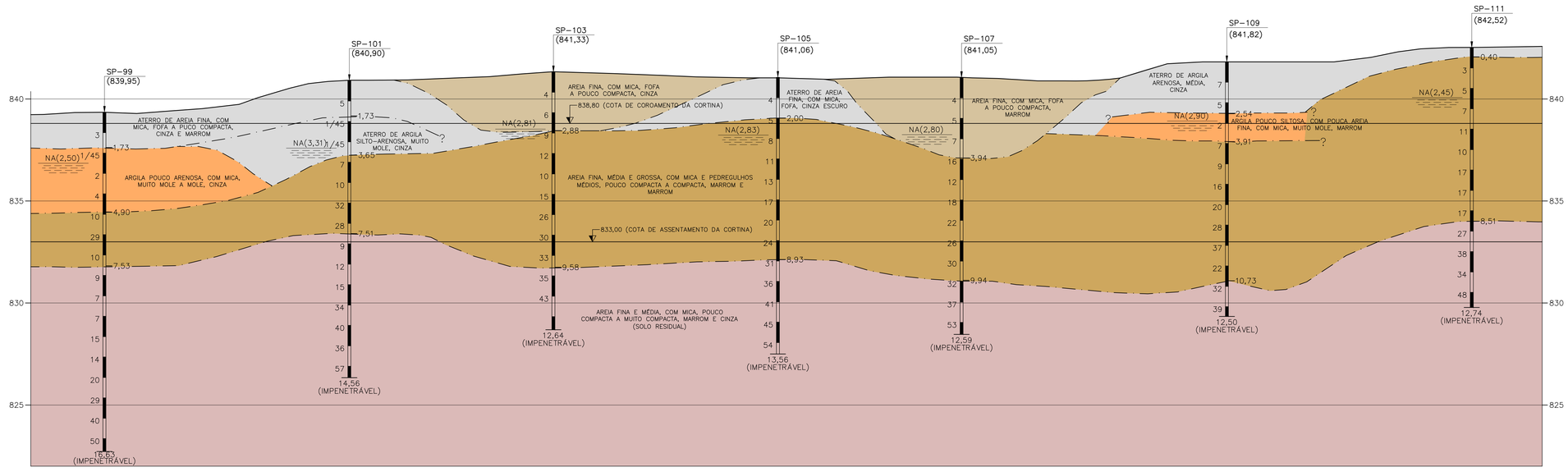
As análises aqui efetuadas demonstraram que o trecho contido entre as estacas 220 a 240 apresenta adequadas condições de estabilidade global considerando a execução de cortina atirantada com 5,80 m de altura, tendo em vista que as verificações para o perfil geotécnico com condições mais desfavoráveis resultaram em fatores de segurança compatíveis com as situações de projeto.

Vale ressaltar que a instalação de um eficiente sistema de drenagem é condição para a segurança da estrutura.

ANEXO



MARGEM DIREITA
ESC. V=1:100
H=1:500

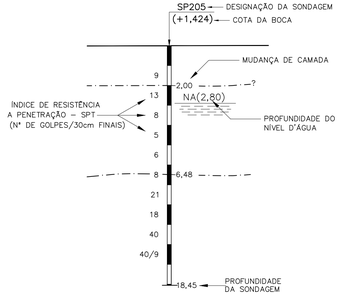


MARGEM ESQUERDA
ESC. V=1:100
H=1:500

CONVENÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

CONTATO LITOLÓGICO E/OU ENTRE MATERIAIS

CONTATO LITOLÓGICO INFERIDO



NOTAS:

1 – DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

2 – AS SONDAGENS SP-102, SP-104, SP-106 E SP-108 NÃO FORAM EXECUTADAS.

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA:

BOLETINS DE SONDAGEM – E99 A E272 (RIO BENGALAS)

2 0 2 4 6 8(m)
ESCALA ORIGINAL 1:100

10 0 10 20 30 40(m)
ESCALA ORIGINAL 1:500

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	VERIF.	APROV.
0	02/12/13	EMISSÃO INICIAL	YSM	NAFL

EMISSÃO		
DES.	CMS	02/12/13
PROJ.	YSM	02/12/13
VERIF.	YSM	02/12/13
APROV.	NAFL	02/12/13
ESCALAS	INDICADAS	

EMITENTE: CSE CONSULTORIA E ENGENHARIA

CLIENTE:

OBRA: RIO BENGALAS

TÍTULO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 220 A 240

Nº EMITENTE: CSE-013-BEN-GT-007-DE

Nº CLIENTE:

REVISÃO: 0

RIO BENGALAS

CORTINA ATIRANTADA

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 240 A 260

ESTABILIDADE GLOBAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CSE-013-BEN-GT-008-MC R0

Dezembro/2013

SUMÁRIO

ITEM **Pág.**

1. INTRODUÇÃO 02

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL 03

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE 05

3.1 PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO 05

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE GLOBAL 06

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 10

ANEXO 11

Desenho CSE-013-BEN-GT-008-DE – "Rio Bengalas - Perfil Geológico-Geotécnico entre as Estacas 240 e 260"

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo elaborada para a verificação da estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas, no município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, no trecho contido entre as estacas 240 e 260.

A cortina projetada, apresentada no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2 - "*Cortina Atirantada – Módulo Típico (Placa de 2,75 m) – Formas – Rio Bengala*", tem seu topo na cota 838,80 m e altura de 5,80 m, aproximadamente. O dimensionamento efetuado pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda levou à adoção de dois níveis de tirantes Dywidag, com diâmetro de 38 mm, carga nominal de 45 tf, espaçados de cerca de 6,00 m e comprimento livre de 12,00 m (nível superior) e 8,00 m (nível inferior).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL

No trecho em questão foram executadas/disponibilizadas 9 sondagens a percussão, realizadas em maio/2013, sendo cinco na margem direita (SP-114, SP-118, SP-120, SP-122 e SP-124) e quatro na margem esquerda (SP-113, SP-119, SP-121 e SP-123), cujos boletins individuais e localização são apresentados no relatório "Boletins de Sondagem: E99 a E272". As sondagens SP-115 e SP-117, apesar de previstas para a margem esquerda, não foram executadas segundo informação da Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

No ANEXO encontra-se o perfil geológico-geotécnico do trecho, extraído das referidas sondagens.

As investigações evidenciaram a presença de uma camada superficial de aterro de argila arenosa/silto arenosa e/ou silte argiloso, de consistência mole a média, ressaltando-se que pontualmente (SP-113, SP-114 e SP-122) verificou-se a ocorrência de camada de areia fina em superfície. Subjacente à camada superficial ocorre uma camada de areia fina, média e grossa, com mica e pedregulhos, pouco compacta a muito compacta, cinza, seguida por camada de solo residual, constituído de areia fina a média, de compacidade crescente com a profundidade, variando tipicamente de medianamente a muito compacta. As sondagens foram paralisadas quando atingiram o "impenetrável à percussão".

A profundidade do nível d'água variou de 1,8 m a 3,3 m abaixo do nível do terreno, via de regra, entre as cotas 839,0 m e 838,0 m.

Na margem direita, a camada de aterro possui espessura de 2,00 m a 4,00 m e número de golpes (N_{SPT}) variando tipicamente entre 4 e 8. Na porção central deste trecho (próximo à estaca 252 aproximadamente), há a ocorrência de cerca de 1,00m de espessura de argila silto-arenosa, de compacidade muito mole. Na sequência, a camada de areia predominantemente cinza varia entre 5,00 m e 8,00 m de espessura, com valores de N_{SPT} situados entre 5 a 38 golpes, apresentando pontualmente compacidade elevada. O estrato de solo residual apresentou N_{SPT} mínimo de 8 golpes e máximo de 53 golpes.

Na margem esquerda o aterro superficial tem espessura de cerca de 2,00 m, com N_{SPT} entre 2 e 6 golpes. Na sequência, a camada de areia cinza varia entre de 3,00 m a 7,00 m de espessura, com N_{SPT} médio de cerca de 14 golpes (variação entre 5 e

33). O solo residual subjacente apresentou valores de N_{SPT} superiores a 22 golpes e crescente com a profundidade.

O nível do terreno em ambas as margens encontra-se aproximadamente entre as cotas 840,50 m e 842,50 m. A cota de coroamento da cortina foi projetada na cota 838,80 m e a mesma ficará assente tipicamente próxima à cota limite entre a camada de areia medianamente compacta a compacta subjacente ao aterro e a camada de solo residual.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

3.1 Perfil Geotécnico de Cálculo

A partir da análise do perfil geológico-geotécnico do trecho em questão, materializado no desenho apresentado no Anexo 1, pode-se constatar que a região que apresenta pior condição para a estabilidade global da cortina é a representada pela sondagem SP-120, executada na margem direita.

Assim, as análises aqui empreendidas serão baseadas nas condições geológico-geotécnicas mostradas por esta sondagem, admitindo-se, *ipso facto*, que as demais situações referentes ao trecho analisado apresentam fatores de segurança mais elevados.

A partir dos valores de N_{SPT} das sondagens, verificaram-se na literatura especializada algumas correlações existentes entre N_{SPT} e parâmetros geotécnicos (ver, por exemplo, *Schnaid, F., "Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações", São Paulo – Ed. Oficina de Textos, 2000*) e com base na experiência da Projetista e do conhecimento das características dos solos da região, foram adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Figura 1 a seguir para o perfil de cálculo elaborado a partir da sondagem SP-120, que representa de forma conservadora os parâmetros esperados *in situ*.

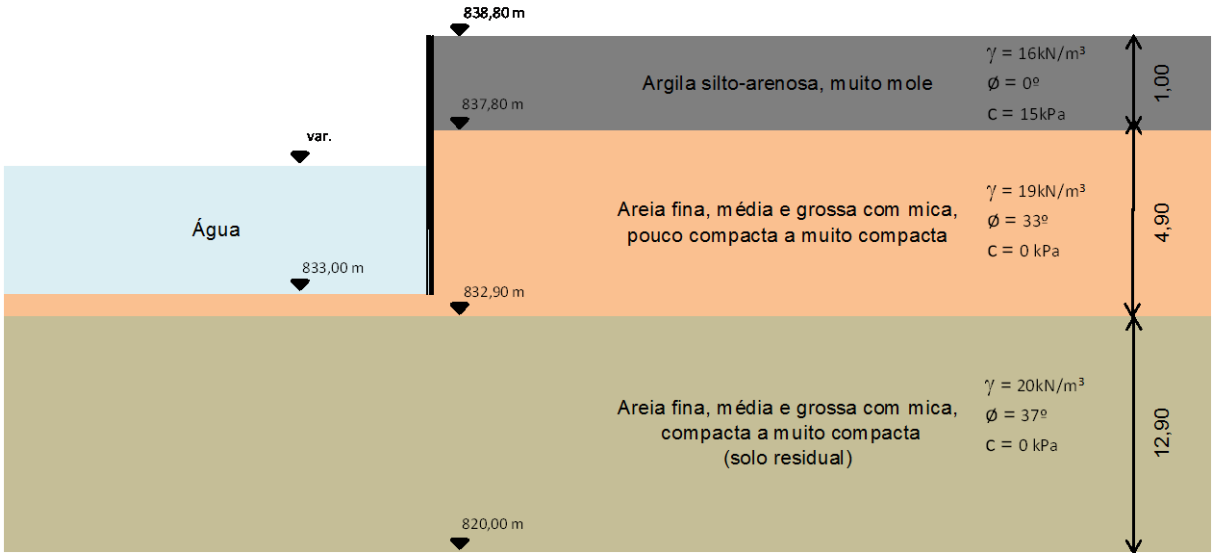


FIGURA 1
SONDAGEM SP-120 - PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO

3.2 Análises de Estabilidade Global

As análises de estabilidade foram efetuadas com o auxílio do programa SLOPE/W, a partir da metodologia desenvolvida por Morgerstern e Price.

A geometria das análises considerou as seguintes características para o trecho em questão, a saber:

- cota de coroamento da cortina: 838,80 m;
- cota de assentamento da cortina: 833,00 m;
- tirantes Dywidag ϕ38 mm e carga nominal de 45tf;
- comprimento livre dos tirantes: 12,00 m (tirante superior) e 8,00 m (tirante inferior);
- comprimento do bulbo de ancoragem: 8,00 m;
- espaçamento entre tirantes: 6,00 m (sentido longitudinal);
- sobrecarga: 10 kPa;
- instalação de drenagem atrás da cortina, conforme indicado no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2.

Foram definidas as seguintes situações de projeto:

a) época de cheias:

- terreno: N.A. = 838,50 m
- canal: N.A. = 835,00 m

b) época de estiagem:

- terreno: N.A. = 835,00 m
- canal: N.A. = 833,50 m

Admitiu-se como fator de segurança mínimo o valor de F.S. = 1,5.

As saídas do programa SLOPE/W para cada uma das situações definidas acima estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 a seguir.

CSE Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.
Rua México, 31 - Sala 1401 - Centro - CEP 20031-144 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (21) 2240-6758 / Fax.: (21) 2544-8662
E-mail: cse@csengenharia.com.br

