



CONTRATO Nº 099/2020

**PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSULTORIA EM GEOTECNIA E
ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE DESASSOREAMENTO,
ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES E VERIFICAÇÃO DE ESTABILIDADE
DA BARRAGEM DE NÍVEL DO RIACHO GUARAREMA, SITUADA NA
ZONA RURAL DE SANTA LUZIA DO ITANHY - SE**

RELATÓRIO DE CONSULTORIA EM GEOTECNIA

GEOTEC Consultoria e Serviços Ltda.

Janeiro/2021

SUMÁRIO

ITEM	Pg.
1 - APRESENTAÇÃO	4
2 - CARACTERÍSTICAS DA OBRA	6
3 - ATIVIDADES DA CONSULTORIA	9
4 - INSPEÇÕES DE CAMPO	11
5 - ENSAIOS GEOTÉCNICOS	14
6 - ANÁLISE DE ESTABILIDADE	18
7 - PROJETOS ELABORADOS	23
8 - TERMO DE ENCERRAMENTO	29
ANEXO I – Perfis das sondagens a percussão tipo SPT	31
ANEXO II – Resultados dos ensaios de laboratório	40
ANEXO III – Projeto Executivo (GT.DESO.E.GEO.BAR_GUA.R02)	56

1. APRESENTAÇÃO

1 - APRESENTAÇÃO

1.1 - Introdução

A GEOTEC Consultoria e Serviços Ltda., contratada pela DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe para a **Execução de Serviços de Consultoria em Geotecnia e Elaboração de Projetos de Desassoreamento, Estabilização de Taludes e Verificação de Estabilidade da Barragem de Nível do Riacho Guararema, situada na Zona Rural de Santa Luzia do Itanhy - SE**, apresenta o Relatório de Consultoria em Geotecnia referente ao Contrato Nº 099/2020.

1.2 - Documentos de Referência

O presente relatório foi baseado nos seguintes documentos:

- [1] Projetos Executivos de Implantação da Barragem de Nível no Riacho Guararema (4332-DRE-BAR, 4332-EXE-BAR, 4332-GEO-BAR, 4332-HID-BAR e 4332-TER-BAR) elaborados pela UFC Engenharia, datados de julho de 2017;
- [2] Planta de Localização (PE2871TO002R0_BARRAGEM_RIO GUARAREMA_LOC_STA LUZIA DO ITANHY) elaborada pela DELTA Consultoria Ltda., datada de agosto de 2020;
- [3] Planta do Levantamento Planialtimétrico (PE2871TO001R0_BARRAGEM_RIO GUARAREMA_STA LUZIA DO ITANHY) elaborada pela DELTA Consultoria Ltda., datada de agosto de 2020.

1.3 - Organização do Relatório

Este relatório foi elaborado de acordo com instruções emanadas da DESO e está sendo apresentado em volume único.

O volume constitui-se de itens descritivos sobre a obra, detalhes das inspeções de campo, ensaios geotécnicos e análises realizadas para elaboração do projeto de desassoreamento e estabilização dos taludes.

1.4 - Organização do Volume

O volume tem o seguinte sumário:

1. Apresentação
2. Características da Obra
3. Atividades de Consultoria
4. Inspeções de Campo
5. Ensaios Geotécnicos
6. Análise de estabilidade
7. Projetos Elaborados
8. Termo de Encerramento
9. Anexos

2. CARACTERÍSTICAS DA OBRA

2 - CARACTERÍSTICAS DA OBRA

2.1 - Localização Geral da Obra e Descrição do Local

A Barragem de Nível do Riacho Guararema situa-se no Município de Santa Luzia do Itanhy. A Figura 2.1 mostra a localização da área e as principais rodovias de acesso à região.

O acesso à obra se dá por estrada não pavimentada, saindo a partir da rodovia BR-101 no km 172.

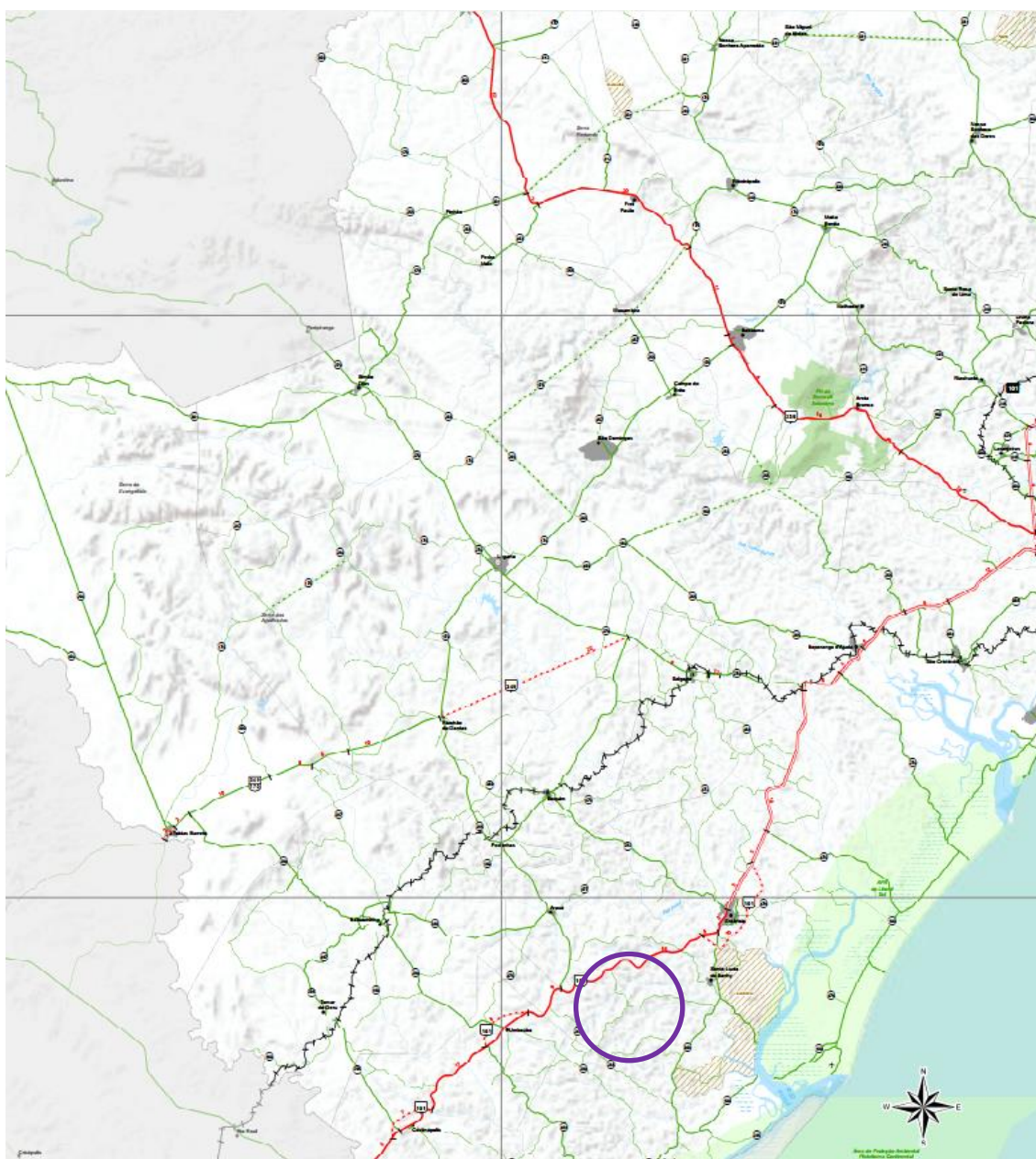


Figura 2.1 – Localização da área e as principais rodovias de acesso à região.

2.2 - Concepção Geral da Obra

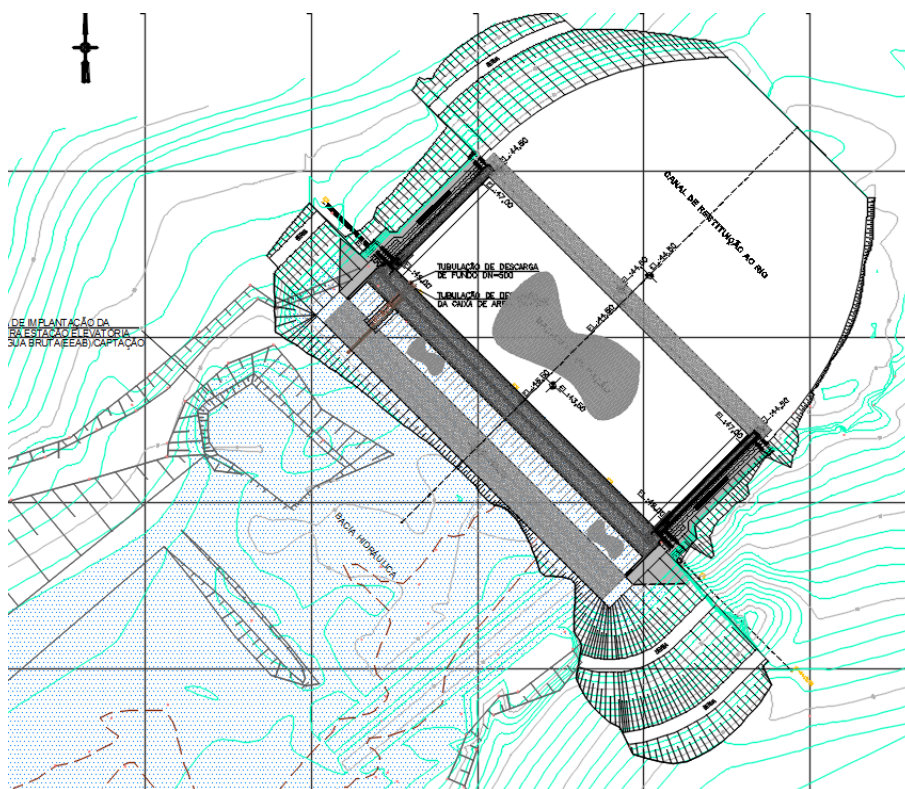
A Barragem de Nível tem por finalidade garantir a captação de água do Riacho Guararema, manancial localizado entre os municípios de Umbaúba e Santa Luzia do Itanhy. A obra faz parte do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Itabaianinha, Umbaúba e Tomar do Geru, que deve assegurar o abastecimento das três sedes municipais e seus respectivos povoados, em alívio às secas.

O barramento principal é constituído por aterro compactado associado a uma estrutura de gabiões. O talude de montante é protegido com gabiões tipo colchão, sobre manta geotêxtil e geomembrana. De acordo com [1], o nível máximo de operação do reservatório deve atingir a elevação +48,07 m.

Basicamente, a Barragem de Nível do Riacho Guararema consiste nas seguintes estruturas:

- Maciço de aterro compactado associado a estrutura de gabiões;
- Tubulações de descarga;
- Bacia de dissipação;
- Canal de restituição;
- Estrutura de captação e estação elevatória de água bruta (EEAB).

A Figura 2.2 apresenta a planta baixa do projeto executivo (etapa final) da barragem em estudo



3. ATIVIDADES DA CONSULTORIA

3 - ATIVIDADES DA CONSULTORIA

Contemplando o escopo deste relatório, foram executadas as seguintes atividades:

- Realização de visitas à obra para inspeção “in situ” do maciço da barragem, estruturas de concreto e área de inundação do reservatório;
- Ensaaios geotécnicos de campo e laboratório;
- Análise de estabilidade;
- Definição e descrição das soluções adotadas no Projeto de Desassoreamento e Estabilização dos Taludes.

4. INSPEÇÕES DE CAMPO

4 - INSPEÇÕES DE CAMPO

Foram realizadas visitas de inspeção Barragem de Nível do Riacho Guararema. As visitas de campo consistem no cotejamento da área da barragem incluindo o contorno da área molhada (parcial), estado dos taludes, pontos de erosão, etc. A Figura 4.1 e a Figura 4.2 apresentam registros fotográficos das inspeções de campo realizadas nos dias 03 e 27 de agosto de 2020, respectivamente.



(a) Vista geral da barragem



(b) Estrutura de captação.