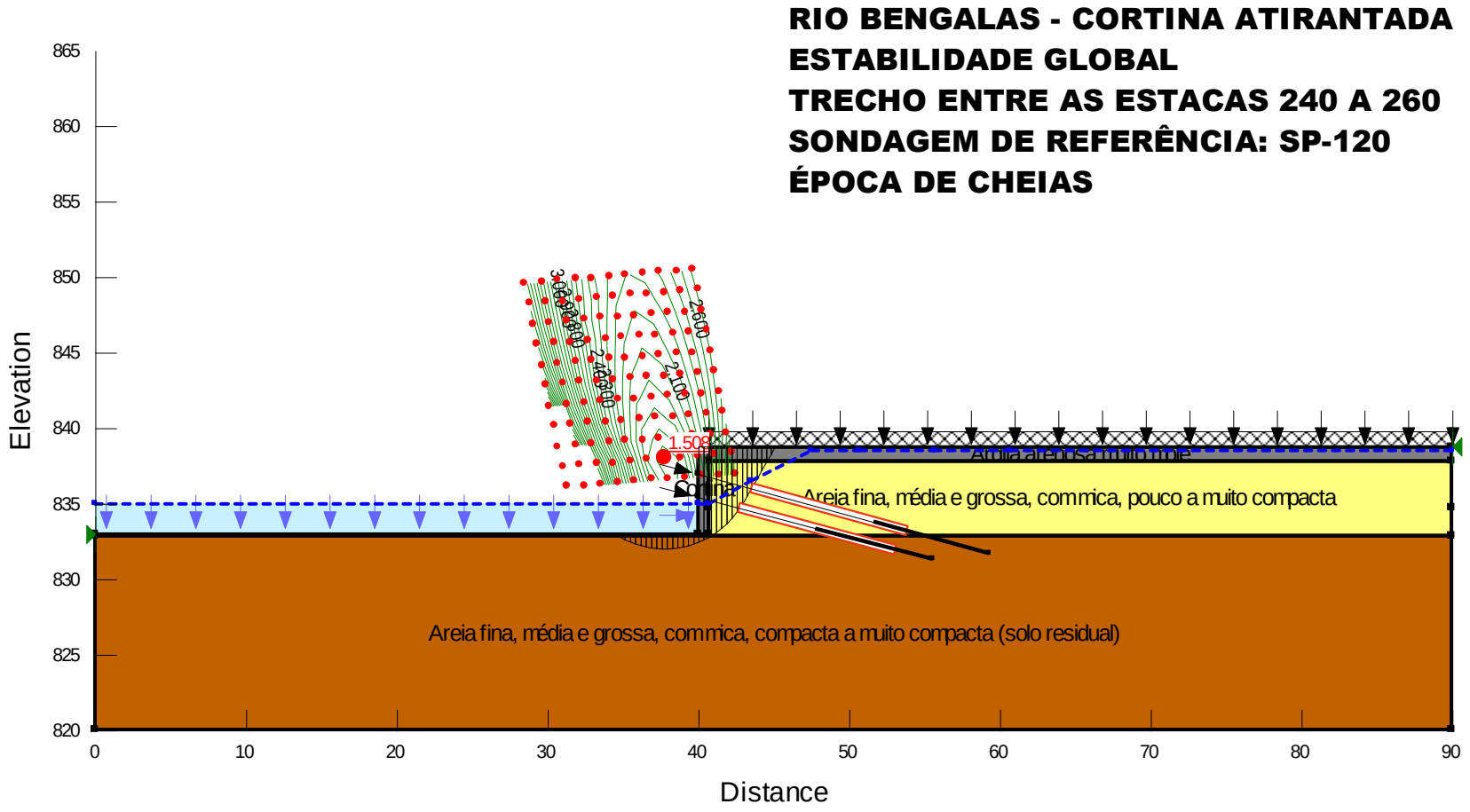


FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE CHEIAS

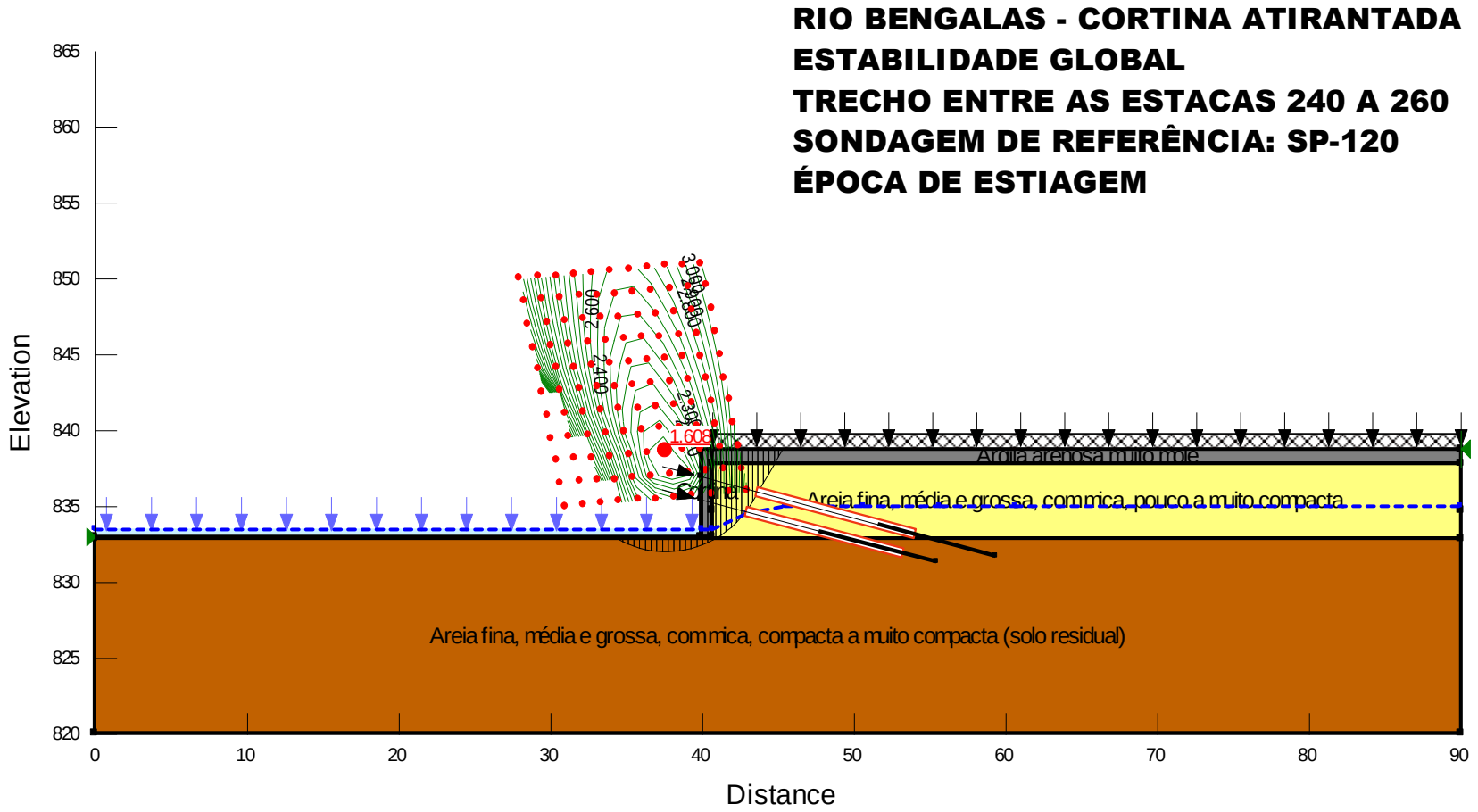


FIGURA 3 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE ESTIAGEM

O Quadro 1 a seguir apresenta o resumo dos resultados obtidos nas análises empreendidas. Constata-se que os fatores de segurança obtidos atendem aos critérios adotados.

QUADRO 1

RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

CASO	FATOR DE SEGURANÇA
Época de cheia	1,508
Época de estiagem	1,608

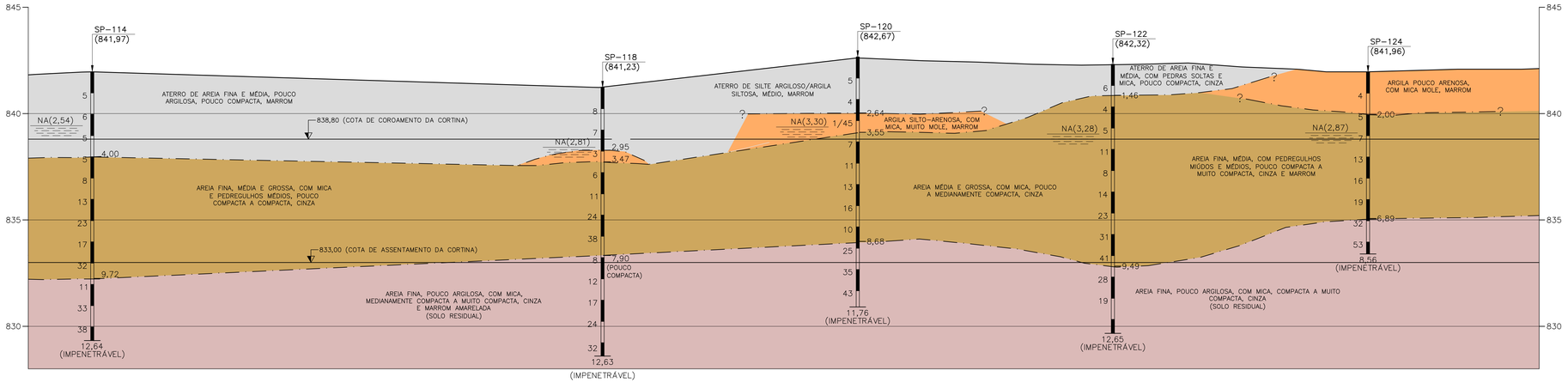
A estabilidade interna da cortina foi verificada pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

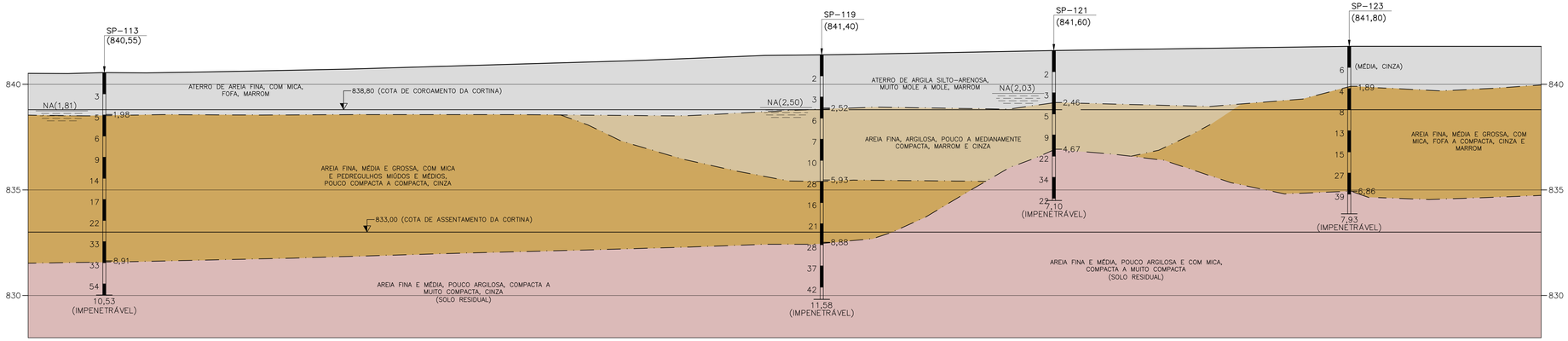
As análises aqui efetuadas demonstraram que o trecho contido entre as estacas 240 a 260 apresenta adequadas condições de estabilidade global considerando a execução de cortina atirantada com 5,80 m de altura, tendo em vista que as verificações para o perfil geotécnico com condições mais desfavoráveis resultaram em fatores de segurança compatíveis com as situações de projeto.

Vale ressaltar que a instalação de um eficiente sistema de drenagem é condição para a segurança da estrutura.

ANEXO



MARGEM DIREITA
ESC. V=1:100
H=1:500

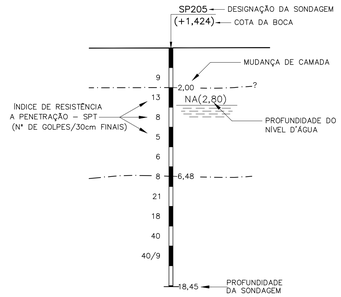


MARGEM ESQUERDA
ESC. V=1:100
H=1:500

CONVENÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

CONTATO LITOLÓGICO E/OU ENTRE MATERIAIS

CONTATO LITOLÓGICO INFERIDO



NOTAS:

1 – DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

2 – AS SONDAGENS SP-115 E SP-117 NÃO FORAM EXECUTADAS.

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA:

BOLETINS DE SONDAGEM – E99 A E272 (RIO BENGALAS)

2 0 2 4 6 8(m)
ESCALA ORIGINAL 1:100

10 0 10 20 30 40(m)
ESCALA ORIGINAL 1:500

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	VERIF.	APROV.
0	02/12/13	EMISSÃO INICIAL	YSM	NAFL

EMISSÃO		
DES.	CMS	02/12/13
PROJ.	YSM	02/12/13
VERIF.	YSM	02/12/13
APROV.	NAFL	02/12/13
ESCALAS	INDICADAS	

EMITENTE: CSE CONSULTORIA E ENGENHARIA

CLIENTE

OBRA: RIO BENGALAS

TÍTULO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ENTRE AS ESTACAS 240 A 260

Nº EMITENTE	Nº CLIENTE	REVISÃO
CSE-013-BEN-GT-008-DE		0

CONSULTORIA E ENGENHARIA

RIO BENGALAS

CORTINA ATIRANTADA

TRECHO ENTRE AS ESTACAS 260 A 275

ESTABILIDADE GLOBAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CSE-013-BEN-GT-009-MC R0

Dezembro/2013

SUMÁRIO

ITEM **Pág.**

1. INTRODUÇÃO 02

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL 03

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE 05

3.1 PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO 05

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE GLOBAL 06

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 10

ANEXO 11

Desenho CSE-013-BEN-GT-009-DE – "Rio Bengalas - Perfil Geológico-Geotécnico entre as Estacas 260 e 275"

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo elaborada para a verificação da estabilidade global da cortina atirantada a ser construída nas duas margens do rio Bengalas, no município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, no trecho contido entre as estacas 260 e 275.

A cortina projetada, apresentada no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2 - "*Cortina Atirantada – Módulo Típico (Placa de 2,75 m) – Formas – Rio Bengala*", tem seu topo na cota 838,80 m e altura de 5,80 m, aproximadamente. O dimensionamento efetuado pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda levou à adoção de dois níveis de tirantes Dywidag, com diâmetro de 38 mm, carga nominal de 45 tf, espaçados de cerca de 6,00 m e comprimento livre de 12,00 m (nível superior) e 8,00 m (nível inferior).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO LOCAL

No trecho em questão foram executadas 10 sondagens a percussão, sendo cinco na margem direita (SP-126, SP-128, SP-130, SP-132 e SP-134) e cinco na margem esquerda (SP-125, SP-127, SP-129, SP-131 e SP-133), cujos boletins individuais e localização são apresentados no relatório "Boletins de Sondagem: E99 a E272".

No ANEXO encontra-se o perfil geológico-geotécnico do trecho, extraído das referidas sondagens.

As investigações evidenciaram a presença de uma camada superficial predominantemente formada por argila arenosa, de consistência mole a média, sobrejacente a uma camada de areia fina, média e grossa, com mica, pouco compacta a compacta, cinza, seguida por camada de solo residual, constituído de areia fina, média e grossa, de compacidade crescente com a profundidade, variando de compacta a muito compacta. As sondagens foram paralisadas quando atingiram o "impenetrável à percussão". Especificamente na região das sondagens SP-125 e 127, na margem esquerda, verificou-se superficialmente, ao invés da camada argilosa, a presença de camada definida como de aterro superficial de areia fina / silte argiloso.

A profundidade do nível d'água variou de 1,8 m a 2,8 m abaixo do nível do terreno, via de regra aproximadamente próximo à cota 839 m.

Na margem direita, a camada de argila arenosa possui espessura da ordem de 4,00 m e número de golpes (N_{SPT}) variando entre 4 e 9. Na camada subjacente de areia, com espessura variável entre cerca de 2,00 m e 5,00 m, os valores de N_{SPT} variaram de 7 a 40 golpes, apresentando apenas pontualmente compacidade elevada. O estrato de solo residual apresentou N_{SPT} mínimo de 18 golpes e máximo de 57 golpes.

Na margem esquerda a camada de argila arenosa também possui espessura da ordem de 4,00 m, com número de golpes (N_{SPT}) variando entre 4 e 8. Próximo à sondagem SP-129 verificou-se a existência de uma camada de argila silto-arenosa de cor cinza interposta entre a camada superficial e a camada de areia, com espessura de cerca de 3,00 m e N_{SPT} variando entre 4 e 5 golpes. A camada de areia subjacente varia de 2,00 m a 6,00 m, com N_{SPT} variando entre 7 e 31 golpes. O solo residual subjacente apresentou via de regra valores de N_{SPT} superiores a 30 golpes.

O nível do terreno em ambas as margens encontra-se em torno da cota 842,00 m. A cota de coroamento da cortina foi projetada na cota 838,80 m e ficará assente predominantemente na fronteira entre a camada de areia pouco compacta a compacta e a camada de solo residual.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

3.1 Perfil Geotécnico de Cálculo

A partir da análise do perfil geológico-geotécnico do trecho em questão, materializado no desenho apresentado no Anexo 1, pode-se constatar que a região que apresenta pior condição para a estabilidade global da cortina é a situada entre as sondagens SP-127 e SP-129, na margem esquerda.

Assim, as análises aqui empreendidas serão baseadas nas condições geológico-geotécnicas das sondagens SP-127 e SP-129, admitindo-se, *ipso facto*, que as demais situações referentes ao trecho analisado apresentam fatores de segurança mais elevados.

A partir dos valores de N_{SPT} das sondagens, verificaram-se na literatura especializada algumas correlações existentes entre N_{SPT} e parâmetros geotécnicos (ver, por exemplo, *Schnaid, F., "Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações", São Paulo – Ed. Oficina de Textos, 2000*) e com base na experiência da Projetista e do conhecimento das características dos solos da região, foram adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Figura 1 a seguir para o perfil de cálculo elaborado a partir das sondagens SP-127 e SP-129, que representa de forma conservadora os parâmetros esperados *in situ*.

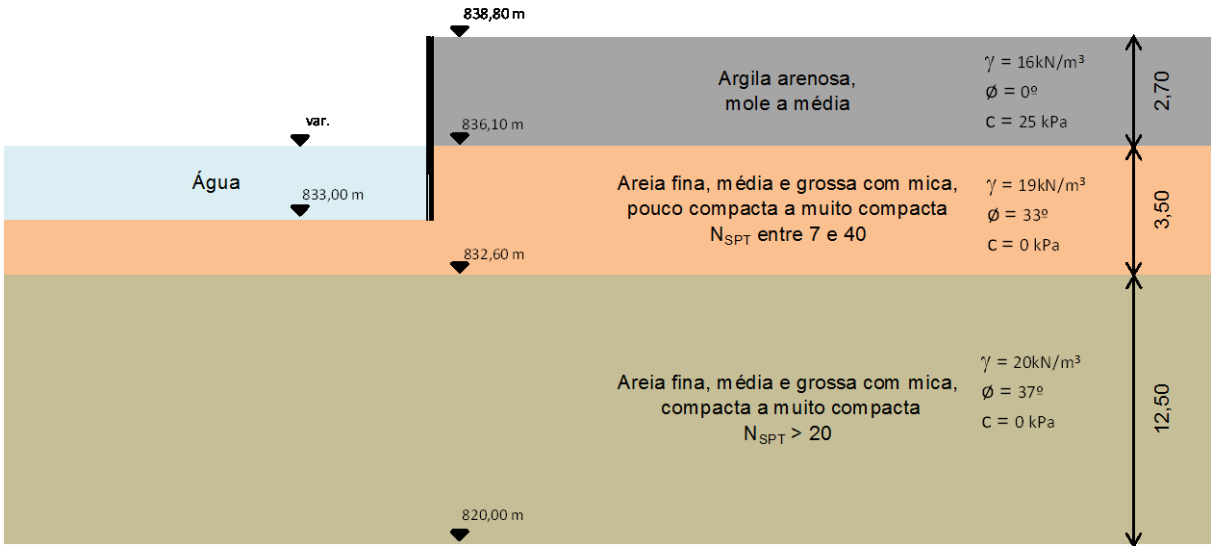


FIGURA 1
SONDAGENS SP-127 e SP-129 - PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO

3.2 Análises de Estabilidade Global

As análises de estabilidade foram efetuadas com o auxílio do programa SLOPE/W, a partir da metodologia desenvolvida por Morgerstern e Price.

A geometria das análises considerou as seguintes características para o trecho em questão, a saber:

- cota de coroamento da cortina: 838,80 m;
- cota de assentamento da cortina: 833,00 m;
- tirantes Dywidag ϕ38 mm e carga nominal de 45tf;
- comprimento livre dos tirantes: 12,00 m (tirante superior) e 8,00 m (tirante inferior);
- comprimento do bulbo de ancoragem: 8,00 m;
- espaçamento entre tirantes: 6,00 m (sentido longitudinal);
- sobrecarga: 10 kPa;
- instalação de drenagem atrás da cortina, conforme indicado no desenho nº INE06-RB-ET-PE-DE-009-R2.

Foram definidas as seguintes situações de projeto:

a) época de cheias:

- terreno: N.A. = 838,50 m
- canal: N.A. = 835,00 m

b) época de estiagem:

- terreno: N.A. = 835,00 m
- canal: N.A. = 833,50 m

Admitiu-se como fator de segurança mínimo o valor de F.S. = 1,5.

As saídas do programa SLOPE/W para cada uma das situações definidas acima estão apresentadas nas Figuras 2 e 3 a seguir.

CSE Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.
Rua México, 31 - Sala 1401 - Centro - CEP 20031-144 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (21) 2240-6758 / Fax.: (21) 2544-8662
E-mail: cse@csengenharia.com.br

RIO BENGALAS - CORTINA ATIRANTADA
ESTABILIDADE GLOBAL
TRECHO ENTRE AS ESTACAS 260 A 275
SONDAGENS DE REFERÊNCIA: SP-127 e 129
ÉPOCA DE CHEIAS

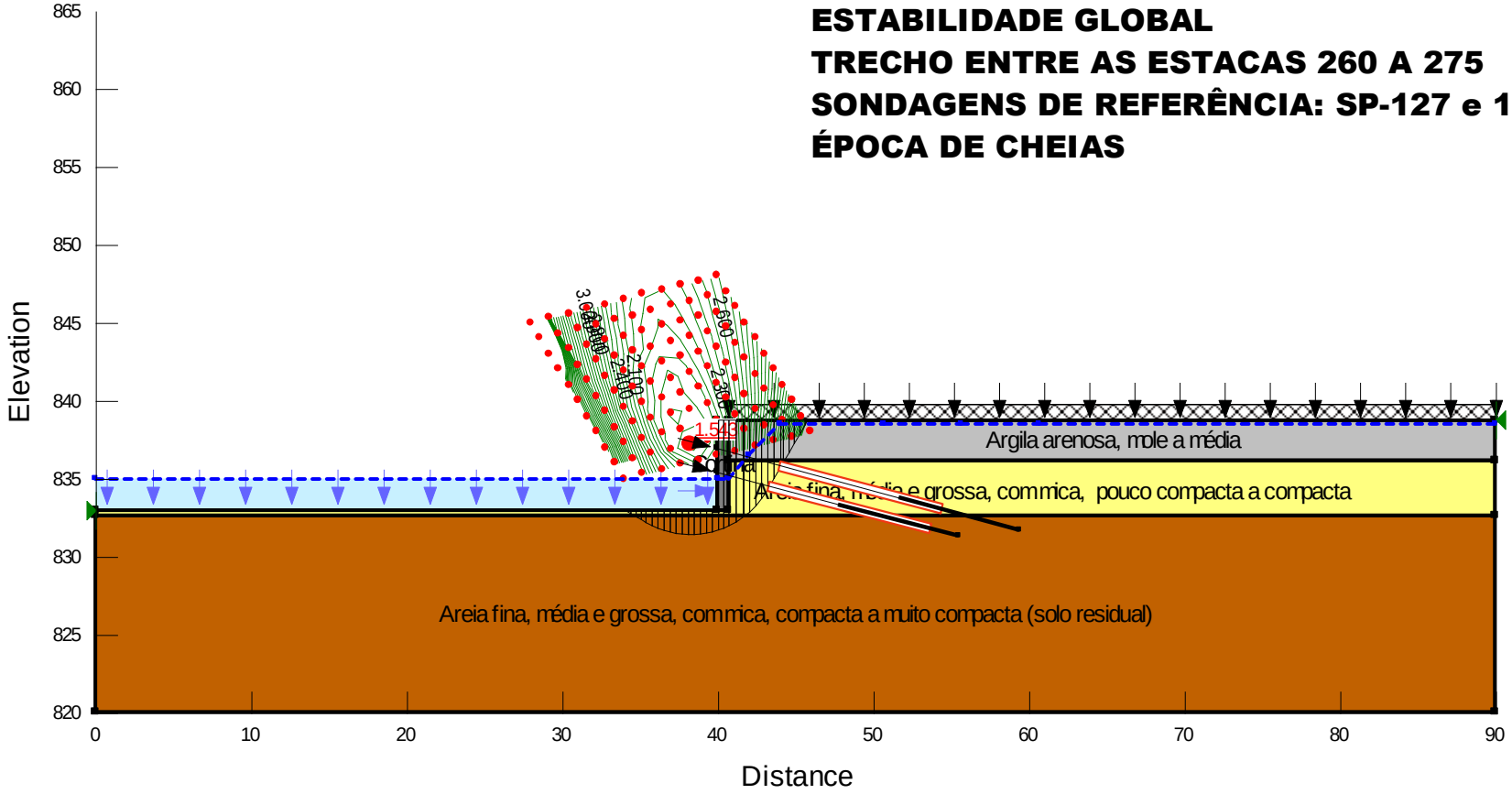


FIGURA 2 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE CHEIAS

CSE Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.
Rua México, 31 - Sala 1401 - Centro - CEP 20031-144 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (21) 2240-6758 / Fax.: (21) 2544-8662
E-mail: cse@csengenharia.com.br

RIO BENGALAS - CORTINA ATIRANTADA
ESTABILIDADE GLOBAL
TRECHO ENTRE AS ESTACAS 260 A 275
SONDAGENS DE REFERÊNCIA: SP-127 e 129
ÉPOCA DE ESTIAGEM

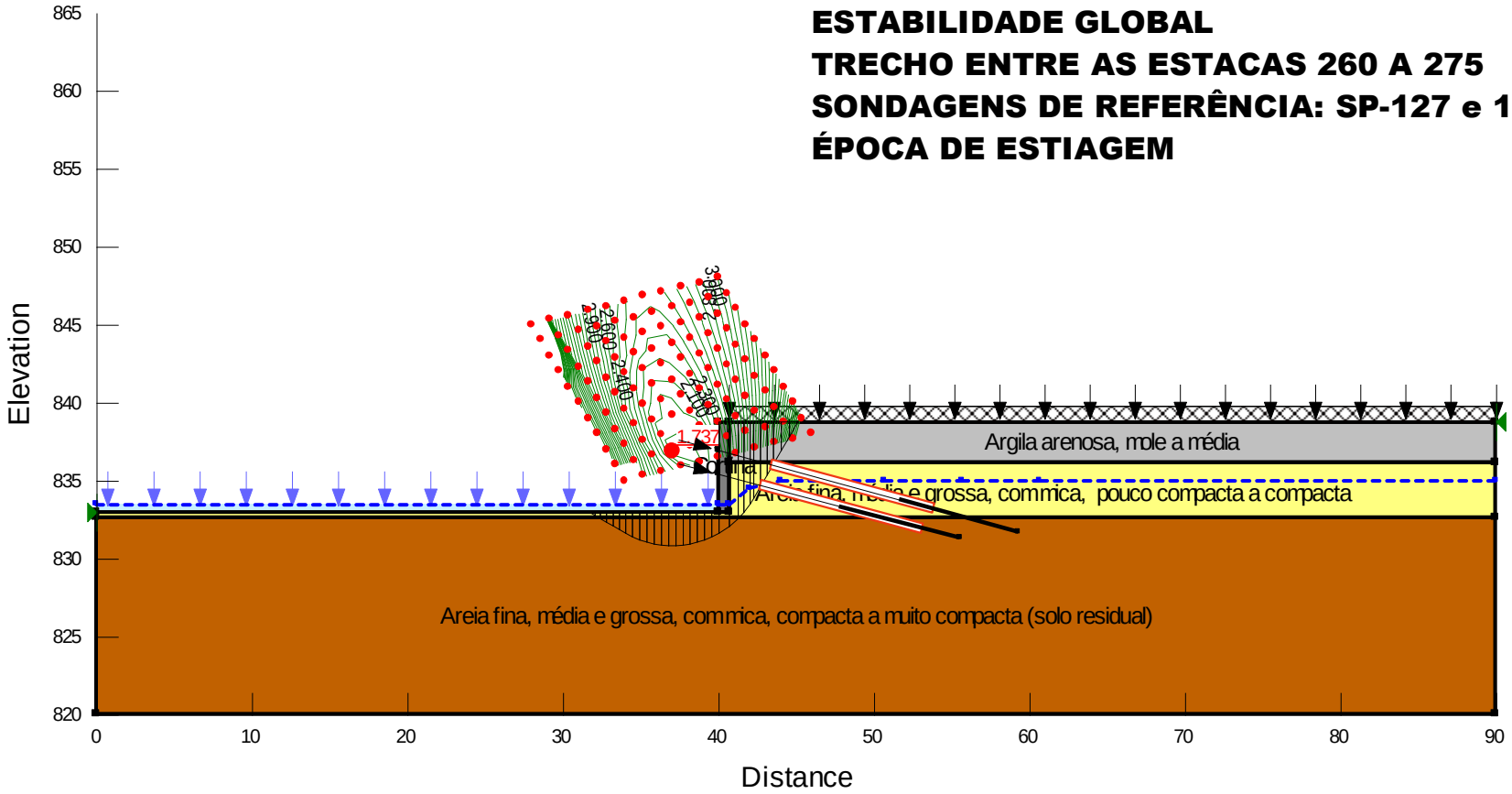


FIGURA 3 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ÉPOCA DE ESTIAGEM

O Quadro 1 a seguir apresenta o resumo dos resultados obtidos nas análises empreendidas. Constata-se que os fatores de segurança obtidos atendem aos critérios adotados.

QUADRO 1

RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

CASO	FATOR DE SEGURANÇA
Época de cheia	1,543
Época de estiagem	1,737

A estabilidade interna da cortina foi verificada pela Garambone Projetos e Consultoria Ltda.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises aqui efetuadas demonstraram que o trecho contido entre as estacas 260 a 275 apresenta adequadas condições de estabilidade global considerando a execução de cortina atirantada com 5,80 m de altura, tendo em vista que as verificações para o perfil geotécnico com condições mais desfavoráveis resultaram em fatores de segurança compatíveis com as situações de projeto.

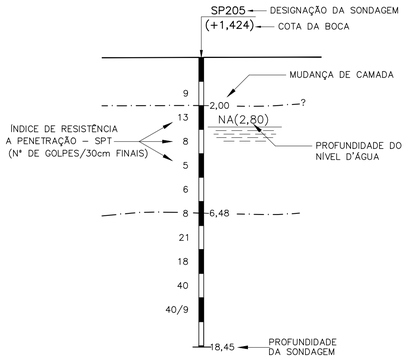
Vale ressaltar que a instalação de um eficiente sistema de drenagem é condição para a segurança da estrutura.

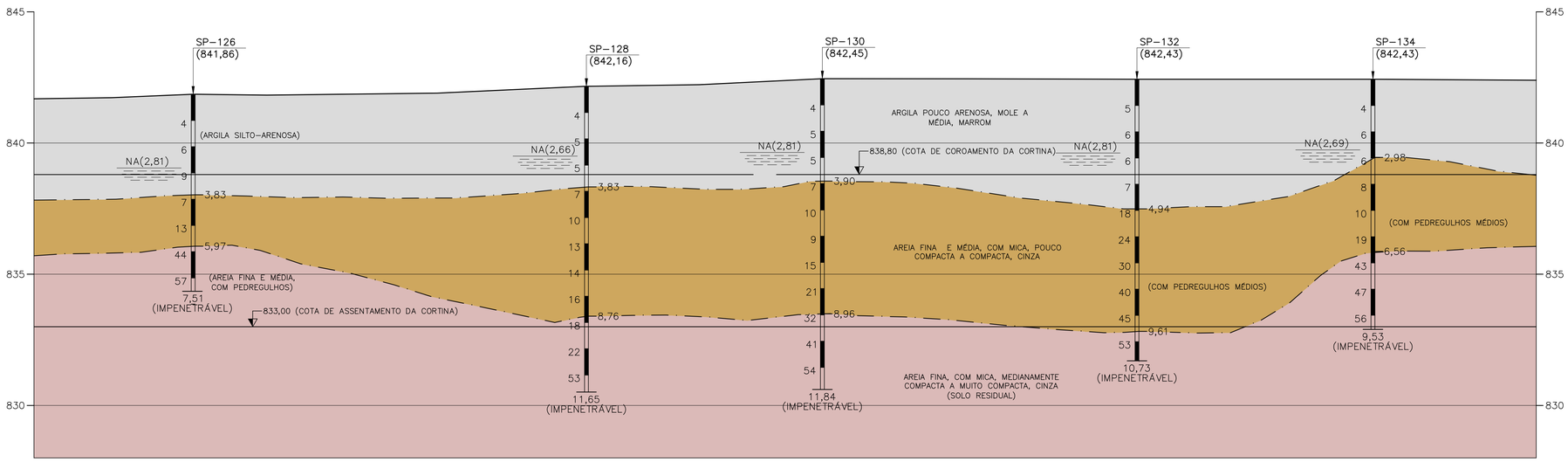
ANEXO

CONVENÇÕES GEOLÓGICO–GEOTÉCNICAS

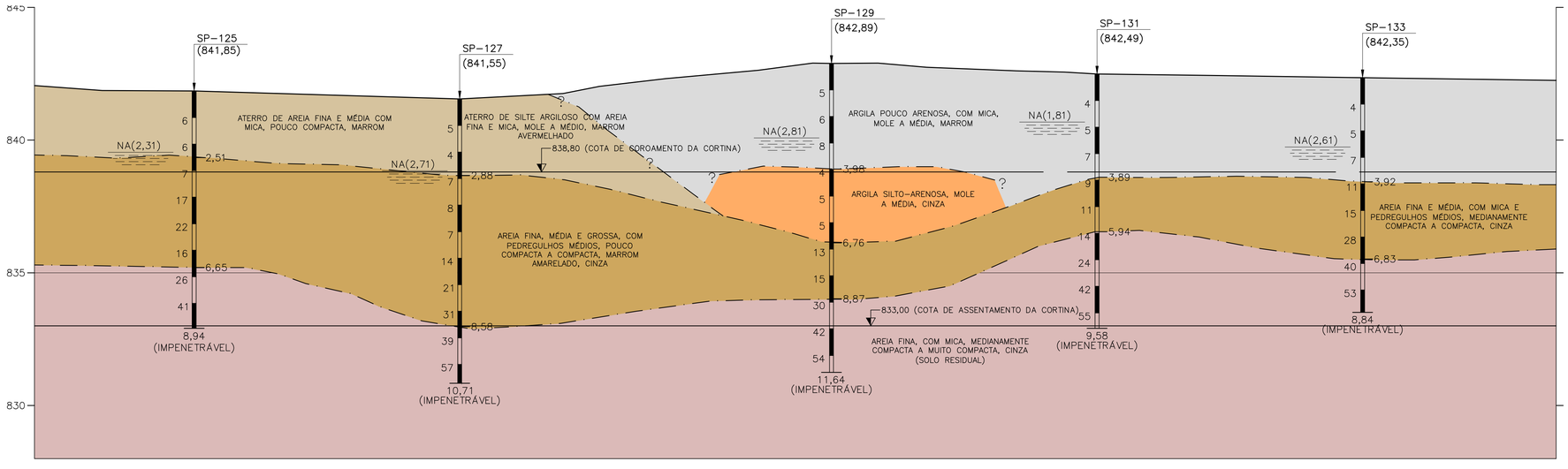
CONTATO LITOLÓGICO E/OU ENTRE MATERIAIS

CONTATO LITOLÓGICO INFERIDO





MARGEM DIREITA
ESC. V=1:100
H=1:500



MARGEM ESQUERDA
ESC. V=1:100
H=1:500

NOTAS:

1 – DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E COORDENADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA:

BOLETINS DE SONDAGEM – E99 A E272 (RIO BENGALAS)

2 0 2 4 6 8(m)
ESCALA ORIGINAL 1:100

10 0 10 20 30 40(m)
ESCALA ORIGINAL 1:500

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	VERIF.	APROV.
0	17/12/13	EMISSÃO INICIAL	YSM	NAFL

EMISSÃO		
DES.	CMS	17/12/13
PROJ.	YSM	17/12/13
VERIF.	YSM	17/12/13
APROV.	NAFL	17/12/13
ESCALAS	INDICADAS	

CLIENTE

OBRA
RIO BENGALAS

EMITENTE
CSE CONSULTORIA E ENGENHARIA

TÍTULO
PERFIL GEOLÓGICO–GEOTÉCNICO
ENTRE AS ESTACAS 260 A 272

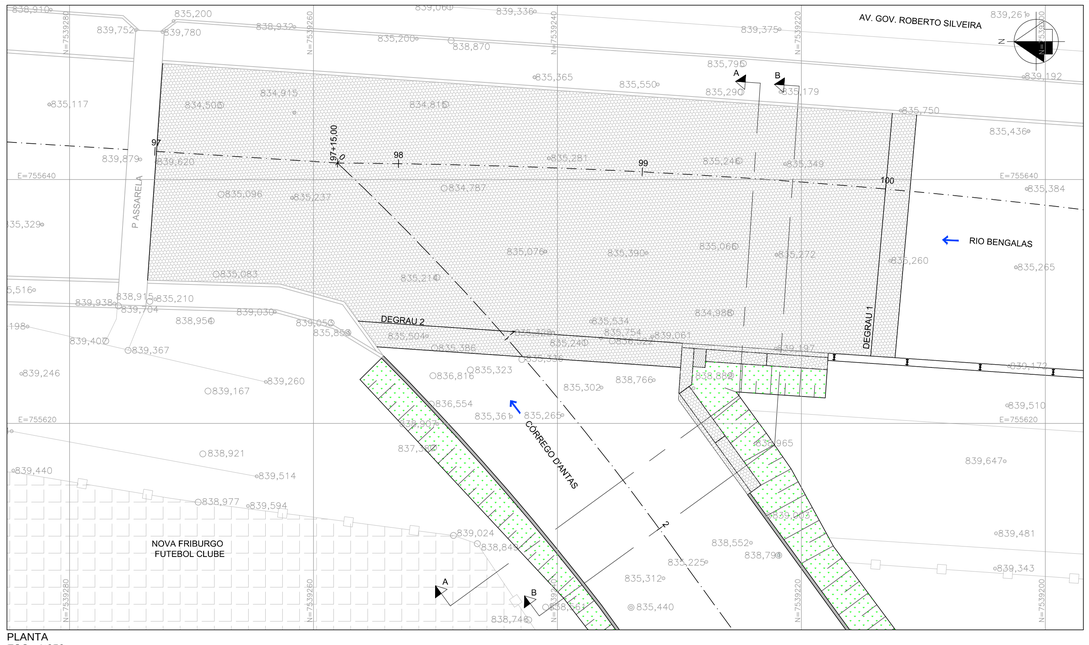
Nº EMITENTE
CSE-013-BEN-GT-009-DE

Nº CLIENTE

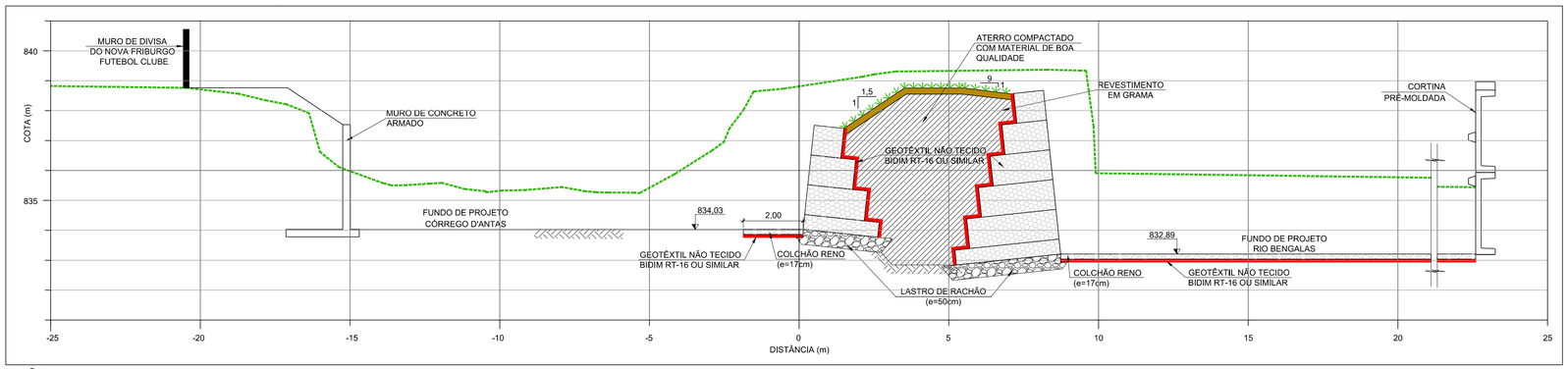
REVISÃO
0

ANEXO 2

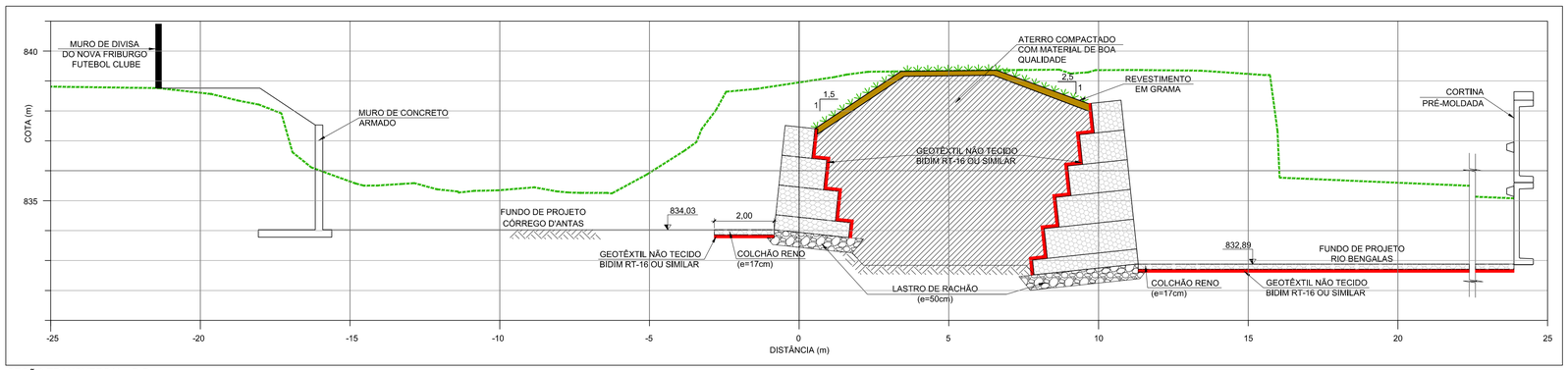
PROJETO GEOTÉCNICO E ESTRUTURAL



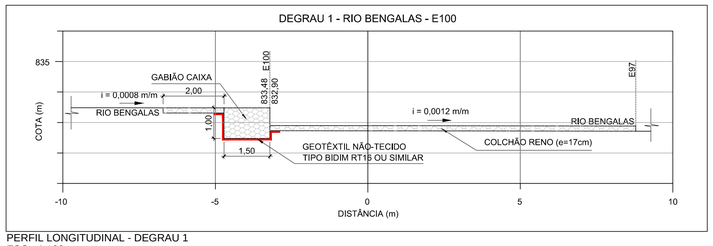
PLANTA
ESC - 1:250



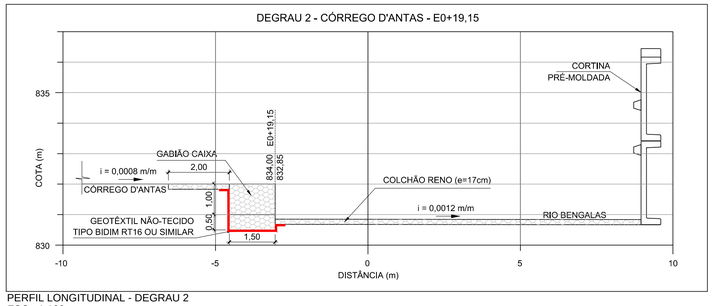
SEÇÃO TRANSVERSAL - A-A
ESC - 1:100



SEÇÃO TRANSVERSAL - B-B
ESC - 1:100



PERFIL LONGITUDINAL - DEGRAU 1
ESC - 1:100



PERFIL LONGITUDINAL - DEGRAU 2
ESC - 1:100

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



FOZ DO CÓRREGO D'ANTAS

LEGENDA

- ESTAQUEAMENTO
- SENTIDO DE ESCOAMENTO
- CALHA DO CÓRREGO D'ANTAS
- EDIFICAÇÕES
- REVESTIMENTO EM GRAMA
- ENROCAMENTO
- GABIÃO CAIXA
- MURO DE FLEXÃO EM CONCRETO ARMADO
- CORTINA COM PLACAS PRÉ-MOLDADAS
- PERFIL METÁLICO
- TERRENO NATURAL

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO;

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FCD-0-ECO-G-001_007-DE - PROJETO GEOMÉTRICO DO CÓRREGO D'ANTAS
2 - INE06-CD-TP-PE-DE-001_005-R1 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CÓRREGO D'ANTAS

R1	B	10/03/15			Revisão da altura do gabião no Rio Bengalas
inicial	B	15/07/14			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO					
	A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado	
	B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído		

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

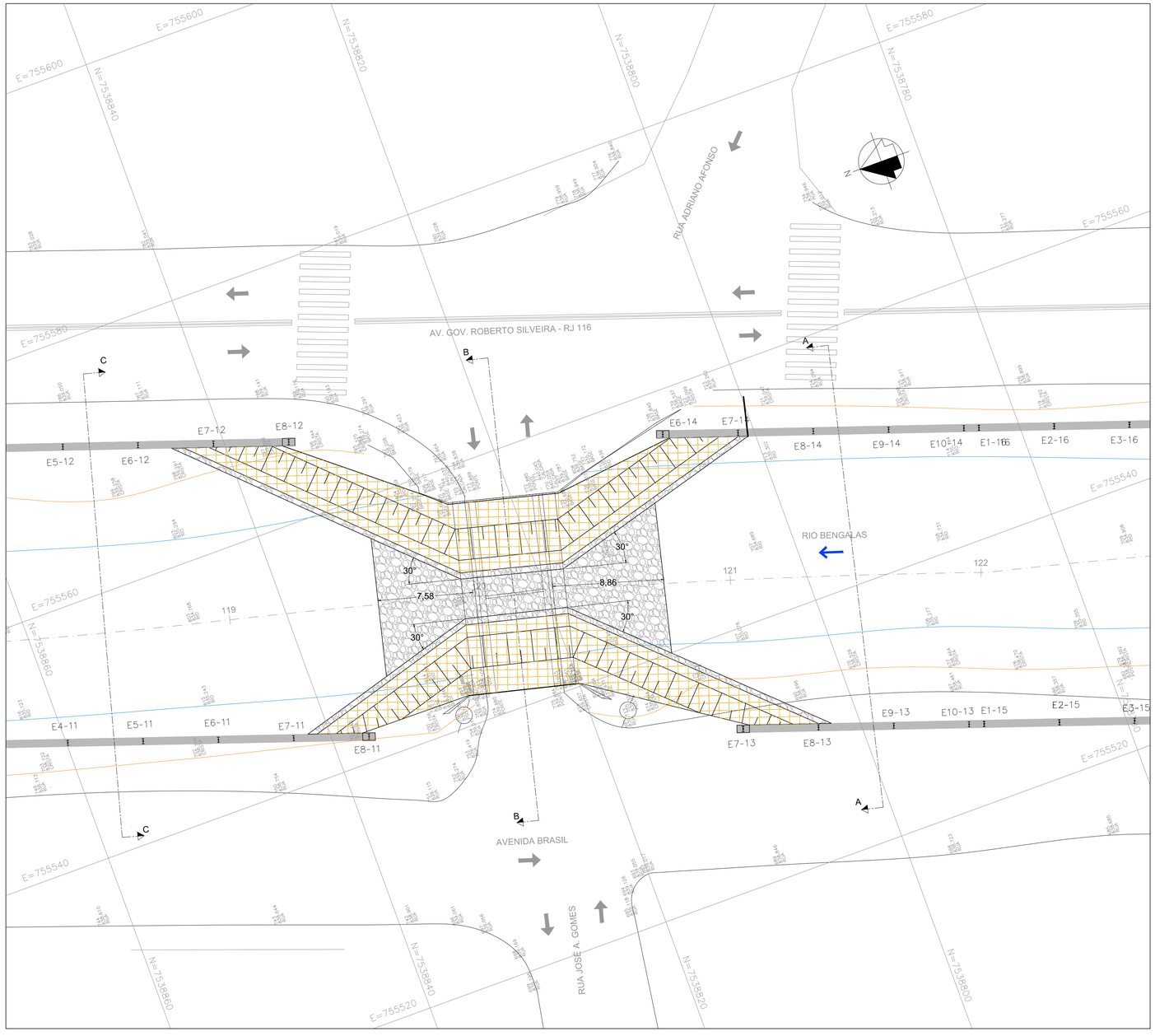
APROVAÇÃO DO INEA

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

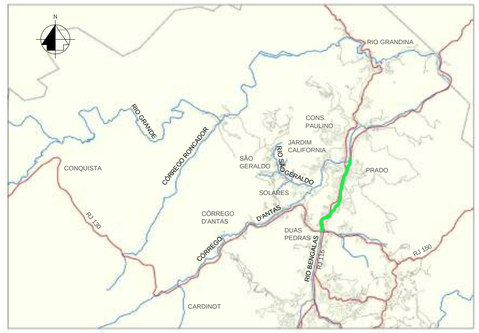
Ecologus Engenharia Consultiva

Projeto	PROJETO GEOTÉCNICO PROJETO DE ADEQUAÇÃO DA NOVA FOZ DO CÓRREGO D'ANTAS PLANTA E SEÇÕES		
Responsável pelo projeto	VICTOR CAMPOS DO REGO	CREA 1996121459	Visto
Número do INEA	DRM-BH00-PNF-FCD-1-ECO-G-017-DE	Data 15/07/2014	Prancha 01/01
Número do Projeto	INE06-CD-PG-PE-DE-020-R0	Escala INDICADA	