Figura 4.1 – Registros da visita realizada no dia 03/08/2020.



Figura 4.2 – Vista geral da barragem – visita realizada no dia 27/08/2020.

Durante as inspeções, foram constatados o assoreamento no canal de captação e as erosões e escorregamentos superficiais nos taludes das ombreiras da barragem. Não foram observados dispositivos de drenagem superficial nos taludes das ombreiras, conforme especificado no projeto executivo [1], o que deve ter contribuído para o início e evolução dos processos erosivos. A Figura 4.3 apresenta alguns registros dos pontos de erosão e escorregamento superficial dos taludes das ombreiras.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 4.3 – Registros da inspeção realizada no dia 27/08/2020.

5. ENSAIOS GEOTÉCNICOS

5 - ENSAIOS GEOTÉCNICOS

5.1 - Ensaios de Campo

Foram realizadas duas sondagens de simples reconhecimento com SPT, executadas conforme ABNT NBR 6484:2020. As duas sondagens, SP-01 e SP-02, totalizaram 16,90 m penetrados. A Figura 5.1 apresenta a locação das sondagens SP-01 e SP-02, situadas às ombreiras esquerda e direita, respectivamente.

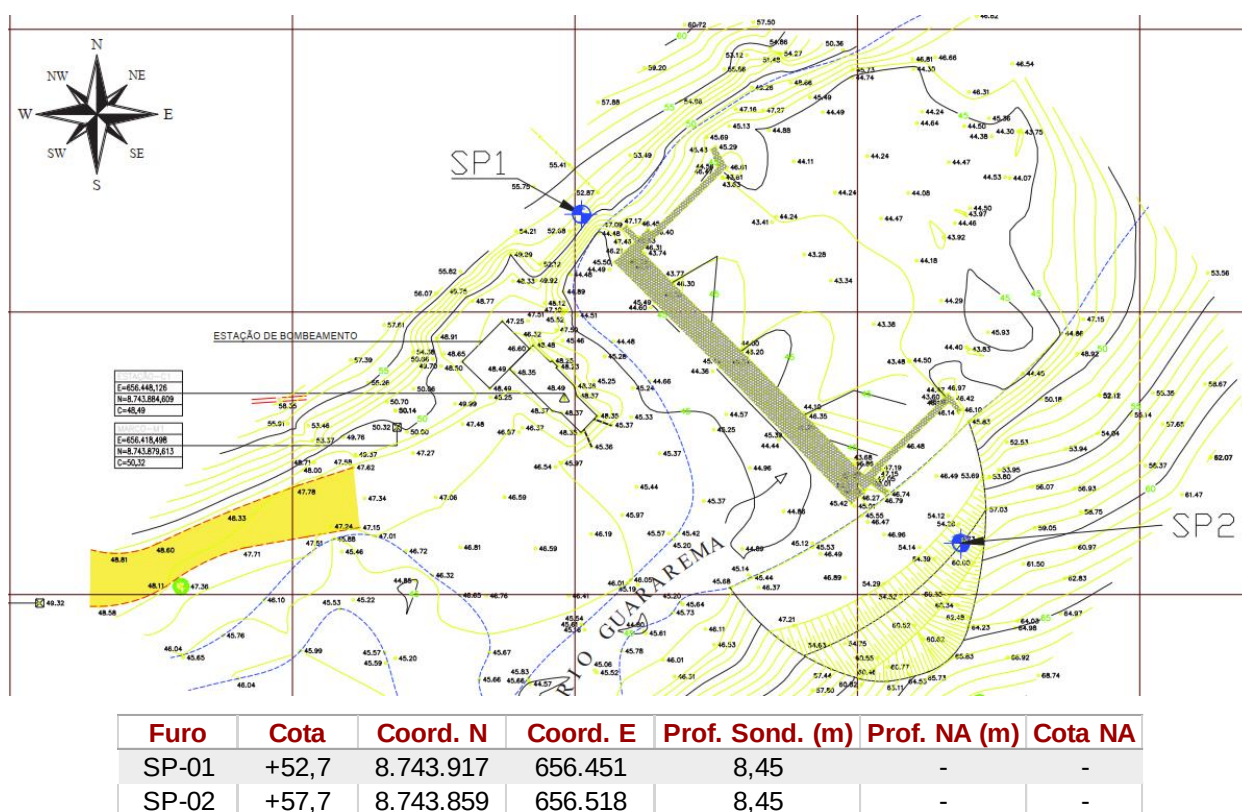


Figura 5.1 – Locação e características dos furos de sondagem tipo SPT realizados.

Como se observa na Figura 5.1, ambas as sondagens foram realizadas a uma elevação média dos taludes das ombreiras a fim de melhor compreender o perfil geotécnico para análise de estabilidade. De acordo com os resultados apresentados no ANEXO I – Perfis das sondagens a percussão tipo SPT, o furo SP-01 (ombreira esquerda) identificou um maciço composto predominantemente por material siltoso e argiloso (argila siltosa e silte argiloso) de consistência rija a muito rija e cor vermelha. Já o furo SP-02 (ombreira direita) identificou a presença de camadas arenosas (argila arenosa e areia média a grossa) com pedregulhos, de compactidade compacta e cor variegada (cinza claro/amarelo escuro). Não foi registrado nível d'água em nenhum dos furos de sondagem.

5.2 - Ensaios de Laboratório

Para melhor caracterização geotécnica do solo em questão, foram realizados ensaios de caracterização (granulometria e Limites de Atterberg), compactação (Proctor Normal) e resistência (cisalhamento direto), com amostras deformadas e indeformadas provenientes de 02 (dois) blocos coletados no talude de cada ombreira em estudo. De acordo com as informações do relatório dos ensaios [5], os blocos foram retirados das seguintes profundidades:

- Bloco 01 (AM PV-01): entre 0,05 e 1,00 m de profundidade;
- Bloco 02 (AM PV-02): entre 0,50 e 1,00 m de profundidade;

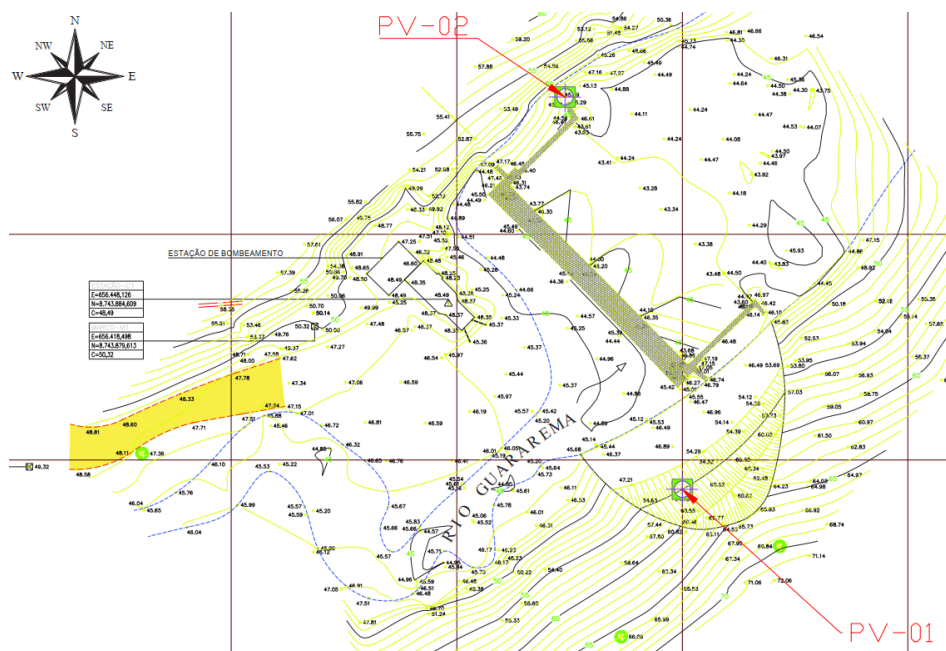


Figura 5.2 - Localização dos pontos de coleta dos blocos para realização dos ensaios de laboratório.

Um resumo dos resultados dos ensaios de caracterização e compactação é apresentado na Tabela 5.1.

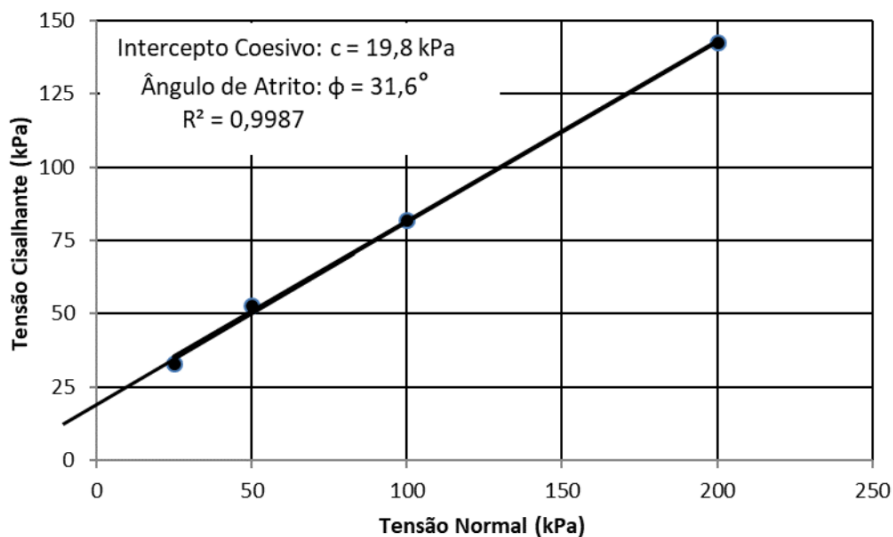
Tabela 5.1 - Resumo dos resultados dos ensaios de caracterização e compactação.

DADOS	LIMITES			CLASSIFICAÇÃO	COMPACTAÇÃO - P.N.	
Amostra (Reg. nº)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	HRB/AASHTO	$d_{m\acute{a}x}$ (g/cm ³)	w_{ot} (%)
AM PV-01 (526/20)	38,8	27,9	10,9	A-6	1,657	14,0
AM PV-02 (527/20)	52,0	33,5	18,5	A-7-5	1,450	25,9

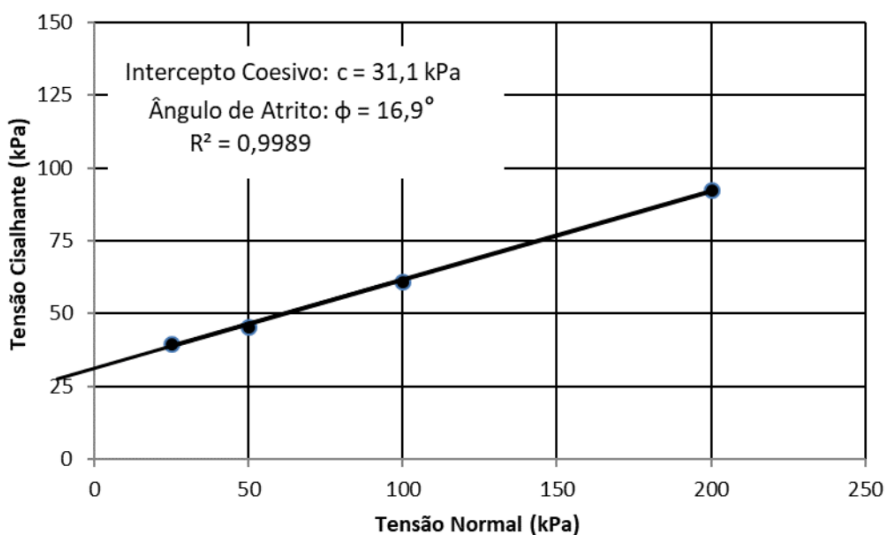
Os ensaios de cisalhamento direto realizados foram do tipo consolidado rápido (deformação controlada – velocidade 0,5 mm/min) em corpos de prova previamente inundados, com a aplicação de tensões normais iniciais nos valores de 25, 50, 100 e 200 kPa. A Tabela 5.2 e Figura 5.3 apresentam os resultados dos ensaios de cisalhamento direto para as amostras provenientes dos PVs 01 e 02.

Tabela 5.2 - Resumo dos resultados dos ensaios de cisalhamento direto.

Identificação da Amostra	Profundidade de Coleta (m)	Tipo de Ensaio	c (kPa)	ϕ (grau)	γ_g (kN/m ³)
AM PV-01	0,50 à 1,00m	Adensado, Inundado, Rápido	19,8	31,6	26,54
AM PV-02	0,50 à 1,00m	Adensado, Inundado, Rápido	31,1	16,9	26,79



(a) Amostra do PV-01



(b) Amostra do PV-02

Figura 5.3 - Envoltórias de resistência ao cisalhamento.

O ANEXO II – Resultados dos ensaios de laboratório apresenta um relatório detalhado dos ensaios de laboratório executados para a Barragem do Riacho Guararema.

6. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

6 - ANÁLISE DE ESTABILIDADE

6.1 - Considerações Gerais

Face às condições dos taludes das ombreiras da barragem em estudo, comprometidos por erosões e escorregamentos superficiais, foram realizadas análises para verificação da estabilidade de duas seções de referência em duas condições descritas a seguir:

- I. Análises das seções dos taludes existentes (condição verificada nas inspeções de campo e cadastrada pelo levantamento planialtimétrico [3]);
- II. Análises das seções dos taludes com intervenção proposta no projeto executivo elaborado pela GEOTEC (comentários complementares no item 7).

As duas seções analisadas foram:

- A. Ombreira Direita: Seção EST. 1+10,00;
- B. Ombreira Esquerda: Seção EST. 3+7,50;

Informações relativas aos parâmetros geotécnicos, níveis de segurança adotados e descrição das soluções previstas no projeto serão apresentadas nos itens a seguir neste relatório. Nas análises foi aplicado o método Morgenstern-Price, sendo considerado o nível máximo do reservatório, bem como uma sobrecarga distribuída igual a 20 kPa.

6.2 - Definição do Nível de Segurança

A definição do fator de segurança (FS) a ser alcançado pelo talude foi dada por meio das recomendações do item 7.3.7.2 da ABNT NBR 11682:2009 (ainda que tal norma não trate das especificidades relativas às barragens). O FS mínimo requerido para as análises de estabilidade das ombreiras foi definido como 1,3, visto que a estrutura em estudo pode se enquadrar em nível médio de segurança contra danos materiais e ambientais e em nível baixo de danos a vidas humanas (conforme Tabela 6.1).

Tabela 6.1 - Definição do fator de segurança mínimo.

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

6.3 - Parâmetros de Resistência

Para as análises de estabilidade, foi adotado o modelo de ruptura de Mohr-Coulomb, sendo necessários com parâmetros geotécnicos de entrada: peso específico, coesão e ângulo de atrito interno. Os valores desses parâmetros foram inseridos conforme resultados dos ensaios geotécnicos de laboratório, discutidos no item 5.2 e detalhados no ANEXO II – Resultados dos ensaios de laboratório.

Nas análises, foram considerados os resultados das amostras provenientes dos PV-01 e PV-02, para as ombreiras direita e esquerda, respectivamente.

6.4 - Resultados Obtidos

A Figura 6.1 apresenta o resultado da análise de estabilidade realizada para o talude da ombreira direita, na seção da estaca 1+10,00, para o qual foi obtido um FS igual a 1,4, portanto, acima do mínimo requerido adotado conforme Tabela 6.1 (FS 1,3). No entanto, cabe ressaltar que a análise foi realizada considerando a geometria da seção levantada pela topografia e a simplificação do maciço homogêneo com os parâmetros resultantes das condições de amostragem e laboratório, sem levar em conta os efeitos erosivos superficiais e seu efeito progressivo, além de escorregamentos superficiais observados em campo, que podem implicar numa condição de estabilidade inferior à obtida.

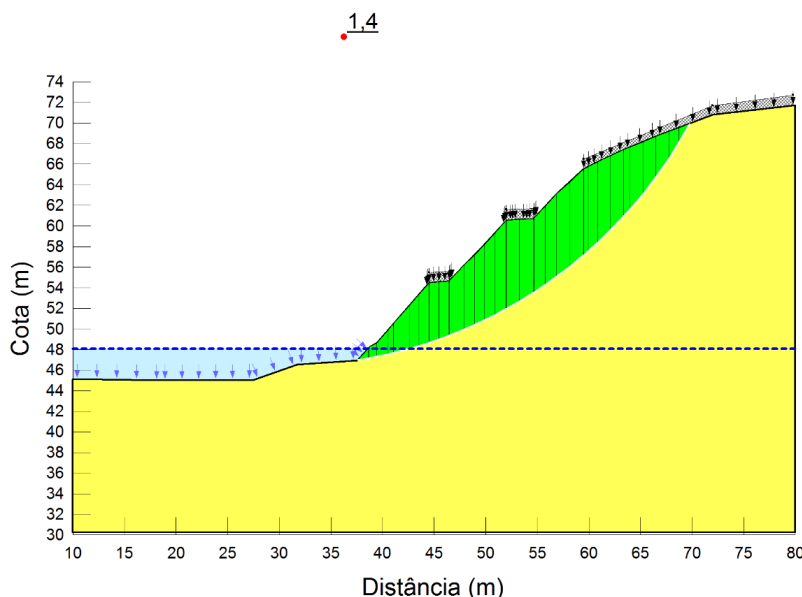


Figura 6.1 – Resultado da análise de estabilidade da Ombreira Direita: Seção EST. 1+10,00 (Condição atual – FS = 1,4, Método Morgenstern-Price).

A Figura 6.3 apresenta o resultado da análise de estabilidade realizada para o talude projetado (retaludamento em corte) da ombreira direita, na seção da estaca 1+10,00, para o qual foi obtido um FS igual a 1,5, indicando um ligeiro aumento. Porém, destaca-se que a solução projetada prevê maior largura das bancadas de corte, instalação dos dispositivos de drenagem, remoção do material superficialmente erodido e execução de proteção superficial, que tende a garantir maior estabilidade ao talude a longo prazo.

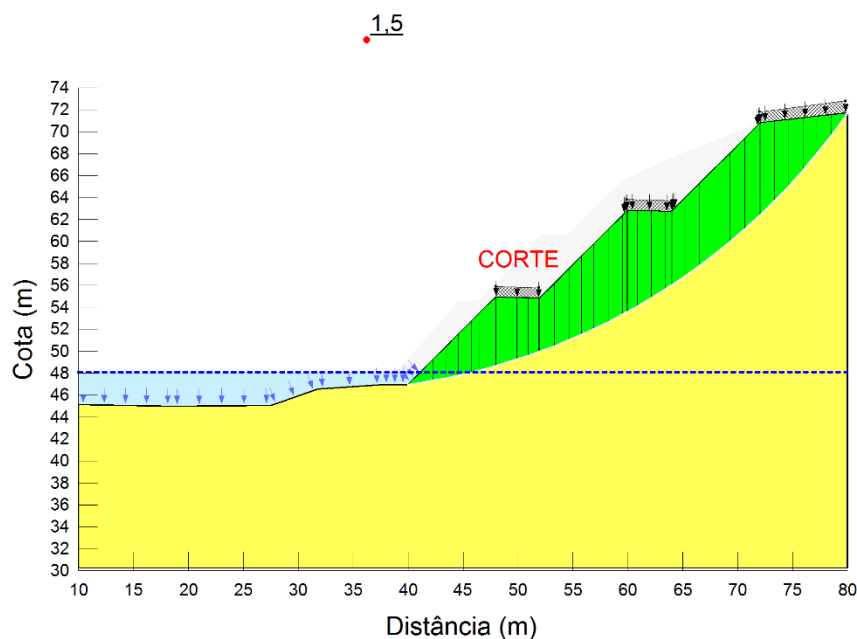


Figura 6.2 – Resultado da análise de estabilidade da Ombreira Direita: Seção EST. 1+10,00 (Condição projetada – FS = 1,5, Método Morgenstern-Price).

A Figura 6.3 apresenta o resultado da análise de estabilidade realizada para o talude da ombreira direita, na seção da estaca 1+10,00, para o qual foi obtido um FS igual a 1,4, portanto, acima do mínimo requerido adotado conforme Tabela 6.1 (FS 1,3). São válidas as mesmas ressalvas feitas para a seção da ombreira direita, estaca 1+10,00.

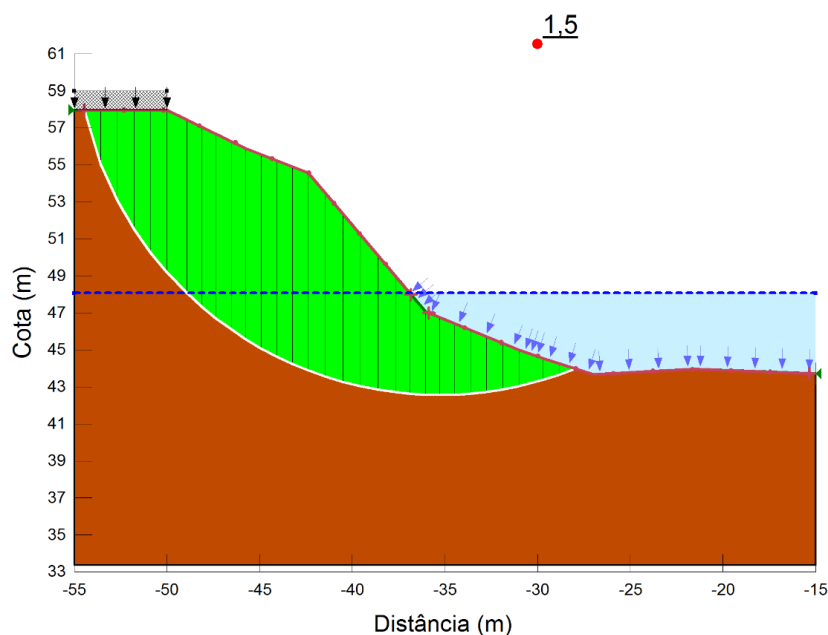


Figura 6.3 – Resultado da análise de estabilidade da Ombreira Esquerda: Seção EST. 3+7,50 (Condição atual – FS = 1,4, Método Morgenstern-Price).

A Figura 6.3 apresenta o resultado da análise de estabilidade realizada para o talude projetado (retaludamento em corte) da ombreira esquerda, na seção da estaca 3+7,50, para o qual foi obtido um FS igual a 1,5, não alterando a condição atual. Novamente, destaca-se que a solução projetada prevê a remoção do material superficialmente erodido/escorregado e proteção superficial, que tende a garantir maior estabilidade ao talude a longo prazo.

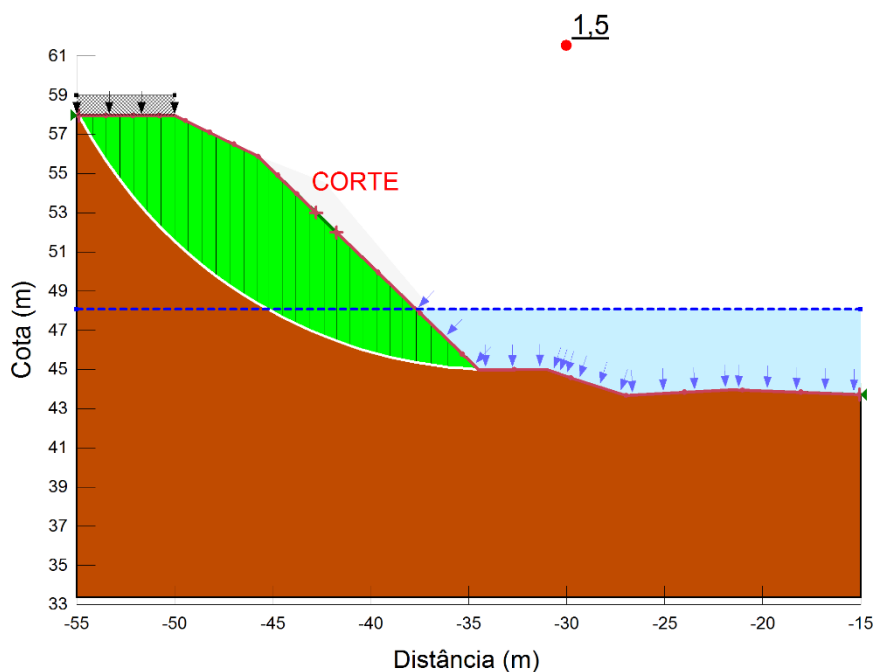


Figura 6.4 – Resultado da análise de estabilidade da Ombreira Esquerda: Seção EST. 3+7,50 (Condição projetada – FS = 1,4, Método Morgenstern-Price).