DRM-BH00-PNF-FCD-1-ECO-G-017-DE-R0

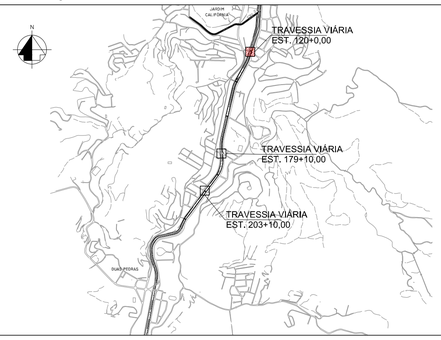


MAPA DE LOCALIZAÇÃO



RIO BENGALAS

ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS



LEGENDA

- ESTAQUEAMENTO
- SENTIDO DE ESCOAMENTO
- CALHA NATURAL DO RIO
- CRISTA DO TALUDE
- LIMITE DE RUA
- SENTIDO DE FLUXO DO TRÂNSITO
- PROTEÇÃO COM SACOS DE AREIA
- ENROCAMENTO DE PEDRA
- PERFIL METÁLICO DA CORTINA

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO.
2 - ESTA PROTEÇÃO PROVISÓRIA, DEVE SER EXECUTADA DURANTE OS SERVIÇOS DE DRAGAGEM COM A FINALIDADE DE PROTEGER AS FUNDAÇÕES DA TRAVESSIA VIÁRIA CONTRA A EROSÃO CAUSADA PELO AUMENTO DA VELOCIDADE DECORRENTE DA NOVA CALHA, PERMITINDO A EXECUÇÃO DA DRAGAGEM NA COTA DE FUNDO DE PROJETO.
3 - PARA DETALHE DA PROTEÇÃO VER DESENHO: DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-038-DE - PROJETO DE PROTEÇÃO PROVISÓRIA DA TRAVESSIA E120+0,00 - SEÇÕES E DETALHES.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-B-001_003-DE - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO RIO BENGALAS.

inicial	A	10/06/14			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO				
A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado
B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído	

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

APROVAÇÃO DO INEA

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

Ecologus Engenharia Consultiva

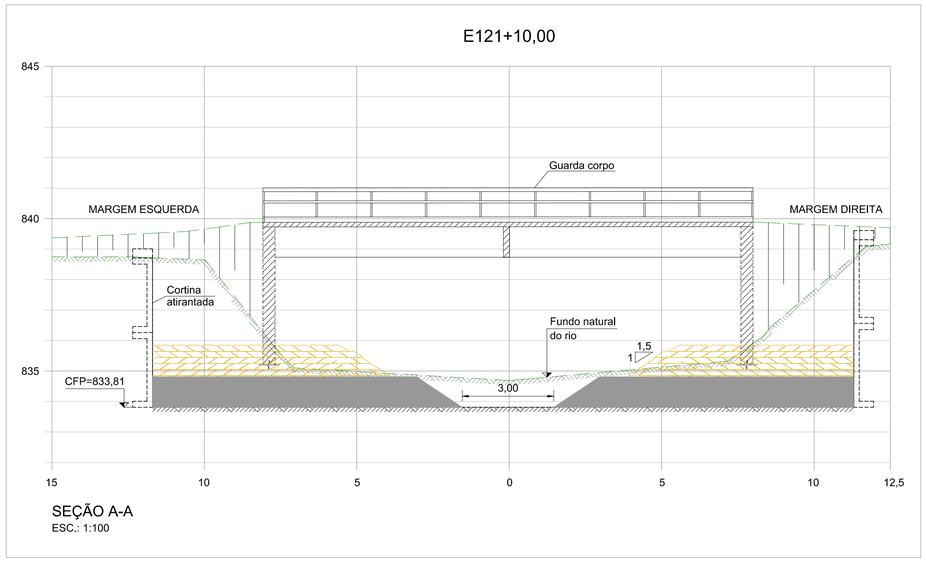
Projeto: PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA
TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E120+0,00
PLANTA

Responsável pelo projeto: VICTOR CAMPOS DO REGO
CREA: 1996121459
Visto:

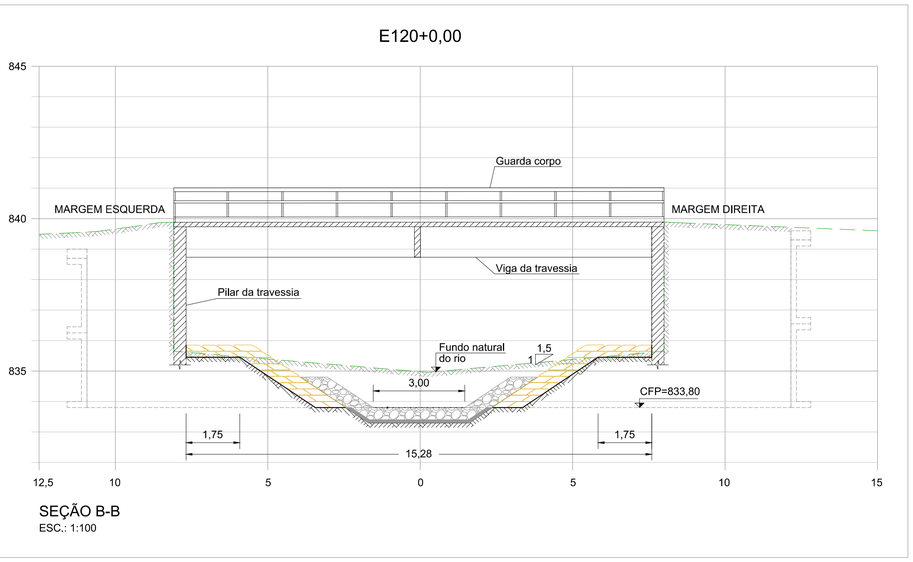
Número do INEA: DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-037-DE
Data: 10/06/2014
Prancha: 01/01

Número do Projeto: INE06-RB-GT-PE-DE-001-R0
Escala: 1:200

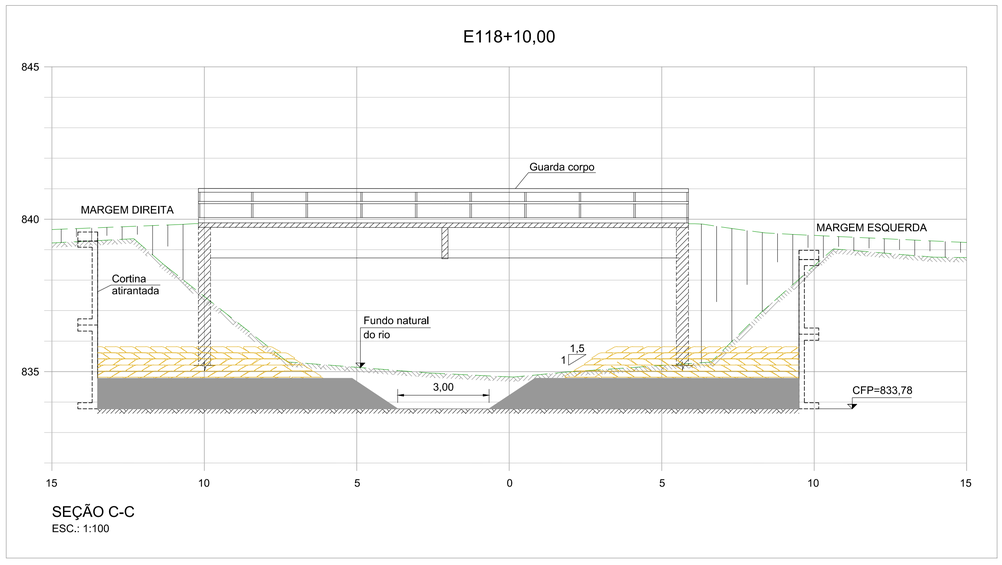
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-037_042-DE



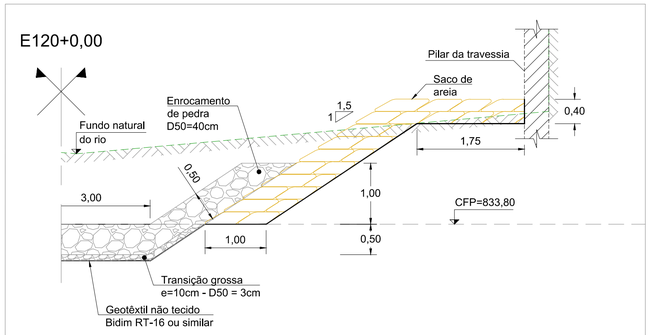
SEÇÃO A-A
ESC.: 1:100



SEÇÃO B-B
ESC.: 1:100

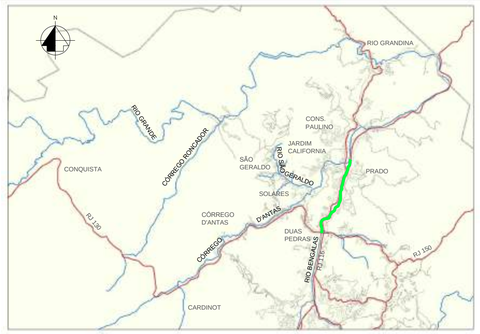


SEÇÃO C-C
ESC.: 1:100



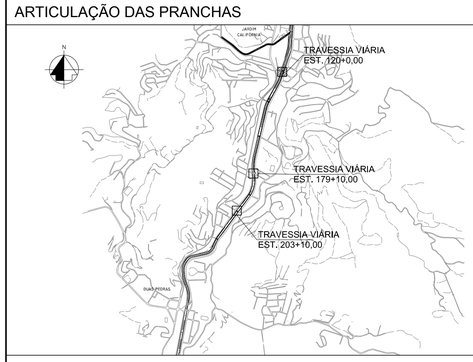
DETALHE DA PROTEÇÃO
ESC.: 1:50

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



RIO BENGALAS

ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS



LEGENDA

FUNDO NATURAL DO RIO

CFP - COTA DE FUNDO DO PROJETO

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO.
2 - A PROTEÇÃO SERÁ FEITA COM SACOS DE ANIAGEM (0,80m X 0,40m) OU DE GEOSSINTÉTICOS PREENCHIDOS COM AREIA, E DEVEM APRESENTAR ESPESSURA MÁXIMA, APÓS A COMPACTAÇÃO, DE ATÉ 0,15m, EXECUTANDO-SE EM CAMADA DUPLA DE SACOS COM POSICIONAMENTO DEFASADO PARA AMARRAÇÃO.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-B-001_003-DE - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO RIO BENGALAS..
2 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-037-DE - PROJETO DE PROTEÇÃO PROVISÓRIA DA TRAVESSIA E120+0,00 - PLANTA.

inicial	A	10/06/14			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO				
	A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado
	B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído	

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

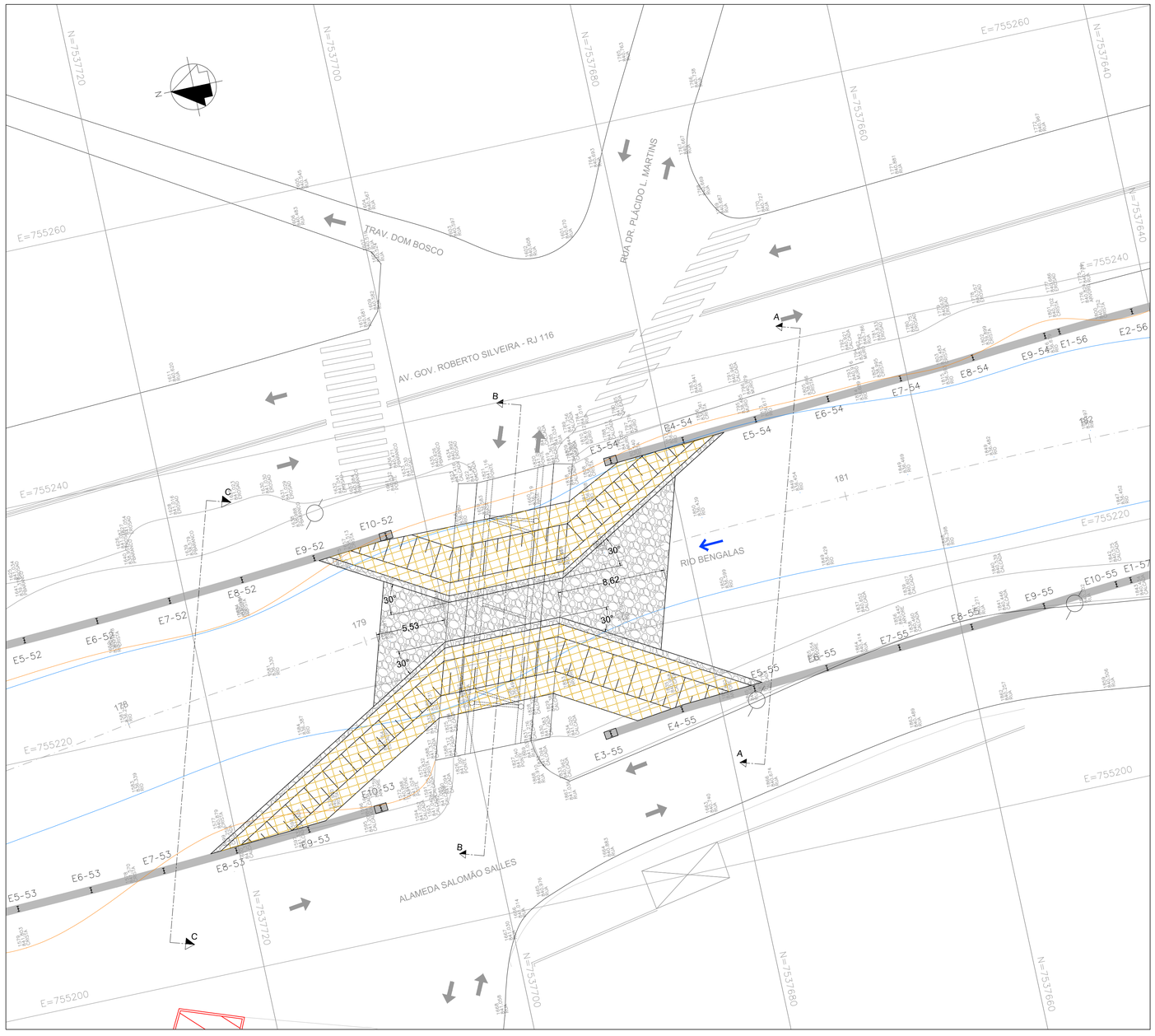
APROVAÇÃO DO INEA

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

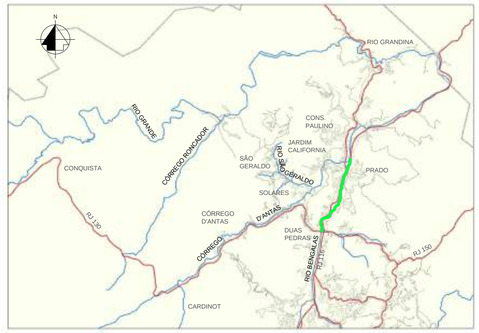
Ecologus
Engenharia Consultiva

Projeto	PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E120+0,00 SEÇÕES E DETALHES		
Responsável pelo projeto	VICTOR CAMPOS DO REGO	CREA 1996121459	Visto
Número do INEA	DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-038-DE	Data 10/06/2014	Prancha 01/01
Número do Projeto	INE06-RB-GT-PE-DE-002-R0	Escala INDICADA	

DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-037_042-DE

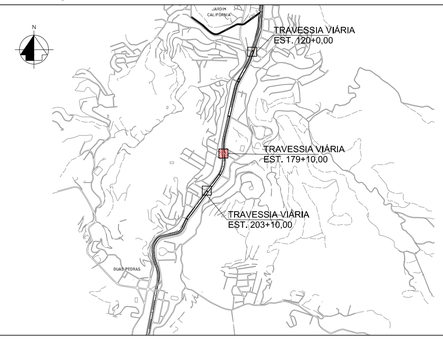


MAPA DE LOCALIZAÇÃO



RIO BENGALAS

ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS



LEGENDA

- ESTAQUEAMENTO
- SENTIDO DE ESCOAMENTO
- CALHA NATURAL DO RIO
- CRISTA DO TALUDE
- LIMITE DE RUA
- SENTIDO DE FLUXO DO TRÂNSITO
- PROTEÇÃO COM SACOS DE AREIA
- ENROCAMENTO DE PEDRA
- E8-13 PERFIL METÁLICO DA CORTINA

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO.
2 - ESTA PROTEÇÃO PROVISÓRIA, DEVE SER EXECUTADA DURANTE OS SERVIÇOS DE DRAGAGEM COM A FINALIDADE DE PROTEGER AS FUNDAÇÕES DA TRAVESSIA VIÁRIA CONTRA A EROSÃO CAUSADA PELO AUMENTO DA VELOCIDADE DECORRENTE DA NOVA CALHA, PERMITINDO A EXECUÇÃO DA DRAGAGEM NA COTA DE FUNDO DE PROJETO.
3 - PARA DETALHE DA PROTEÇÃO VER DESENHO: DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-040-DE - PROJETO DE PROTEÇÃO PROVISÓRIA DA TRAVESSIA E179+10,00 - SEÇÕES E DETALHES.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-B-001_003-DE - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO RIO BENGALAS.

inicial	A	10/06/14			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO				
A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado	
B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído		

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

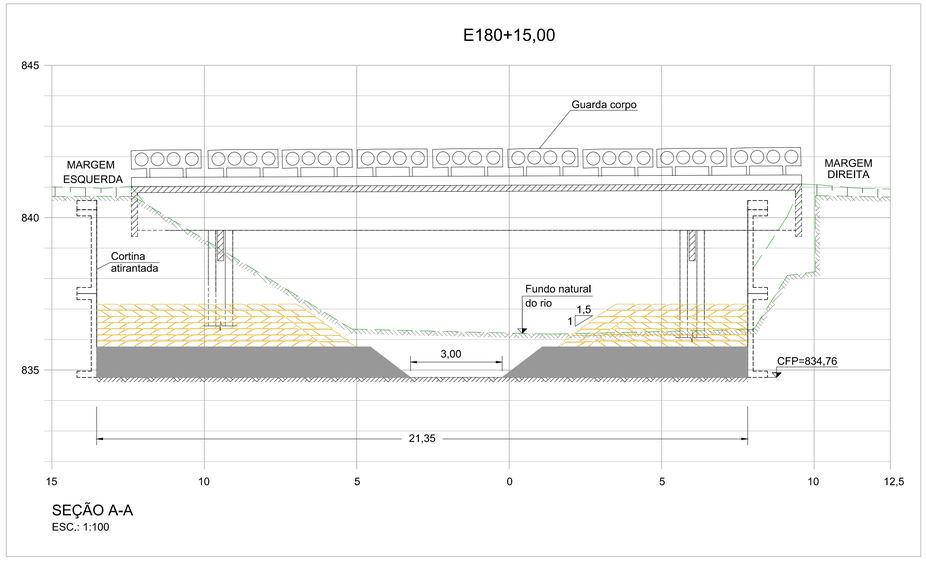
APROVAÇÃO DO INEA

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

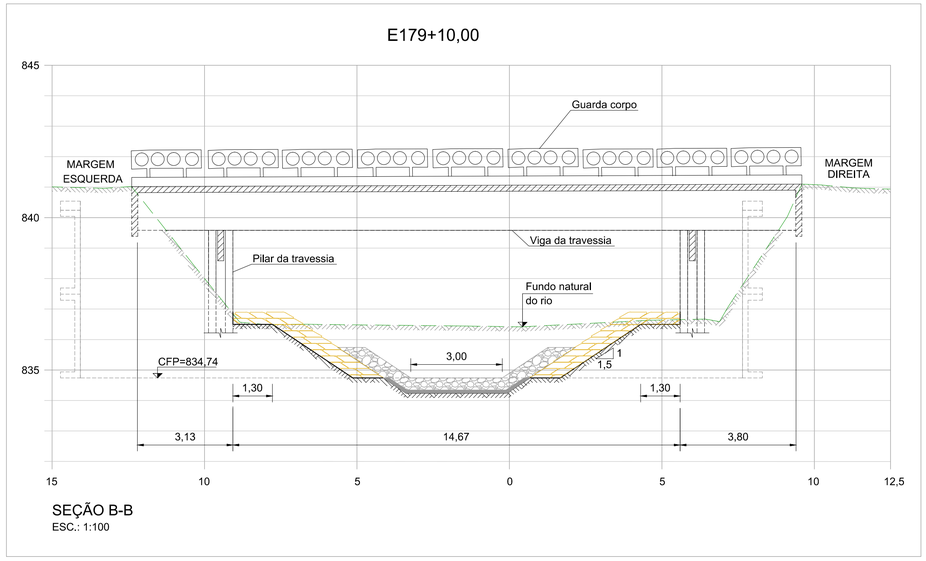
Ecologus Engenharia Consultiva

Projeto	PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E179+10,00 PLANTA		
Responsável pelo projeto	CREA	Visto	
VICTOR CAMPOS DO REGO	1996121459		
Número do INEA	Data	Prancha	
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-039-DE	10/06/2014	01/01	
Número do Projeto	Escala		
INE06-RB-GT-PE-DE-003-R0	1:200		

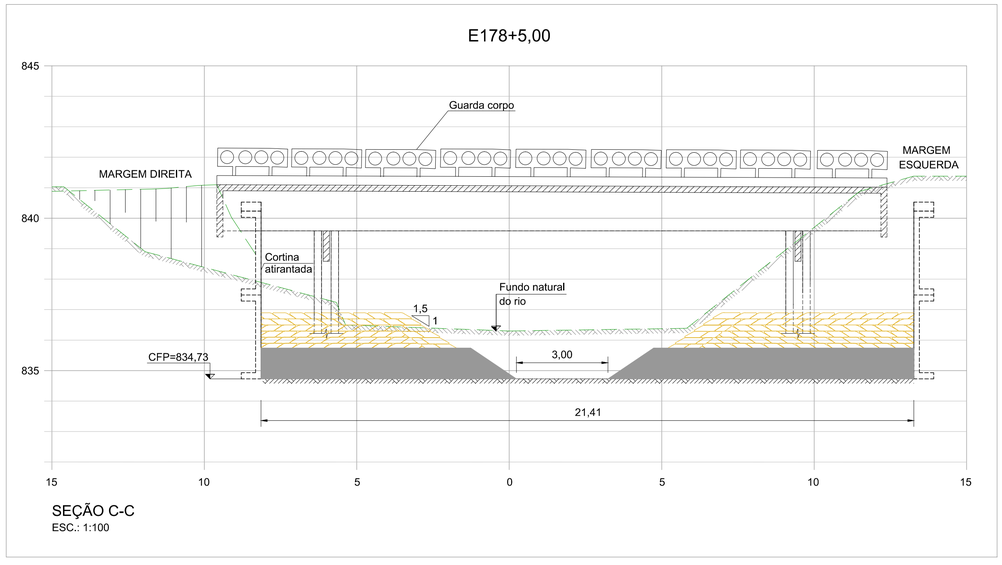
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-037_042-DE



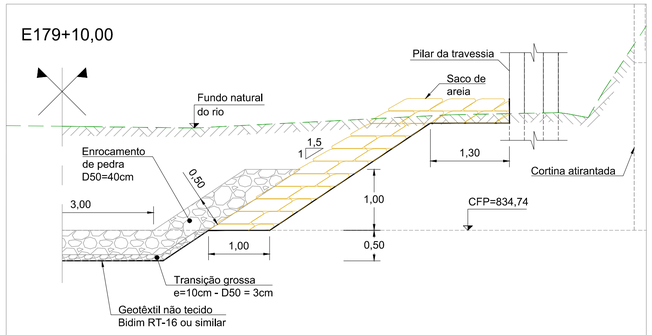
SEÇÃO A-A
ESC.: 1:100



SEÇÃO B-B
ESC.: 1:100

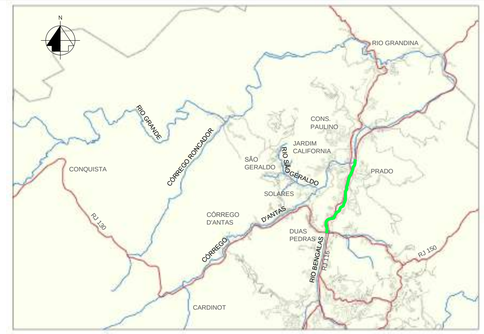


SEÇÃO C-C
ESC.: 1:100



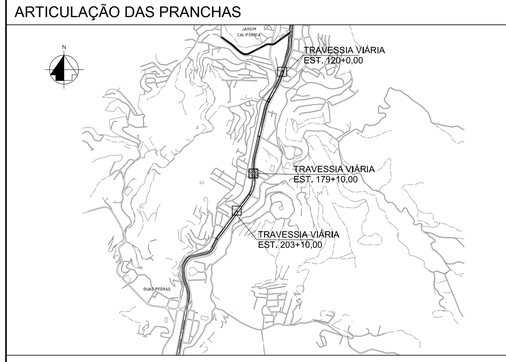
DETALHE DA PROTEÇÃO
ESC.: 1:50

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



RIO BENGALAS

ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS



LEGENDA

FUNDO NATURAL DO RIO

CFP - COTA DE FUNDO DO PROJETO

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO.
2 - A PROTEÇÃO SERÁ FEITA COM SACOS DE ANIAGEM (0,80m X 0,40m) OU DE GEOSSINTÉTICOS PREENCHIDOS COM AREIA, E DEVEM APRESENTAR ESPESSURA MÁXIMA, APÓS A COMPACTAÇÃO, DE ATÉ 0,15m, EXECUTANDO-SE EM CAMADA DUPLA DE SACOS COM POSICIONAMENTO DEFASADO PARA AMARRAÇÃO.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-B-001_003-DE - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO RIO BENGALAS..
2 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-039-DE - PROJETO DE PROTEÇÃO PROVISÓRIA DA TRAVESSIA E179+10,00 - PLANTA.

inicial	A	10/06/14			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO				
	A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado
	B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído	

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

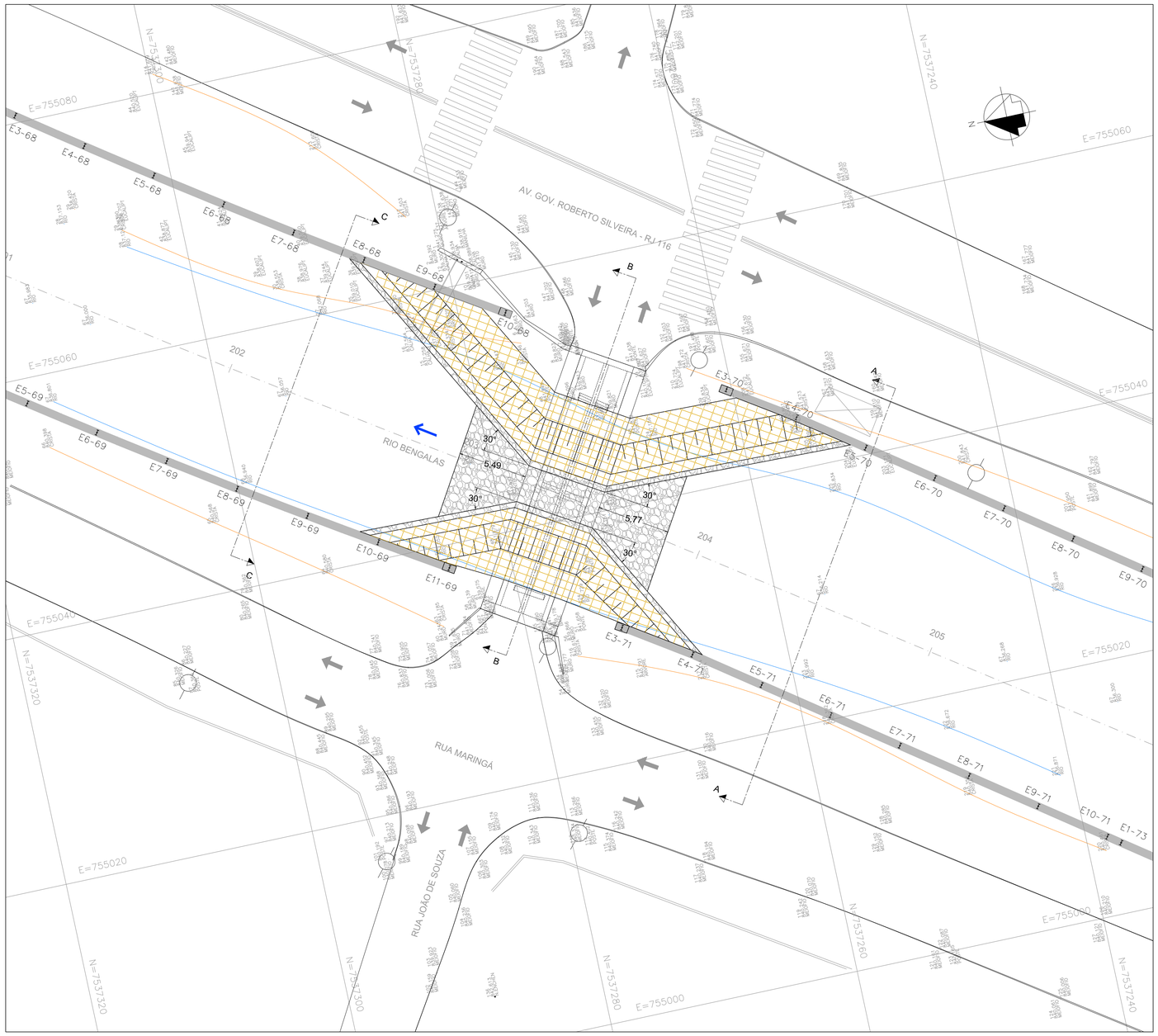
APROVAÇÃO DO INEA

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

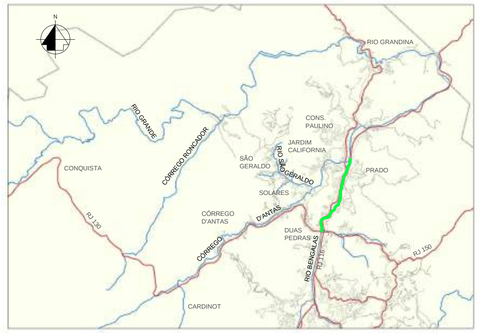
Ecologus Engenharia Consultiva

Projeto: PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E179+10,00 SEÇÕES E DETALHES			
Responsável pelo projeto: VICTOR CAMPOS DO REGO	CREA: 1996121459	Visto:	
Número do INEA: DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-040-DE		Data: 10/06/2014	Prancha: 01/01
Número do Projeto: INE06-RB-GT-PE-DE-004-R0		Escala: INDICADA	

DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-037_042-DE

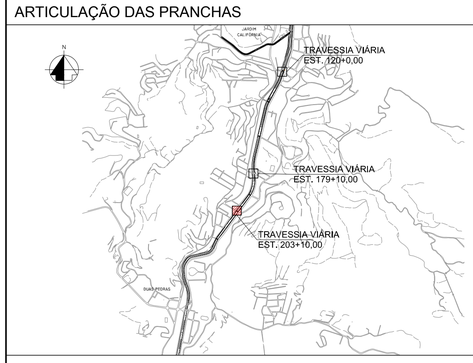


MAPA DE LOCALIZAÇÃO



RIO BENGALAS

ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS



LEGENDA

- ESTAQUEAMENTO
- SENTIDO DE ESCOAMENTO
- CALHA NATURAL DO RIO
- CRISTA DO TALUDE
- LIMITE DE RUA
- SENTIDO DE FLUXO DO TRÂNSITO
- PROTEÇÃO COM SACOS DE AREIA
- ENROCAMENTO DE PEDRA
- PERFIL METÁLICO DA CORTINA