7. PROJETOS ELABORADOS

7 - PROJETOS ELABORADOS

Quanto à escolha e à adoção de um ou outro tipo de obra para determinado local, é preciso esclarecer que esse tipo de escolha é o produto final de todo um processo de caracterização geológico-geotécnica e fenomenológica, devendo a obra atuar exatamente sobre o agente causador das instabilizações.

Após a definição dos mecanismos de instabilização, vem a fase do estudo das alternativas de projeto, onde deve-se procurar sempre partir das soluções mais simples e de menor custo, só adotando outras mais complexas ou caras quando as primeiras se mostrarem inviáveis ou inadequadas.

Assim, no caso em que estas são provocadas por problemas de erosão devido ao escoamento superficial, as obras que devem ser lembradas em primeira instância serão de drenagem e proteção superficial. Já quando se trata de instabilização de massas terrosas por efeito da ação gravitacional (alturas ou inclinações excessivas nos taludes), o retaludamento deve ser a primeira solução a ser enfocada.

Para o caso em estudo, seguiu-se o fluxograma de obras de estabilização apresentado na Figura 7.1.

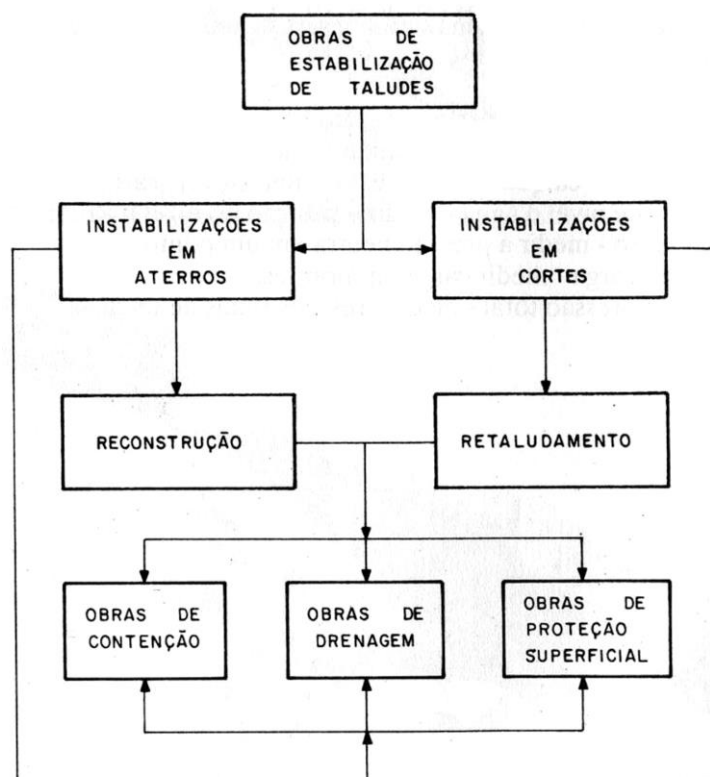


Figura 7.1 - Fluxograma de obras de estabilização de taludes.

Nesse sentido, no projeto de recuperação dos taludes das ombreiras em questão, adotou-se uma solução que combina intervenção de terraplenagem (retaludamento em corte), drenagem e proteção superficial, a saber:

A seguir serão descritos e justificados os projetos elaborados apresentando suas principais características e recomendações. Serão divididos nos seguintes temas:

- Terraplenagem;
- Drenagem;
- Proteção Superficial;
- Dessasoreamento do canal de captação.

O Projeto Executivo completo está apresentado no ANEXO III – Projeto Executivo (GT.DESO.E.GEO.BAR_GUA.R02).

7.1 - Terraplenagem

O Projeto Executivo prevê o retalhamento dos taludes das ombreiras, em corte. Foram tomados como base para elaboração dos projetos de terraplenagem o estudo topográfico [3].

A. Seções transversais tipo de terraplenagem

Os dados das seções transversais-tipo para o Projeto Executivo foram obtidos das seções transversais-tipo do Projeto Executivo original [1] e no estudo topográfico [3]. Assim sendo, foram definidas as seções transversais de terraplenagem para os taludes das ombreiras, as quais se encontram apresentadas no Projeto Executivo.

B. Áreas de corte e aterro e cálculo de volumes

As áreas de corte e aterro, em cada seção, foram calculadas pela comparação dos perfis terreno natural/projeto. Os volumes de terraplenagem foram obtidos aplicando-se o método semissoma, para cada seção. Os cálculos foram procedidos com utilização de sistema computadorizado, que fornece os volumes acumulados ao longo de cada eixo de projeto. Os valores obtidos dos cálculos de volumes estão apresentados no Projeto Executivo. Cabe salientar que os valores apresentados nas tabelas de volumes são valores geométricos, sem coeficientes para admitir empolamento e contração dos materiais.

C. Desmatamento, destocamento e limpeza

Os locais a serem terraplenados deverão estar isentos de matéria orgânica. Para tanto, deve-se prever o desmatamento, limpeza e eventualmente o destocamento da área a ser trabalhada. O material obtido da limpeza superficial da camada do solo vegetal, juntamente com a vegetação removida, deverá ser estocado em leiras ao longo dos offsets, de tal maneira que possam ser recolhidos posteriormente. Este material poderá ser utilizado para o revestimento vegetal de áreas próximas aos taludes, bancadas e ainda para a recuperação de áreas degradadas já existentes ou que possam surgir com as obras.

7.2 - Drenagem

O projeto de drenagem corresponde ao detalhamento dos dispositivos de drenagem superficiais e de obras de arte correntes, necessários à captação e condução das águas que tendem a atingir os taludes ou que se relacionam com as instabilidades geotécnicas.

Quanto ao projeto de drenagem, os elementos básicos necessários à elaboração do projeto foram definidos com base nos estudos hidrológicos, nos estudos topográficos, no projeto geométrico e nas inspeções de campo.

A. Drenagem superficial

A drenagem superficial tem como objetivo interceptar e captar, conduzindo ao deságue seguro, as águas provenientes de suas áreas adjacentes e aquelas que se precipitam sobre o talude, resguardando sua segurança e estabilidade.

O sistema de drenagem superficial foi concebido prevendo-se:

- Valetas de proteção de corte.

B. Valetas de proteção de corte

As valetas de proteção de cortes têm como objetivo interceptar as águas que escorrem pelo terreno natural a montante, impedindo-as de atingir o talude de corte. As valetas de proteção serão construídas em todos os trechos em corte onde o escoamento superficial proveniente dos terrenos adjacentes possa atingir o talude, comprometendo a estabilidade do maciço. Deverão ser localizadas proximamente paralelas às cristas dos cortes, conforme indicado no Projeto Executivo.

7.3 - Proteção superficial

A erosão, tanto em encostas naturais como em taludes de corte e aterro, pode se dar por escoamento laminar, lavando a superfície do terreno como um todo, sem formar canais definidos. Os processos de erosão apresentam normalmente uma peculiaridade, que é a velocidade lenta, porém contínua e progressiva ao longo do tempo. Caracterizam-se por iniciar em pequenos sulcos, evoluindo para ravinas, com dimensões variadas dependentes das diferentes condições de concentração de água e das características do solo local.

A execução de cortes em solos origina, de um modo geral, superfícies mais frágeis, que associadas à falta de proteção dos superficial e à inexistência ou ineficácia dos sistemas de drenagem, provocam o surgimento de erosão em sulcos ou erosão diferenciada.

A erosão em sulcos corresponde a sulcos aproximadamente paralelos, presentes normalmente nos taludes de maior declividade, e sem proteção superficial, formados pelo escoamento de água superficial. A distância entre os sulcos, sua profundidade e forma decorrem fundamentalmente do tipo de solo, comprimento e declividade do talude e ausência ou não de escoamento adequado da água da crista do corte ou plataforma do aterro.

De um modo geral, esse tipo de problema é comum nos cortes em solos saprolíticos, intensificando-se naqueles com predominância de material siltoso.

Nesse contexto, as obras de proteção superficial desempenham um papel extremamente importante na estabilização de taludes de corte ou aterro, pois sua função é impedir a formação de processos erosivos e diminuir a infiltração de água no maciço através da superfície exposta do talude.

O projeto prevê a proteção superficial dos taludes de corte finais com uso de cobertura vegetal. O efeito da vegetação deve ser o de travar os solos a pequenas profundidades (10 a 20 cm), oferecendo-lhes uma cobertura mais densa e homogênea possível, o que diminuirá o escoamento da água diretamente sobre o solo. Para esta finalidade, costuma-se lançar mão de espécies de gramíneas e leguminosas de crescimento rápido.

As técnicas de aplicação da cobertura vegetal com gramíneas são bastante diferenciadas. A escolha da espécie de gramínea mais adequada depende de fatores como: tipo de solo, inclinação do talude e condições climáticas. Dentre essas técnicas, destacam-se:

A. Hidrossemeadura

Processo pelo qual sementes de gramíneas, leguminosas ou outros vegetais são lançados sobre o talude em meio aquoso, que contém ainda um elemento fixador (adesivo) e nutrientes (adubos). Dessa forma, atingem-se maiores áreas em curto espaço de tempo e a custos relativamente baixos.

B. Plantio de mudas

No caso de revestimento de taludes com gramíneas, também pode-se usar o processo de plantio de mudas, revestindo-se a superfície do terreno com uma camada de solo fértil ("terra vegetal"). A aplicação fica restrita a inclinações brandas (taludes de até 1V:2H).

C. Revestimento com grama em placas

Processo muito utilizado para o revestimento de taludes de corte e aterros, quando se deseja uma rápida cobertura, com a máxima eficiência. Neste caso, a grama é obtida em gramados plantados e, posteriormente, recortada em placas com cerca de 30 a 50 cm de largura e cuja espessura inclui o sol enraizado (cerca de 5 a 8 cm). A aplicação nos taludes é feita, geralmente, sobre uma delgada camada de solo fértil ("terra vegetal") pré-colocada, de forma que as placas de grama cubram total e uniformemente a superfície. Em taludes com inclinações superiores a 1V:2H, fixam-se as placas pela cravação de estaquinhas de madeira ou bambu, podendo-se também utilizar telas plásticas, fixadas por grampos.

O projeto elaborado prevê a utilização da técnica de hidrossemeadura associada à aplicação de biomantas (telas de fibras naturais) para proteção superficial dos taludes de corte finalizados.

7.4 - Proteção contra processos erosivos e desmoronamento no pé do talude de corte

Entre as medidas de proteção contra processos erosivos e desmoronamentos, em aterros que apresentem faces de contato com o corpo hídrico, são comumente listadas a construção de terra armada, enrocamento, pedra argamassada, argamassa projetada, etc., devendo-se estender no mínimo até a cota máxima da cheia.

O Projeto Executivo prevê a execução de um enrocamento no pé do talude de corte da ombreira direita, até a cota +49,07 m. O enrocamento deverá ser executado com pedra

de mão, e está implantado sobre uma camada de brita (espessura igual a 30 cm) e manta geotêxtil, na interface com o maciço de corte.

7.5 - Desassoreamento do canal de captação

O Projeto Executivo prevê o desassoreamento da bacia hidráulica, de modo que seja restaurada a condição prevista no projeto original [1]. Dessa forma, a bacia deve ser desassoreada até a cota +43,73 m, na área indicada em planta e nas seções transversais do ANEXO III – Projeto Executivo (GT.DESO.E.GEO.BAR_GUA.R02)..

Prevê-se ainda uma intervenção com instalação de um pequeno canal em gabiões tipo colchão, que conduz até a entrada da estrutura de captação. Maiores detalhes podem ser vistos no ANEXO III – Projeto Executivo (GT.DESO.E.GEO.BAR_GUA.R02).

8. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

8 - TERMO DE ENCERRAMENTO

A GEOTEC Consultoria e Serviços Ltda apresentou o Relatório de Consultoria em Geotecnia referente ao Contrato Nº 099/2020 para Execução de Serviços de Consultoria em Geotecnia e Elaboração de Projetos de Desassoreamento, Estabilização de Taludes e Verificação de Estabilidade da Barragem de Nível do Riacho Guararema, situada na Zona Rural de Santa Luzia do Itanhy - SE. Este volume contém 59 páginas numeradas sequencialmente.



Carlos Rezende Cardoso Júnior
Eng. Civil, MSc. CREA 270062866-7

9. ANEXOS

ANEXO I – Perfis das sondagens a percussão tipo SPT

RELATÓRIO DE ESTUDO DO SUBSOLO

Obra: Barragem do Riacho Guararema

Local: Município de Santa Luzia do Itanhhy/SE

Cliente: GEOTEC - Consultoria e Serviços Ltda.

Tipo de serviços: Sondagens SPT

Proposta de Preços: SSG_SE-064/2020

Contrato: SSG_SE-064/2020

Relatório Técnico nº 1

Aracaju, janeiro de 2021

Relatório 1
Aracaju, 21/01/2021

À
GEOTEC - Consultoria e Serviços Ltda.
Rua Antônio Andrade, 2398, sala 3, Bairro Coroa do Meio - Aracaju/SE

a/c Demóstenes de A. Cavalcanti Jr

Prezados Senhores;

1 - Introdução

O presente relatório apresenta o estudo do subsolo realizado por meio de Sondagens SPT para a obra da **Barragem do Riacho Guararema**, localizada no Município de Santa Luzia do Itanhy/SE.

Trata-se da execução de 2 furos de sondagem entre os dias 18 a 19 de janeiro de 2021, totalizando 17,30 metros analisados.

2 - Objetivo

O presente estudo do subsolo tem como propósito fornecer subsídio para os projetos de engenharia da obra em epígrafe, ou simplesmente análise do terreno, com base nas seguintes informações:

- => Verificação da ocorrência do nível d'água;
- => Determinação das ocorrências e profundidades das camadas de materiais;
- => Verificação da resistência do solo por meio de ensaios SPT;
- => Classificação das camadas de materiais encontradas de acordo com sua resistência.

3 - Metodologia Utilizada

A execução dos furos de sondagens, classificação dos materiais e a confecção do relatório estão de acordo com as prescrições das normas brasileiras (ABNT), como se segue:

- => Execução dos furos, ensaios de resistência e classificação dos materiais: NBR 6484/2020;
- => Simbologia dos materiais: NBR-6502/1995.

De forma resumida, segue os procedimentos/etapas desenvolvidos na execução das sondagens:

§ Perfuração: utilização de trado manual e/ou circulação de água - a perfuração/avanço do furo é iniciada com a utilização de trado manual, até se atingir o nível d'água do terreno ou camada de solo com resistência tal que inviabilize a sua utilização, ou ainda até a profundidade de 2,00 m, caso não haja indicação contrária; a partir desse ponto a perfuração/avanço segue através da circulação de água ou fluido de perfuração, com emprego do trépano de lavagem.

§ Verificação da Resistência do Solo: é obtida através de testes com a utilização do amostrador padrão do SPT, que é cravado no solo através de quedas sucessivas do peso batente com massa 65 kg e uma altura de queda de 75 cm, até se atingir a penetração de 45 cm, registrando-se no boletim de sondagem de campo e número de golpes necessários para a cravação de cada intervalo de 15 cm do amostrador, ou conforme orientações indicadas na Norma de referência;

§ Verificação das Profundidades de Mudança de Materiais: realizada através de inspeções visuais, seja nas amostras coletadas no trado, amostrador ou na água de resultante do processo de avanço com a utilização do trépano;

§ Amostras para Identificação: são as amostras coletadas durante a execução da sondagem provenientes do amostrador, quando da realização dos ensaios, a cada metro para a verificação da resistência do solo ou da água de circulação (caso de amostra não recuperada);

§ Identificação das Amostras: efetuada por meio de testes tátil-visuais, no local da sondagem e posteriormente no laboratório da Central Sonda, para a elaboração do perfil definitivo;

§ Verificação do Nível D'Água: as determinações do nível d'água são realizadas conforme indicado no item 6.5 da Norma de referência;

§ Elaboração de Relatório Definitivo: elaborado conforme critérios estabelecidos na Norma de referência, item 7.2;

§ Disposição das amostras: as amostras coletadas ficarão à disposição do cliente durante o período mínimo de 60 dias após a entrega do relatório.

As profundidades alcançadas e os resultados obtidos encontram-se descritos na forma de perfis individuais dos furos, em anexo. Sendo possível obter as características dos materiais atravessados e nível d'água, dentre outros aspectos.

4 - Equipamentos Utilizados

§ Torre/Tripé de Sondagem com Sarilho e Roldana;

§ Tubos de revestimento com diâmetro externo de 3";

§ Hastes de aço "roscável sem costura de 1";

§ Martelo Padronizado (Peso batente com haste guia com peso de 65 kg);

§ Amostrador padrão completo (tipo Raymond) diâmetro externo de 50,8 mm e diâmetro interno de 34,9 mm;

§ Conjunto Motor-Bomba com os devidos acessórios indicados para o ensaio;

§ Trados tipo concha com diâmetro de 100 +/- 5 mm;

§ Trépano ou lamina da lavagem;

§ Sacos plásticos de 1 Kg, para coleta dos materiais;

§ Etiquetas de identificação de material;

§ Medidor de nível d'água;

§ Bomba balde;

§ Cruzeta; e

§ Trena 3 ou 5 m.

5 - Apresentação dos Resultados

Foram executados 2 furos de sondagem de simples reconhecimento do subsolo totalizando 17,30 m de sondagens.

A seguir, apresentamos tabela com o resumo dos resultados obtidos:

FURO	COTA	PROF NÍVEL D'ÁGUA (m)	NUM CAMADAS	PROF MÁX	N	E
SP 01	-	seco	3	8.85	8743917	656451
SP 02	-	seco	4	8.45	8743859	656518

A planta de locação de sondagem foi fornecida pela contratante.

As cotas de boca de furo deverão ser disponibilizadas pela contratante.

Coube ao cliente à discriminação do local de execução das sondagens.

Em anexo deste relatório encontram-se os perfis do terreno bem como os elementos necessários para identificação do(s) local(is) de execução deste(s) e caracterização do(s) material(is) encontrado(s).

As amostras obtidas ficarão a disposição para análise durante o prazo de 60 (sessenta dias).

6 - Conclusão

O terreno em estudo apresentou, de forma simplificada, o(s) seguinte(s) material(is):

- => Areia argilosa com presença de matéria orgânica vegetal;
- => Areia média a grossa com pedregulho;
- => Argila arenosa;
- => Argila arenosa com presença de pedregulho;
- => Argila arenosa micácea;
- => Argila siltosa com areia fina;
- => Argila siltosa com presença de areia fina e pedregulho.

A profundidade dos furos variou entre 8,45 metros, sendo que nenhum foi interrompido por atingir material impenetrável a percussão.

As sondagens foram realizadas em período de estiagem.

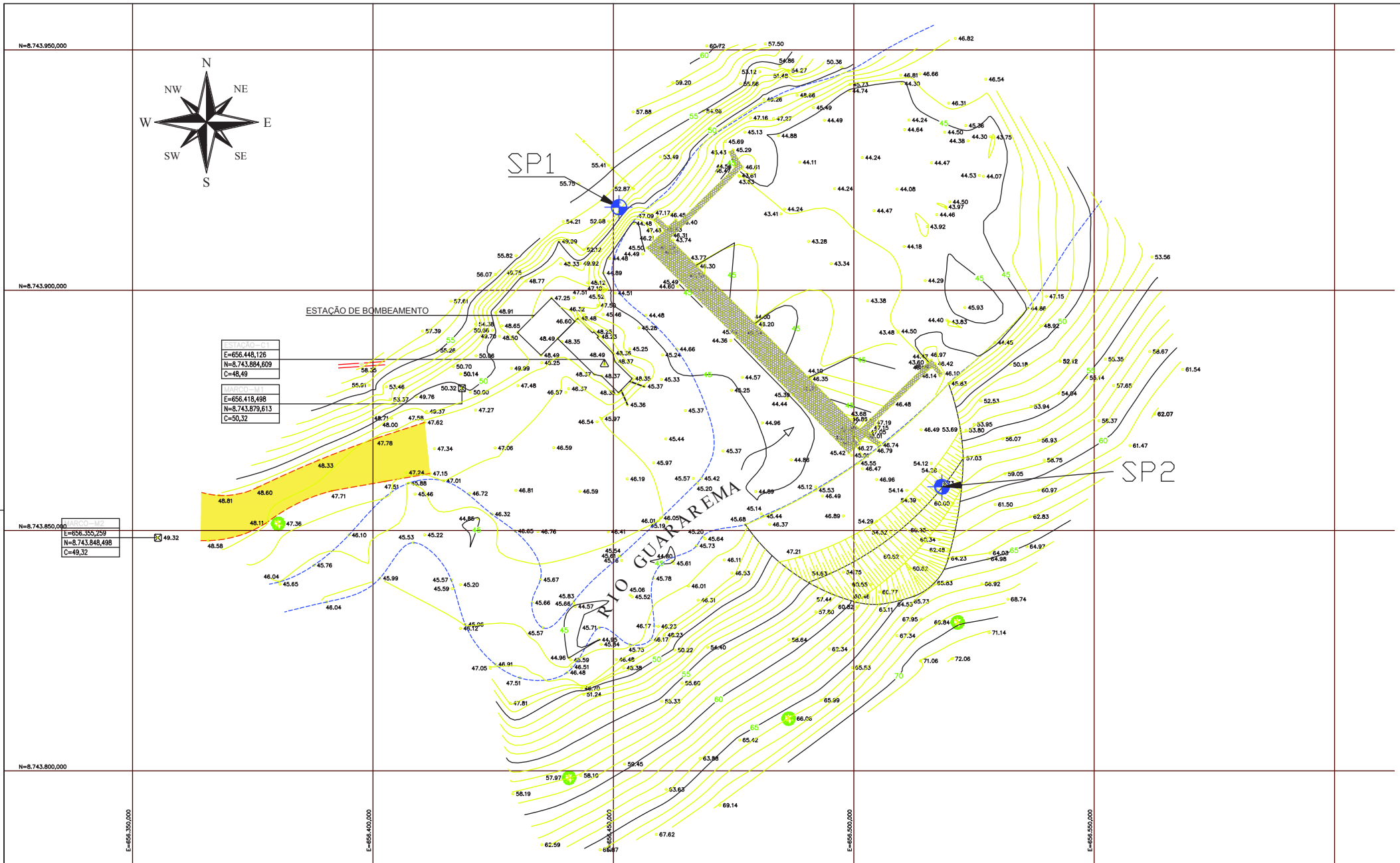
7- Anexos

=> Planta de locação de sondagem;

=> Perfis de sondagem.

Aracaju, 21/01/2021

George W. O. Santos
SE nº 270015394-4



ABAIXO : LEGENDAS - OBSERVAÇÕES - ALTERAÇÕES - REVISÕES - DADOS TÉCNICOS

ABAIXO : LEGENDAS - OBSERVAÇÕES - ALTERAÇÕES - REVISÕES - DADOS TÉCNICOS																									
 SP - SONDAGEM SPT	REVISÃO		NOTAS				PROJETO					LOCAÇÃO DE SONDAGEM SPT													
	R00 - EMISSÃO INICIAL						OBRA		BARRAGEM DO RIACHO GUARAREMA																
							LOCAL		Município de Santa Luzia do Itanhhy/SE																
							CLIENTE / PROPRIETÁRIO / ORGÃO		GEOTEC - Consultoria e Serviços Ltda																
							RESPONSÁVEL TÉCNICO		Eng. George W. O. Santos RN: CREA-GE nº 27061/0394-4																
								ESCALA		SEM ESCALA		REVISÃO - R00		DESENHISTA		George Willami		DATA		Jan / 2021		FOLHA		01	
								ARQUIVO DIGITAL		LOCAÇÃO SONDAGEM SPT - BARRAGEM DO RIACHO GUARAREMA, STA LUZIA DO ITANHHY.dwg		FOLHA		A3											

Sondagem de simples reconhecimento de sub-solo

Normas Aplicáveis:
SPT: NBR 6484/2020

Obra: Barragem do Riacho Guararema

Local: Município de Santa Luzia do Itanhhy/SE

Cliente: GEOTEC - Consultoria e Serviços Ltda.

Furo: SP 01

Página: 1 de 1

Cota do RN:

Data de Início: 18/01/21

Data de Término: 19/01/21

DESC EQUIPAMENTOS

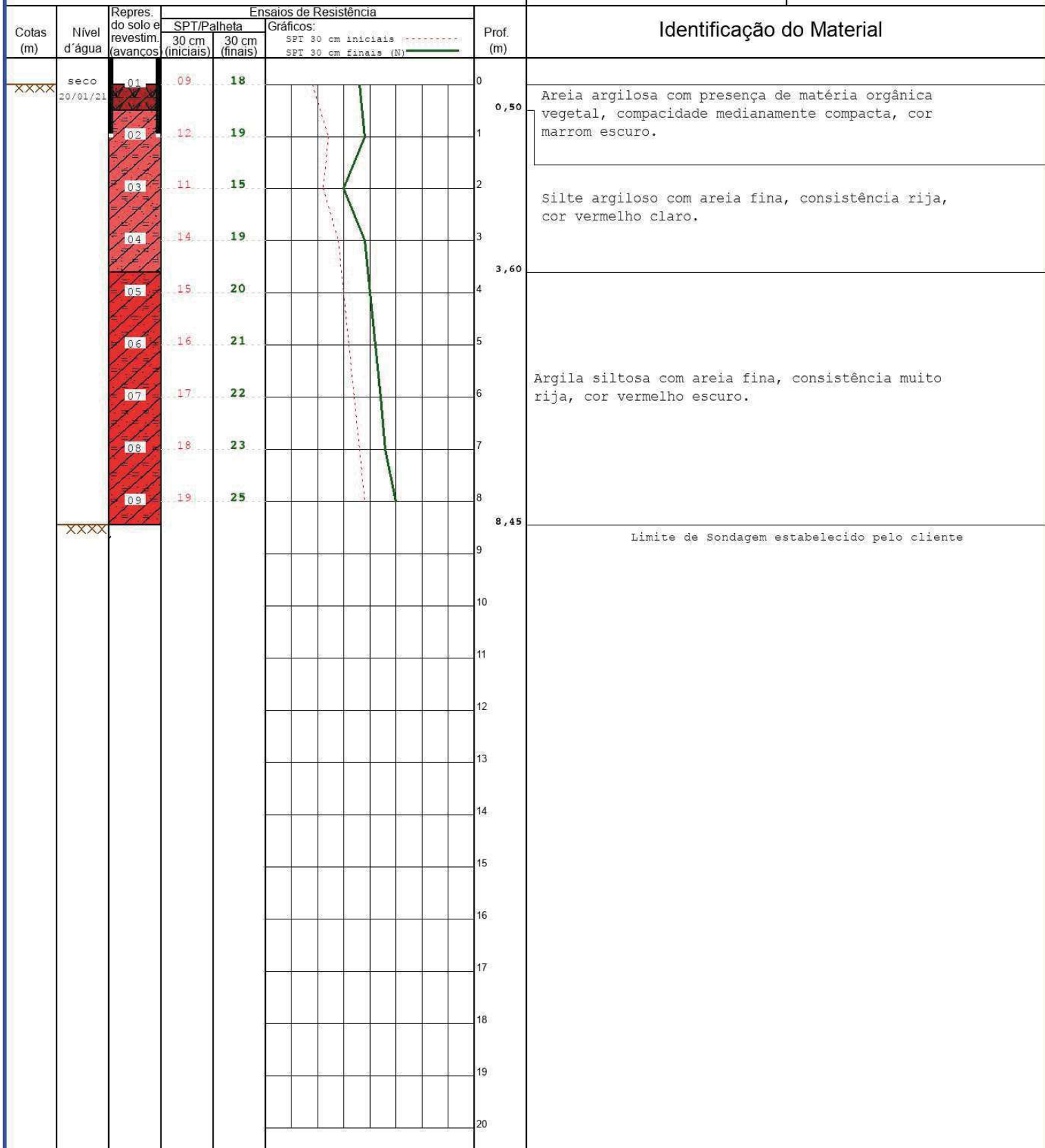
SPT

Peso Batente: 65,0 kg

Altura de Queda: 75,00 cm

Revestimento: 7,60 cm

Amostrador: 5,10 | 3,50 cm



Obs:

TH: 0,00 à 3,00 m

CA: A partir de 3,00 m

Visto:

Escala Vertical: 1/100

Data: 21/01/21

Sondador: Cristóvão

Técnico: George Willami

George W. O. Santos
Crea: SE nº 270015394-4

Sondagem de simples reconhecimento de sub-solo

Normas Aplicáveis:
SPT: NBR 6484/2020

Obra: Barragem do Riacho Guararema

Local: Município de Santa Luzia do Itanhhy/SE

Cliente: GEOTEC - Consultoria e Serviços Ltda.

Furo: SP 02

Página: 1 de 1

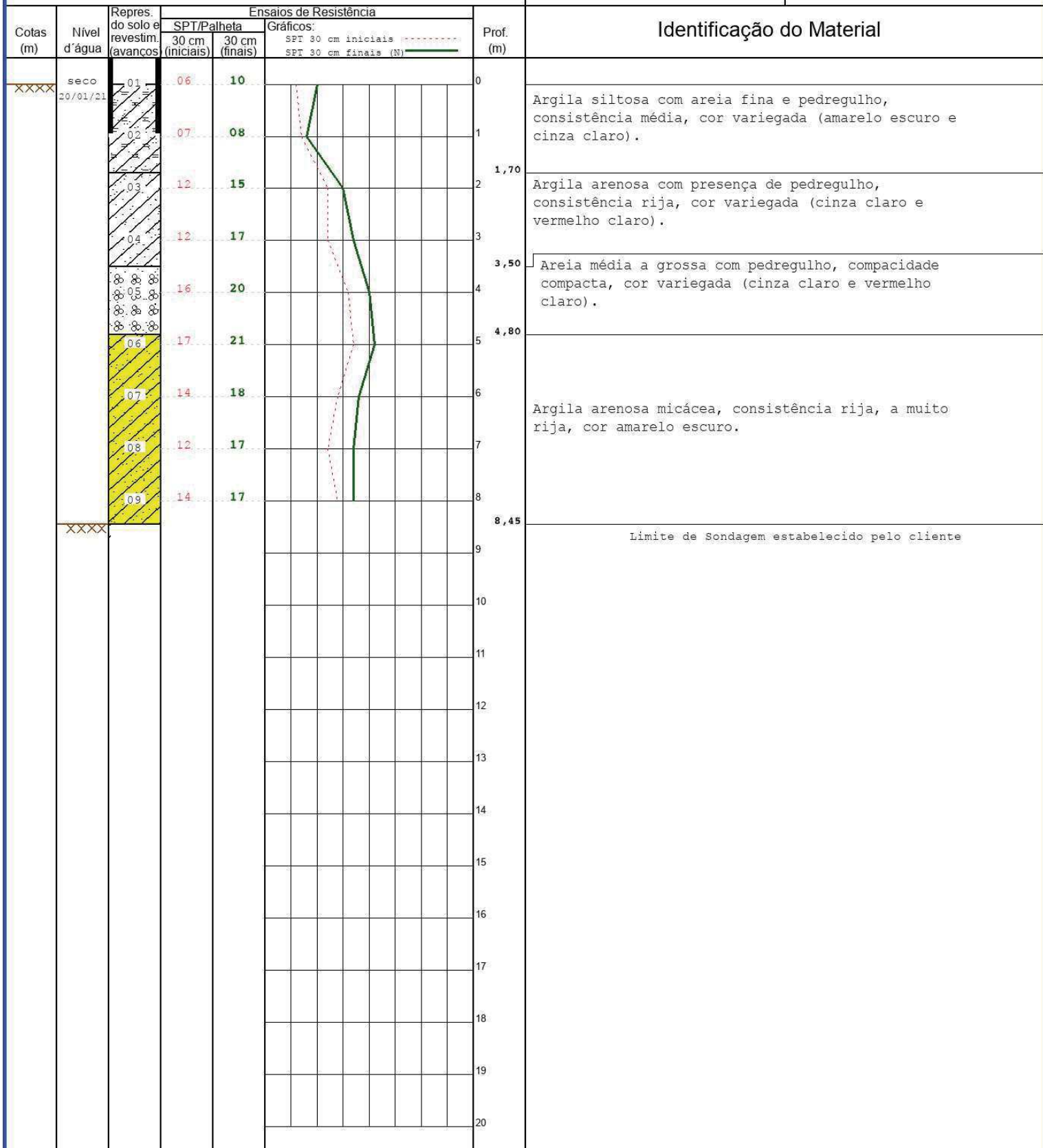
Cota do RN:

Data de Início: 18/01/21

Data de Término: 19/01/21

DESC EQUIPAMENTOS SPT

Peso Batente: 65,0 kg
Altura de Queda: 75,00 cm
Revestimento: 7,60 cm
Amostrador: 5,10 | 3,50 cm



Obs:

TH: 0,00 à 4,00 m
CA: A partir de 4,00 m

Visto:

Escala Vertical: 1/100

Data: 21/01/21

Sondador: Valdenir de J.

Técnico: George Willami

George W. O. Santos
Crea: SE nº 270016394-4

ANEXO II – Resultados dos ensaios de laboratório

SONDA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA

**.:RELATÓRIO DE ENSAIO DE LABORATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO, COMPACTAÇÃO E CISALHAMENTO
DIRETO:.
SSA Nº. 018/21**

SONDA®
ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA.

Cliente:	GEOTEC – Consultoria e Serviços Ltda
Endereço:	Rua Antônio Andrade, 2398, Sala 3, Bairro Coroa do Meio - Aracaju/SE - 49035-050
Att.:	Engº Carlos Rezende
Natureza da Obra:	Barragem do Riacho Guararema
Local da Obra:	Município Santa Luzia do Itanhhy/SE
Contrato nº:	SSG_SE-064/2020
Data:	20 de janeiro de 2021

RELATÓRIO DE ENSAIOS DE LABORATÓRIO CARACTERIZAÇÃO, COMPACTAÇÃO E CISALHAMENTO DIRETO

SSA Nº 018/21

Cliente:	GEOTEC – Consultoria e Serviços Ltda
Endereço:	Rua Antônio Andrade, 2398, Sala 3, Bairro Coroa do Meio - Aracaju/SE - 49035-050
Att.:	Engº Carlos Rezende
Natureza da Obra:	Barragem do Riacho Guararema
Local da Obra:	Município Santa Luzia do Itanhhy/SE

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório trata dos serviços efetuados e resultados obtidos, quando da Execução de Ensaio de Cisalhamento Direto, em 02 (duas) amostras Indeformadas de solos coletadas no Talude de Corte das Ombreiras da Barragem do Riacho Guararema, localizada no Município de Santa Luzia de Itanhhy/SE.

O objetivo dos ensaios de Cisalhamento Direto é a obtenção dos parâmetros de resistência do solo, na condição Inundada, para cada uma das amostras analisadas.

2. SERVIÇOS EFETUADOS

Os serviços constaram de:

- 2.1** Coleta de 02 (duas) amostras indeformadas de solos em cada um dos Taludes das Ombreiras da Barragem.
- 2.2** Nas amostras indeformadas, foi realizado o seguinte ensaio de laboratório:

- Cisalhamento Direto com Adensamento Prévio, Inundado e Rápido (02).

2.3 Nos Poços de Inspeção executados para a coleta das amostras indeformadas, coleta de 02 (duas) amostras deformadas de solos.