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO.
2 - ESTA PROTEÇÃO PROVISÓRIA, DEVE SER EXECUTADA DURANTE OS SERVIÇOS DE DRAGAGEM COM A FINALIDADE DE PROTEGER AS FUNDAÇÕES DA TRAVESSIA VIÁRIA CONTRA A EROSÃO CAUSADA PELO AUMENTO DA VELOCIDADE DECORRENTE DA NOVA CALHA, PERMITINDO A EXECUÇÃO DA DRAGAGEM NA COTA DE FUNDO DE PROJETO.
3 - PARA DETALHE DA PROTEÇÃO VER DESENHO: DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-042-DE - PROJETO DE PROTEÇÃO PROVISÓRIA DA TRAVESSIA E203+10,00 - SEÇÕES E DETALHES.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-B-001_003-DE - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO RIO BENGALAS.

inicial	A	10/06/14			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO				
	A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado
	B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído	

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

APROVAÇÃO DO INEA

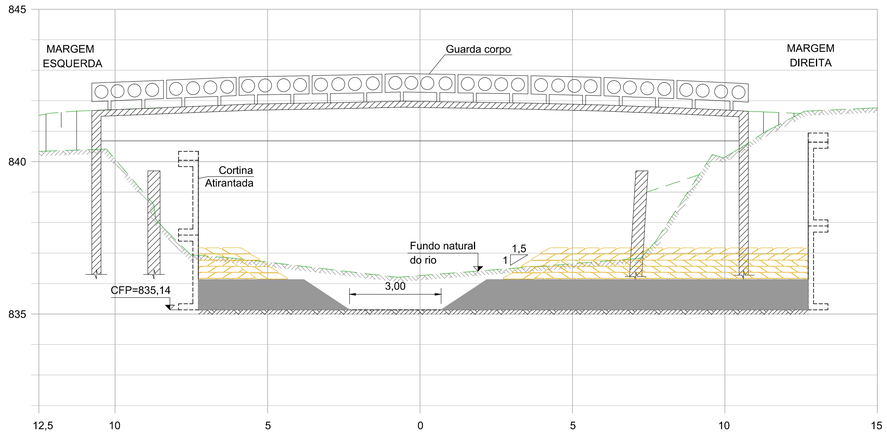
PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

Ecologus
Engenharia Consultiva

Projeto: PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E203+10,00 PLANTA			
Responsável pelo projeto: VICTOR CAMPOS DO REGO	CREA: 1996121459	Visto:	
Número do INEA: DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-041-DE		Data: 10/06/2014	Prancha: 01/01
Número do Projeto: INE06-RB-GT-PE-DE-005-R0		Escala: 1:200	

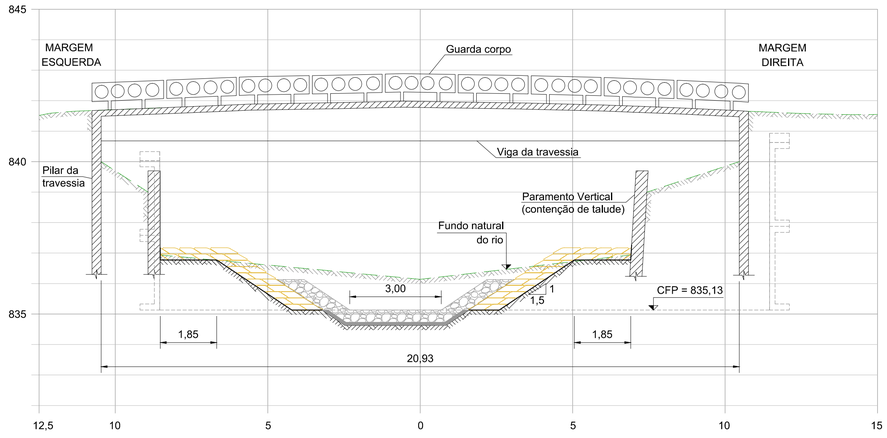
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-037_042-DE

E204+10,00



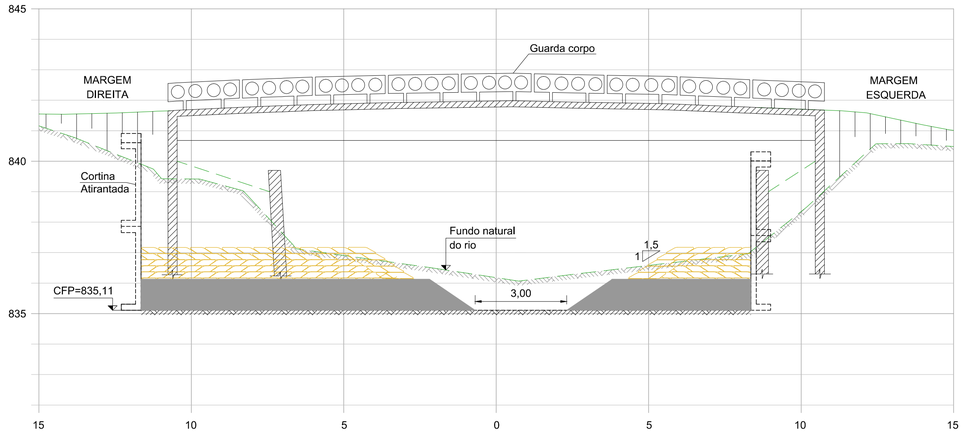
SEÇÃO A-A
ESC.: 1:100

E1=203+10,00



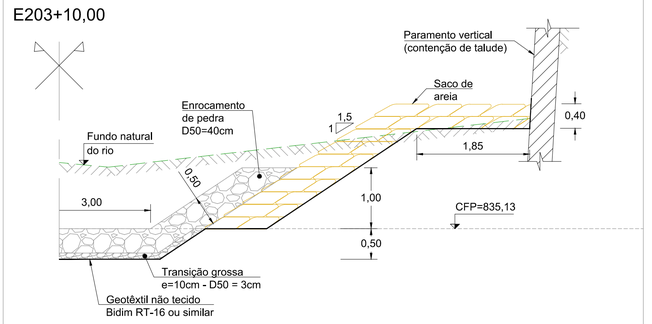
SEÇÃO B-B
ESC.: 1:100

E202+5,00



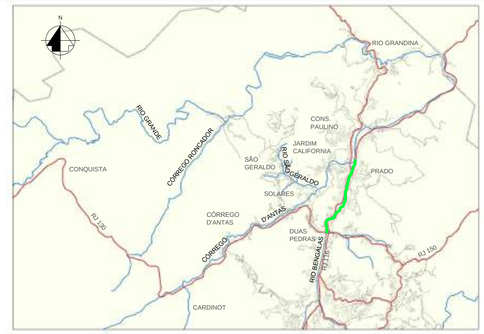
SEÇÃO C-C
ESC.: 1:100

E203+10,00



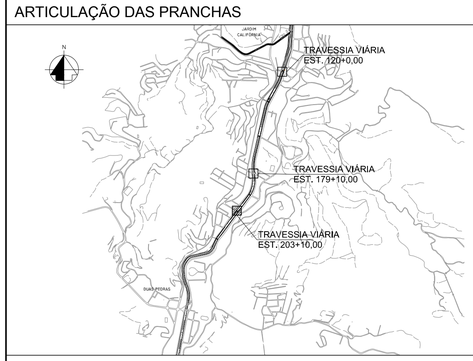
DETALHE DA PROTEÇÃO
ESC.: 1:50

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



RIO BENGALAS

ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS



LEGENDA

FUNDO NATURAL DO RIO

CFP - COTA DE FUNDO DO PROJETO

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO.
2 - A PROTEÇÃO SERÁ FEITA COM SACOS DE ANIAGEM (0,80m X 0,40m) OU DE GEOSSINTÉTICOS PREENCHIDOS COM AREIA, E DEVEM APRESENTAR ESPESSURA MÁXIMA, APÓS A COMPACTAÇÃO, DE ATÉ 0,15m, EXECUTANDO-SE EM CAMADA DUPLA DE SACOS COM POSICIONAMENTO DEFASADO PARA AMARRAÇÃO.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-B-001_003-DE - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO RIO BENGALAS..
2 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-041-DE - PROJETO DE PROTEÇÃO PROVISÓRIA DA TRAVESSIA E203+10,00 - PLANTA.

inicial	A	10/06/14			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO				
	A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado
	B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído	

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

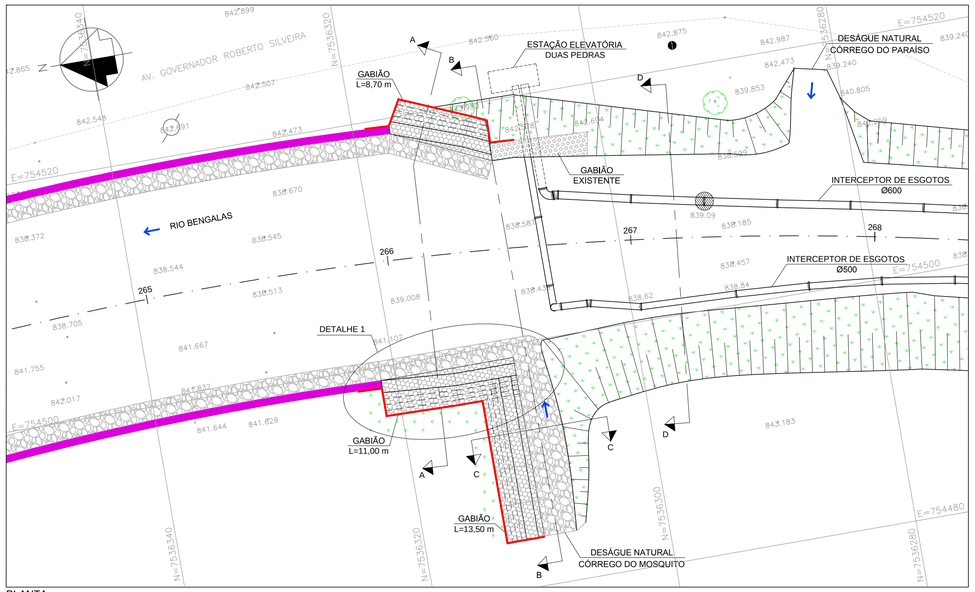
APROVAÇÃO DO INEA

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

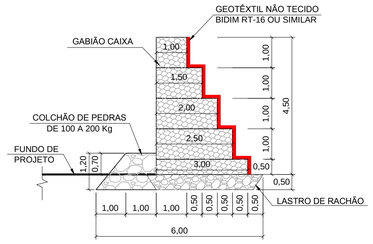
Ecologus
Engenharia Consultiva

Projeto	PROJETO GEOTÉCNICO - PROTEÇÃO PROVISÓRIA TRAVESSIAS VIÁRIAS - RIO BENGALAS - E203+10,00 SEÇÕES E DETALHES		
Responsável pelo projeto	VICTOR CAMPOS DO REGO	CREA 1996121459	Visto
Número do INEA	DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-042-DE	Data 10/06/2014	Prancha 01/01
Número do Projeto	INE06-RB-GT-PE-DE-006-R0	Escala INDICADA	

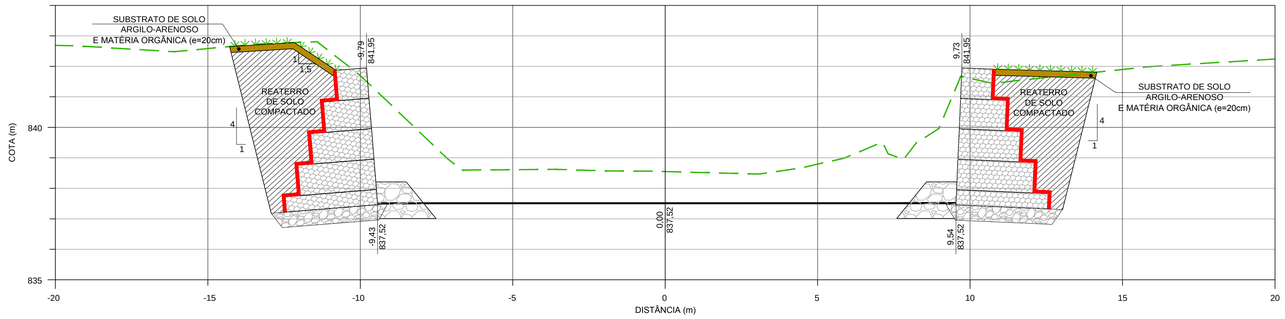
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-037_042-DE



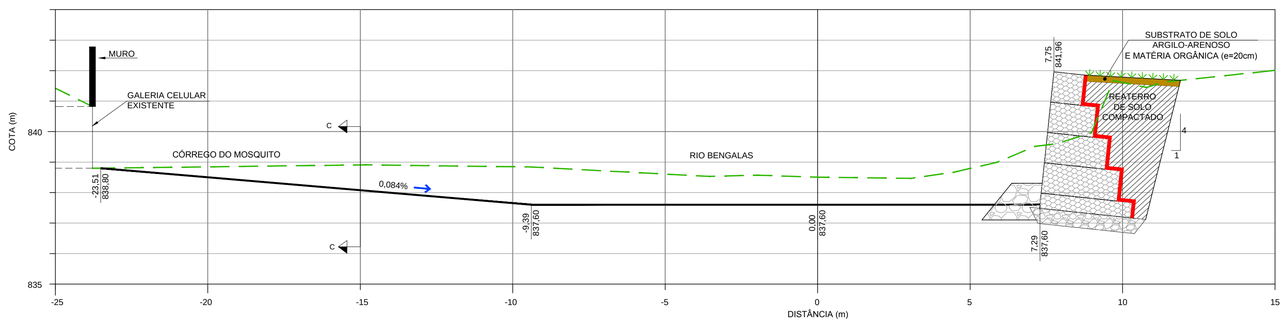
PLANTA
ESC - 1:250



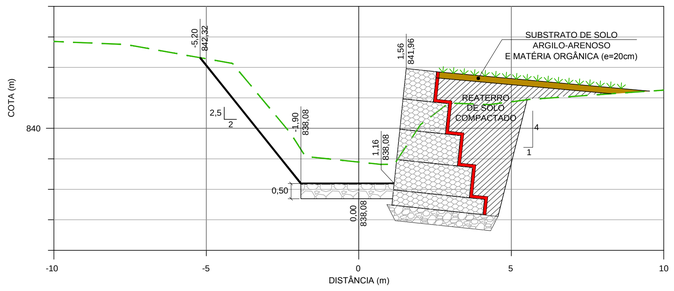
DETALHE DO GABIÃO



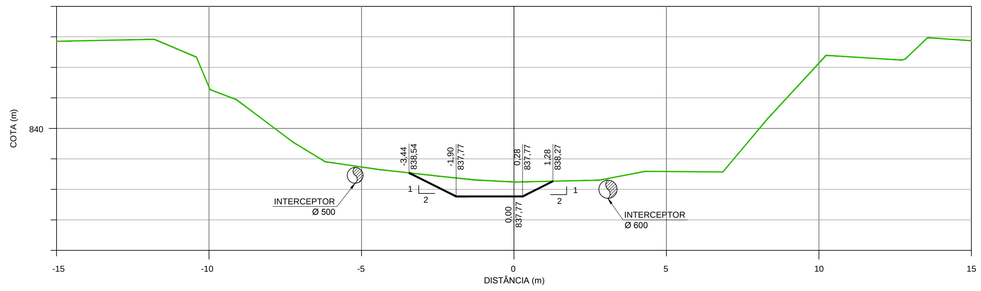
CORTE AA - ESTACA 266 + 3,00
ESC - 1:100