2.4 Nas amostras deformadas de solos, foram realizados os seguintes ensaios de laboratório:

- Granulometria combinada (Peneiramento + Sedimentação) (02);
- Limite de Liquidez (02);
- Limite de Plasticidade (02);
- Compactação Proctor Normal (02);

3. RESULTADOS DO ENSAIO

3.1. Ensaios de Cisalhamento Direto

Os ensaios de cisalhamento direto na modalidade descrita no item 2.2, foram realizados sob tensões normais de 25,0 kPa, 50,0 kPa 100,0 kPa e 200,0 kPa, para as amostras, conforme pedido do solicitante do serviço.

Os CPs (Corpos de Prova) foram moldados com diâmetro de aproximadamente 60 mm e altura de cerca de 20 mm, a partir de amostras indeformadas de solos, coletadas em poços de inspeção executados nos taludes das Ombreiras da Barragem.

Os ensaios foram efetuados por deformação controlada, utilizando-se a velocidade de 0,5 mm/min (modalidade rápido). De cada CP foram obtidas as Umidades (w) antes e ao final do ensaio, bem como o Peso Específico Aparente Seco (γ_d). Foram efetuados ainda, ensaio de Peso Específico dos Grãos (γ_g) com o material dos CPs moldados para cálculo de outros parâmetros de estado, tais como Índice de Vazios (e) (inicial e final) e o Grau de Saturação S (inicial e final).

A identificação das amostras e os resultados dos ensaios de Cisalhamento Direto (ϕ - Ângulo de Atrito Interno, e c - Intercepto de Coesão), assim como o Peso Específico dos Grãos estão apresentados na Tabela 1.

Nas Tabelas 2 e 3 constam informações sobre as moldagens dos CPs e resumo de dados dos ensaios realizados.

As Figuras 1 a 6 mostram as curvas Tensão Cisalhante versus Tensão Normal, Tensão Cisalhante versus Deformação Horizontal e Tensão Cisalhante versus Deformação Vertical para a amostra analisada.

Convém chamar a atenção que durante a fase de Adensamento dos ensaios foi observado que a amostra referida como PV-01 ao sofrer o processo de inundação, sob todas as tensões normais aplicadas apresentou comportamento de solos potencialmente colapsíveis. Cite-se também a heterogeneidade acentuada apresentada pelas amostras analisadas.

*As figuras 7 e 8, mostram as curvas Tensão Cisalhante versus Tensão Normal de todos os pontos submetidos aos ensaios, inclusive os pontos descartados.

Tabela 1 - Resultado do Ensaio de Cisalhamento Direto.

Identificação da Amostra	Profundidade de Coleta (m)	Tipo de Ensaio	c (kPa)	ϕ (grau)	γ_g (kN/m ³)
AM PV-01	0,50 à 1,00m	Adensado, Inundado, Rápido	19,8	31,6	26,54
AM PV-02	0,50 à 1,00m	Adensado, Inundado, Rápido	31,1	16,9	26,79

Tabela 2 - Resumo de Características dos CPs/Ensaio (Amostra Indeformada, AM PV 01 – Reg. 526/2020 - Barragem Riacho Guararema, Adensado, **Inundado**, Rápido).

Corpo de Prova	CP1	CP2	CP3	CP4
Tensão Normal (kPa)	25,0	50,0	100,0	200,0
Peso Específico Inicial (kN/m ³)	14,73	16,14	14,74	14,82
Umidade Inicial (%)	10,12	10,30	12,48	13,92
Peso Específico Seco Inicial (kN/m ³)	13,38	14,63	13,10	13,01
Índice de Vazios Inicial	0,984	0,814	1,026	1,040
Grau de Saturação Inicial (%)	27,3	33,6	32,3	35,5
Índice de Vazios no Fim do Adensamento	0,877	0,723	0,846	0,860
Umidade Final (%)	37,54	33,92	31,46	32,29
Índice de Vazios no Fim do Cisalhamento	0,875	0,718	0,798	0,742
Grau de Saturação Final (%)	113,9	125,4	104,7	115,4
Valor de Resistencia ao Cisalhamento de Pico (kPa)	33, 16	52,66	81,92	142,39

Tabela 3 - Resumo de Características dos CPs/Ensaio (Amostra Indeformada, AM PV 02 – Reg. 527/2020 – Barragem Riacho Guararema, Adensado, **Inundado**, Rápido).

Corpo de Prova	CP1	CP2	CP3	CP4
Tensão Normal (kPa)	25,0	50,0	100,0	200,0
Peso Específico Inicial (kN/m³)	16,78	16,65	16,28	15,04
Umidade Inicial (%)	29,09	24,19	27,60	24,80
Peso Específico Seco Inicial (kN/m³)	13,00	13,41	12,76	12,05
Índice de Vazios Inicial	1,061	0,998	1,100	1,223
Grau de Saturação Inicial (%)	73,5	64,9	67,2	54,3
Índice de Vazios no Fim do Adensamento	1,048	0,929	1,045	1,125
Umidade Final (%)	39,34	37,31	42,03	44,45
Índice de Vazios no Fim do Cisalhamento	1,046	0,905	1,046	1,033
Grau de Saturação Final (%)	100,7	110,5	107,6	115,2
Valor de Resistencia ao Cisalhamento de Pico (kPa)	39,66	45,51	61,12	92,33

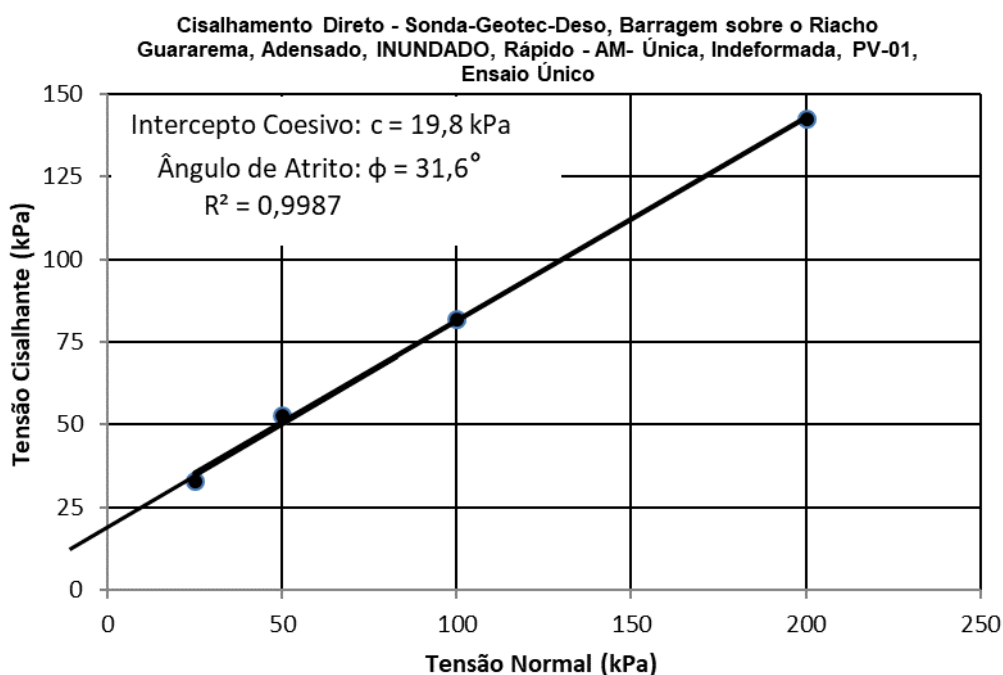


Figura 1 – Gráfico Tensão Normal versus Tensão Cisalhante, Amostra PV-01.

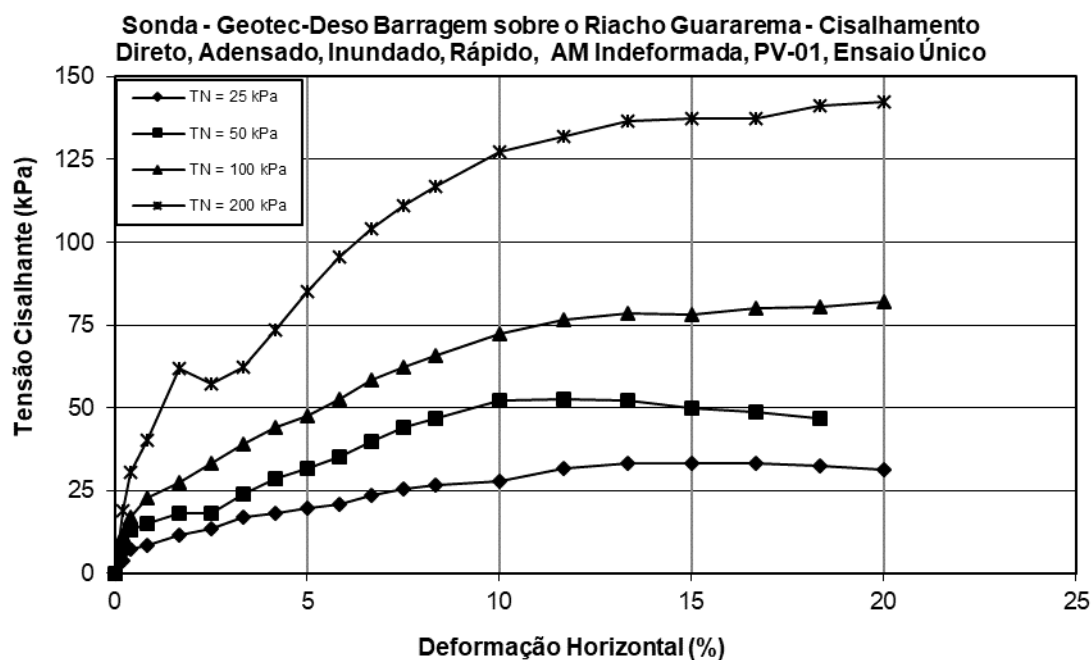


Figura 2 – Deformação Esp. Horizontal versus Tensão Cisalhante, Amostra PV-01.

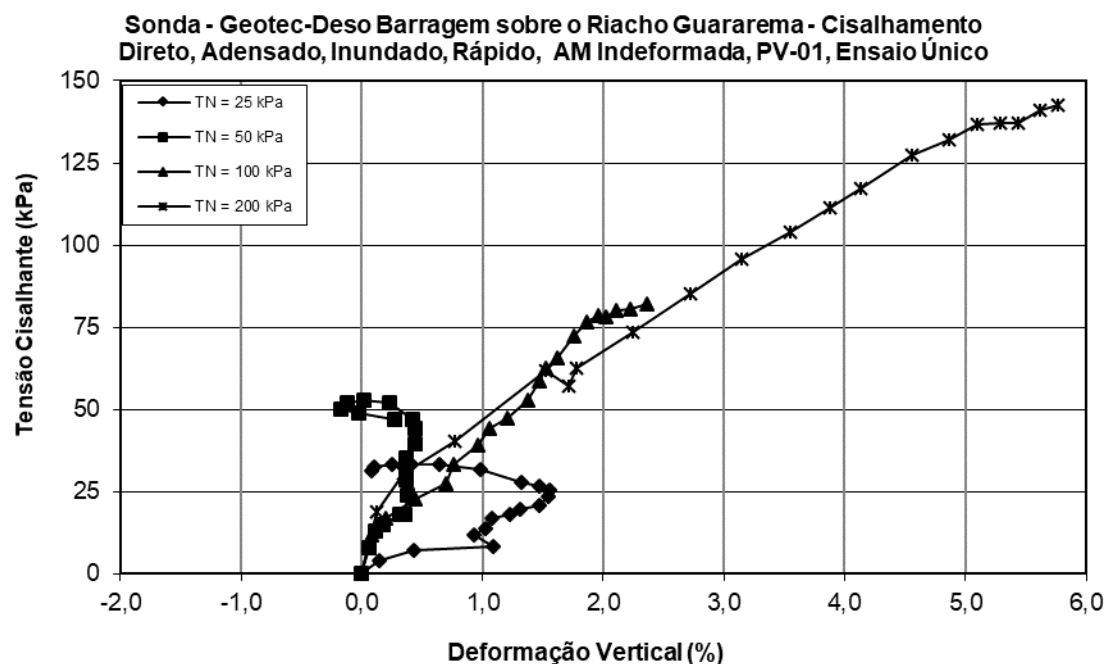


Figura 3 – Deformação Esp. Vertical versus Tensão Cisalhante, Amostra PV-01.