CORTE BB - ESTACA 266 + 9,90
ESC - 1:100



CORTE CC - 15,00m DO ESTAQUEAMENTO DO RIO BENGALAS
ESC - 1:100



CORTE DD - ESTACA 267 + 3,70
ESC - 1:100

LEGENDA

- ESTAQUEAMENTO
- SENTIDO DE ESCOAMENTO
- CORTINA ATIRANTADA
- REVESTIMENTO EM GRAMA
- ENROCAMENTO
- GABIÃO CAIXA
- FUNDO DE PROJETO
- TERRENO NATURAL
- POSTE - REDE 69KVA

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO.
2 - DEVIDO A PROXIMIDADE DO INTERCEPTOR DE ESGOTOS DA CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE NOVA FRIBURGO COM AS COTAS DE PROJETO, AS ESCAVAÇÕES NESTA REGIÃO DEVEM SER EXECUTADAS COM EXTREMO CUIDADO, OBSERVANDO A ESTABILIDADE DO BLOCO DE APOIO DO INTERCEPTOR E DA ESTRUTURA DE GABIÃO EXISTENTE.
3 - A LOCALIZAÇÃO DO INTERCEPTOR DE ESGOTO NESTE TRECHO TEVE COMO BASE O PROJETO FORNECIDO PELA CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE NOVA FRIBURGO. É NECESSÁRIO CONFIRMAR AS MEDIDAS EM CAMPO DURANTE A EXECUÇÃO DA OBRA.
4 - PARA A EXECUÇÃO DESTE PROJETO, VER ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS COMPLEMENTARES E CATÁLOGO TÉCNICO DO FORNECEDOR DO GABIÃO.
5 - PARA DETALHE 1, VER DESENHO: DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-044-DE

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-B-001_003-DE - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO - RIO BENGALAS.
2 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-001_013-DE - PROJETO GEOMÉTRICO - RIO BENGALAS.
3 - PROJETO EXECUTIVO - RIO BENGALAS - SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO, DESENHOS 01 A 06, CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE NOVA FRIBURRGO .

inicial	B	01/06/15			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO				
	A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado
	B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído	

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

APROVAÇÃO DO INEA

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

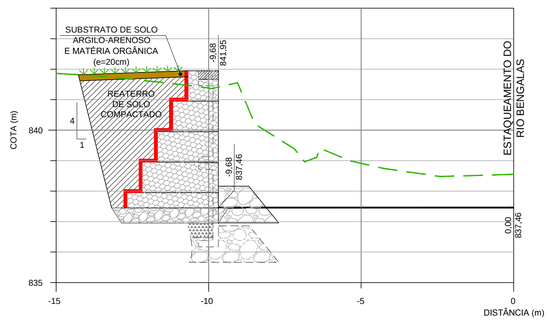
Ecologus
Engenharia Consultiva

Projeto	PROJETO GEOTÉCNICO RIO BENGALAS - E265 A E268 DETALHE DE INTERFERÊNCIAS		
Responsável pelo projeto	VICTOR CAMPOS DO REGO	CREA 1996121459	Visto
Número do INEA	DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-043-DE	Data 01/06/2015	Prancha 01/02
Número do Projeto	INE06-RB-GT-PE-DE-007-R0	Escala INDICADA	

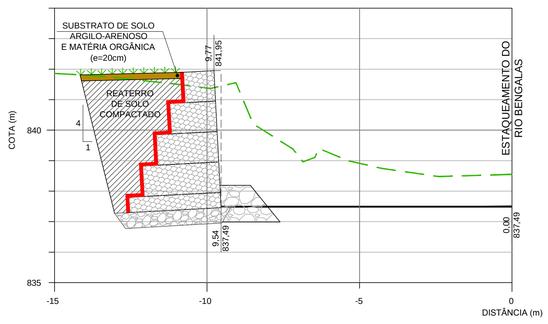
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-043_044-DE



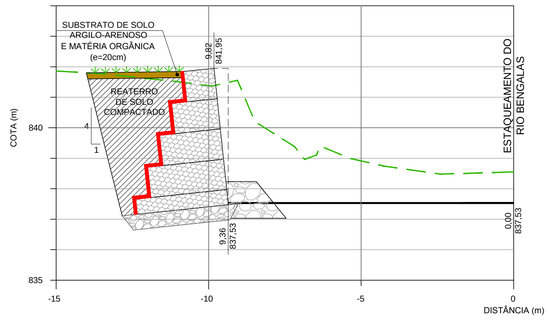
DETALHE 1



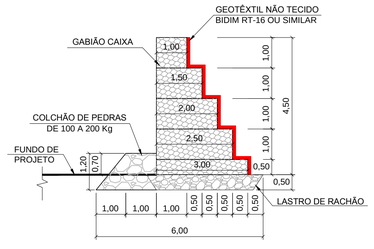
CORTE AA - ESTACA 265 + 18,12



CORTE BB - ESTACA 265 + 0,76



CORTE CC - ESTACA 266 + 3,76



DETALHE DO GABIÃO

LEGENDA

- SENTIDO DE ESCOAMENTO
- REVESTIMENTO EM GRAMA
- ENROCAMENTO
- GABIÃO CAIXA
- FUNDO DE PROJETO
- TERRENO NATURAL

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO.
2 - PARA A EXECUÇÃO DESTE PROJETO, VER ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS COMPLEMENTARES E CATÁLOGO TÉCNICO DO FORNECEDOR DO GABIÃO.
3 - OS CORTES AA, BB E CC APRESENTAM A VARIAÇÃO DE INCLINAÇÃO DO GABIÃO CAIXA DE 90º A 96º. PARA A ESTRUTURA DO GABIÃO LOCALIZADA NA MARGEM DIREITA (E266), UTILIZAR A MESMA TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-043-DE - PROJETO GEOTÉCNICO - DETALHE DE INTERFERÊNCIAS.

inicial	B	01/06/15			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO				
	A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado
	B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído	

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

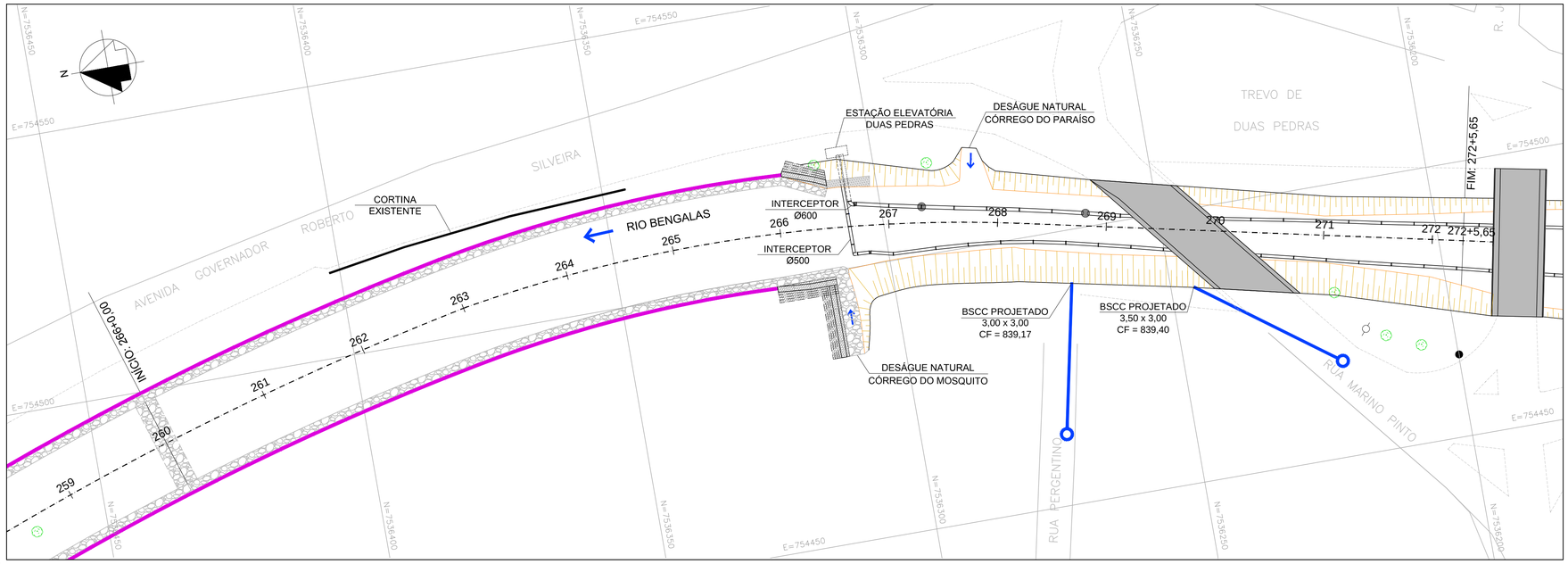
APROVAÇÃO DO INEA

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

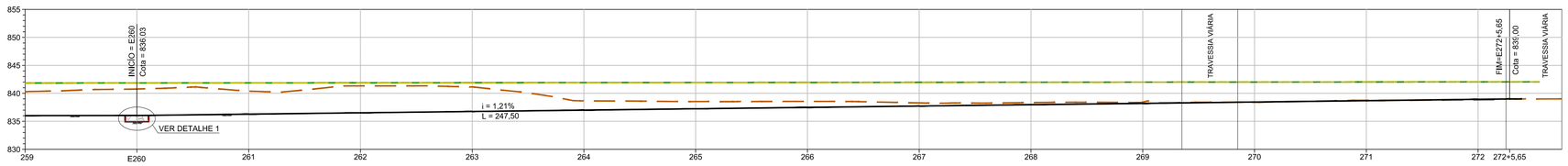
Ecologus
Engenharia Consultiva

Projeto: PROJETO GEOTÉCNICO RIO BENGALAS - E265 A E268 DETALHE DE INTERFERÊNCIAS			
Responsável pelo projeto: VICTOR CAMPOS DO REGO	CREA: 1996121459	Visto:	
Número do INEA: DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-044-DE		Data: 01/06/2015	Prancha: 02/02
Número do Projeto: INE06-RB-GT-PE-DE-008-R0		Escala: 1:100	

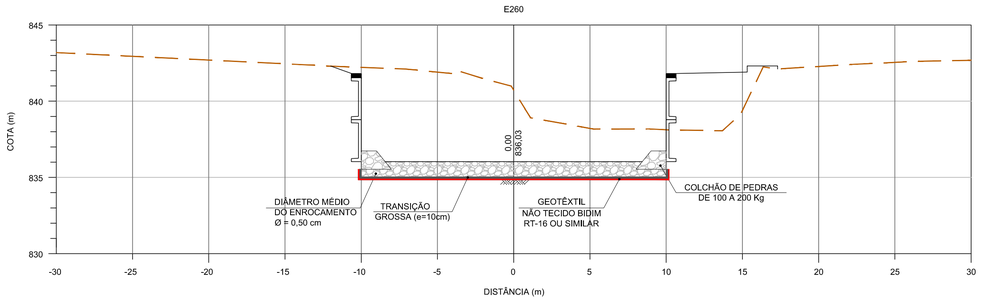
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-043_044-DE



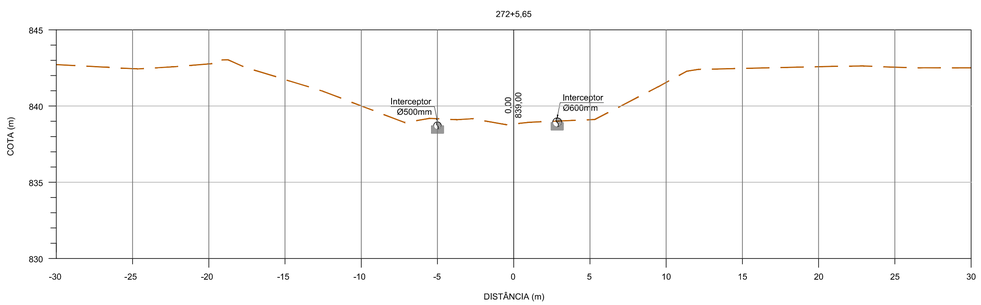
PLANTA
ESC - 1:500



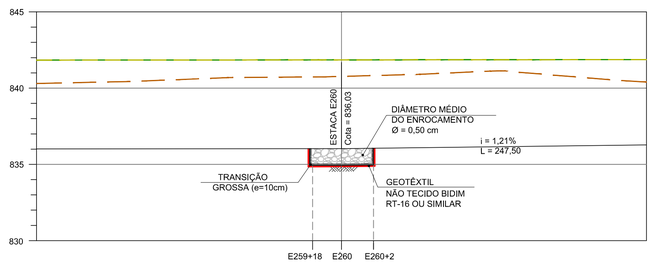
PERFIL LONGITUDINAL
ESC - 1:500



SEÇÃO TRANSVERSAL - INICÍO DA RAMPA
ESC - 1:200

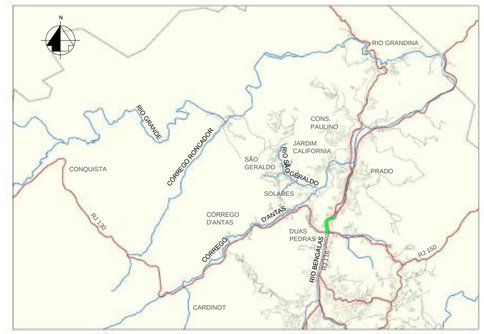


SEÇÃO TRANSVERSAL - FIM DA RAMPA
ESC - 1:200



DETALHE 1
ESC - 1:200

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



RIO BENGALAS

LEGENDA

- ESTAQUEAMENTO
- SENTIDO DE ESCOAMENTO
- FUNDO DO CANAL PROJETADO
- CALHA DO RIO BENGALAS
- FUNDO NATURAL
- COTA A PROTEGER NA MARGEM DIREITA
- COTA A PROTEGER NA MARGEM ESQUERDA

NOTAS

1 - MEDIDAS E COTAS EM METRO, SALVO ONDE INDICADO.
2 - DEVIDO A PROXIMIDADE DO INTERCEPTOR DE ESGOTOS DA CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE NOVA FRIBURGO COM AS COTAS DE PROJETO, AS ESCAVAÇÕES NESTA REGIÃO DEVEM SER EXECUTADAS COM EXTREMO CUIDADO, OBSERVANDO A ESTABILIDADE DO BLOCO DE APOIO DO INTERCEPTOR E DA ESTRUTURA DE GABIÃO EXISTENTE.
3 - A LOCALIZAÇÃO DO INTERCEPTOR DE ESGOTO NESTE TRECHO TEVE COMO BASE O PROJETO FORNECIDO PELA CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE NOVA FRIBURGO. É NECESSÁRIO CONFIRMAR AS MEDIDAS EM CAMPO DURANTE A EXECUÇÃO DA OBRA.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-B-001_003-DE - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO - RIO BENGALAS.
2 - DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-001_013-DE - PROJETO GEOMÉTRICO - RIO BENGALAS.
3 - PROJETO EXECUTIVO - RIO BENGALAS - SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO, DESENHOS 01 A 06, CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE NOVA FRIBURRGO .

inicial	B	01/06/15			Desenho original
Emissão	Tipo	Data	Revisado por	Resp. Técnico	Descrição

TIPOS DE EMISSÃO					
	A - Preliminar	C - Para conhecimento	E - Para construção	G - Cancelado	
	B - Para liberação	D - Para cotação	F - Conf. construído		

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

APROVAÇÃO DO INEA

PROJETO EXECUTIVO PARA AS OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO D'ANTAS E RIO BENGALAS - MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

Ecologus Engenharia Consultiva

Projeto: PROJETO GEOTÉCNICO
RIO BENGALAS - E259 A E272+5,65
DETALHE DA TRANSIÇÃO DO FUNDO DE PROJETO PARA FUNDO NATURAL

Responsável pelo projeto	CREA	Visto
VICTOR CAMPOS DO REGO	1996121459	

Número do INEA	Data	Prancha
DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-045-DE	01/06/2015	01/01

Número do Projeto	Escala
INE06-RB-GT-PE-DE-009-R0	INDICADA

DRM-BH00-PNF-FBE-0-ECO-G-045-DE