**Cisalhamento Direto - Sonda-Geotec-Deso, Barragem sobre o Riacho
Guararema, Adensado, INUNDADO, Rápido - AM- Única, Indeformada, PV-02,
Ensaio Único**

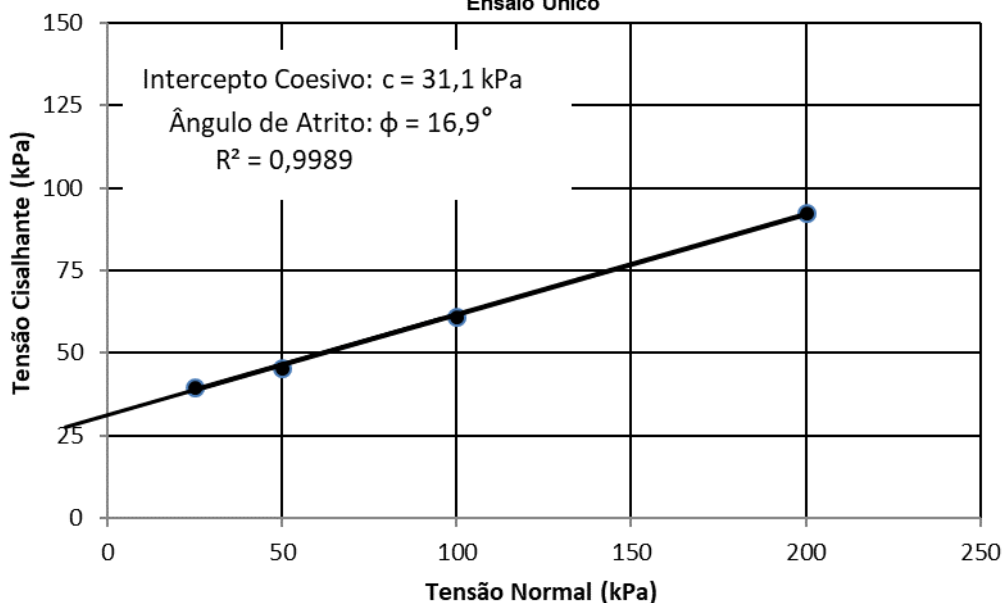


Figura 4 – Gráfico Tensão Normal versus Tensão Cisalhante, Amostra PV-02.

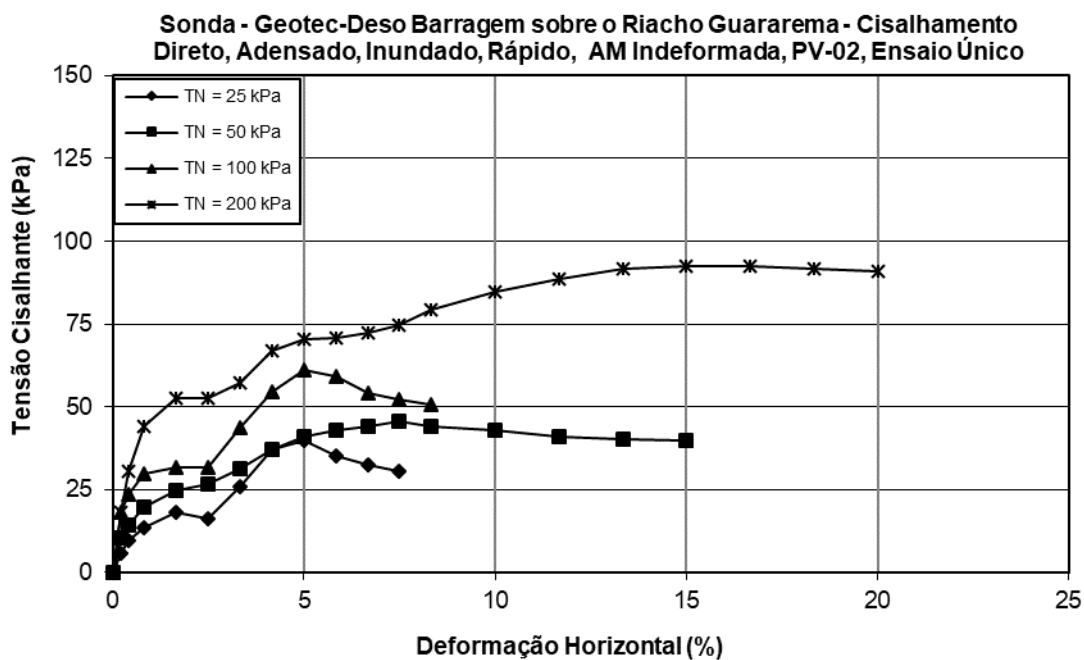


Figura 5 – Deformação Esp. Horizontal versus Tensão Cisalhante, Amostra PV-02.

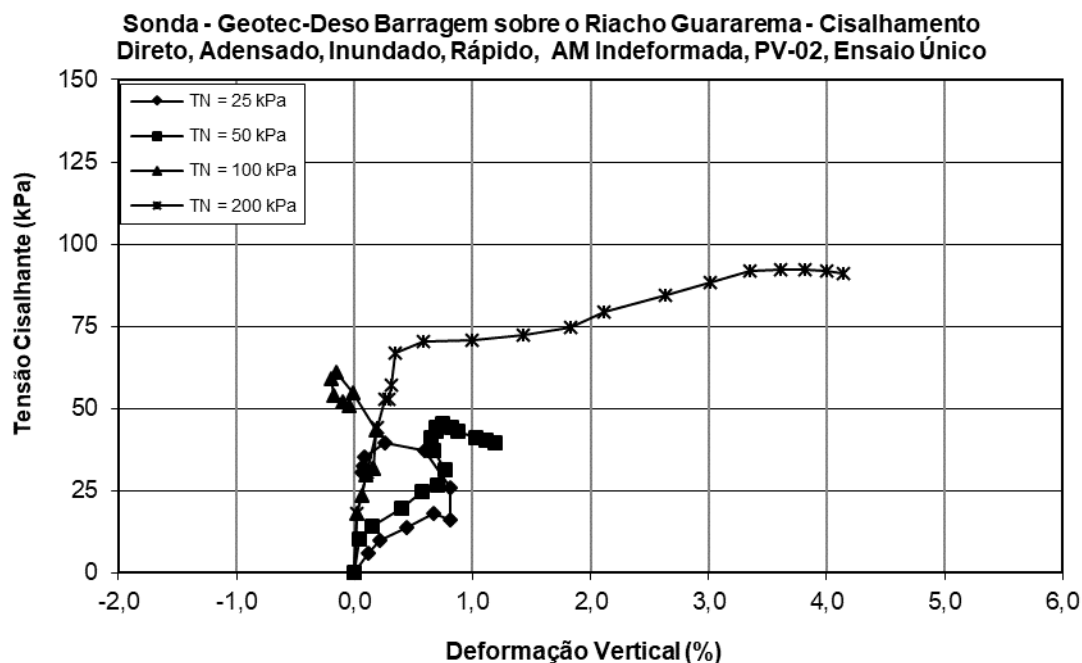


Figura 6 – Deformação Esp. Vertical versus Tensão Cisalhante, Amostra PV-02.

3.2. Ensaios de Caracterização e Compactação

Em anexo, apresentam-se os seguintes elementos:

- Boletim de Sondagem a Trado/Poço de Visita N° 033/21;
- Ficha de Análise Granulométrica com Sedimentação N° 001 e 002/21;
- Planta de Locação de Poço de Visita/Amostras Indeformadas.

4. METODOLOGIA

Ensaios de Laboratório

Para execução dos ensaios discriminados, foram utilizadas as metodologias de ensaios do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, antigo DNER, conforme descrição abaixo:

- Preparação de amostras para ensaios de caracterização: Método DNER-ME 041/94;
- Granulometria combinada – peneiramento + sedimentação: Método DNER- ME 051/94;
- Limite de liquidez: Método DNER–ME 122/94;
- Limite de plasticidade: Método DNER–ME 082/94;
- Compactação Proctor Normal (em amostra não trabalhada): Método DNIT 164/13-ME;
- Para o Ensaio Cisalhamento Direto, foram utilizadas as seguintes referências normativas:

1. ASTM D3080M - 11 – Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions;
2. Caputo, H.P. (1988 e 1987), Mecânica dos Solos e suas Aplicações, Vols 1 e 2, 6ª Edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A;
3. DNER – ME 93-94 (1994) – Solos – Determinação da Densidade Real. Método de Ensaio. DNER;
4. Lambe, T.W., and Whitman, R.V. (1979), Soil Mechanics, SI Version, John Wiley & Sons;
5. MSL15/CESP (1986), Ensaio de Cisalhamento Direto – Método de Ensaio MSL-15. Laboratório Central de Engenharia Civil: Série Normativa 031. Companhia Energética de São Paulo;
6. NBR 5734 (1984), Peneiras para Ensaios – Especificação. ABNT;
7. NBR 12007 (1986), Solo – Ensaio de Adensamento Unidimensional. Método de Ensaio. ABNT;
8. Vargas, M. (1978), Introdução à Mecânica dos Solos, Ed. McGraw-Hill do Brasil Ltda., São Paulo.

Prontos para quaisquer esclarecimentos, desde já nos subscrevemos.

Atenciosamente,

SONDA – Engenharia e Construções Ltda.

Engº Civil George Willami de Oliveira Santos
RN CREA-SE nº 270015394-4
Coordenador Técnico

ANEXOS

Observa-se ainda que devido à heterogeneidade das amostras (PV-01 e PV-02), foi necessário efetuar ensaios adicionais com o fim de se obter um coeficiente de determinação (R^2) mais satisfatório. É apresentado nas figuras 7 e 8 a curva Tensão Cisalhante versus Tensão Normal, com resultados incluindo os pontos adicionais executados de cada amostra analisada (PV-01 um ponto e PV-02 dois pontos).

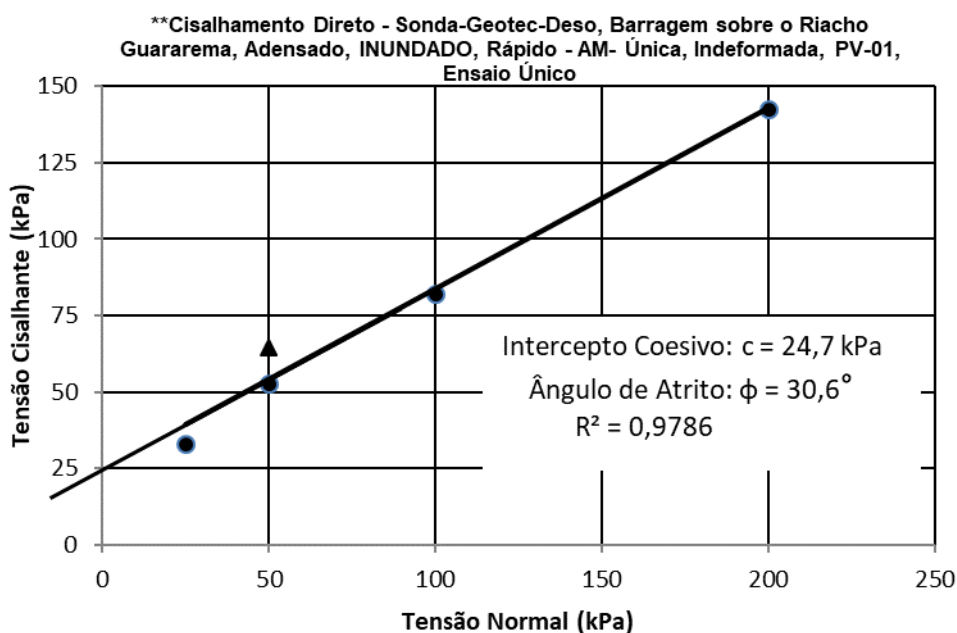


Figura 7 – Gráfico Tensão Normal versus Tensão Cisalhante, (**) Amostra PV-01 com inclusão dos pontos executados, mas excluídos.

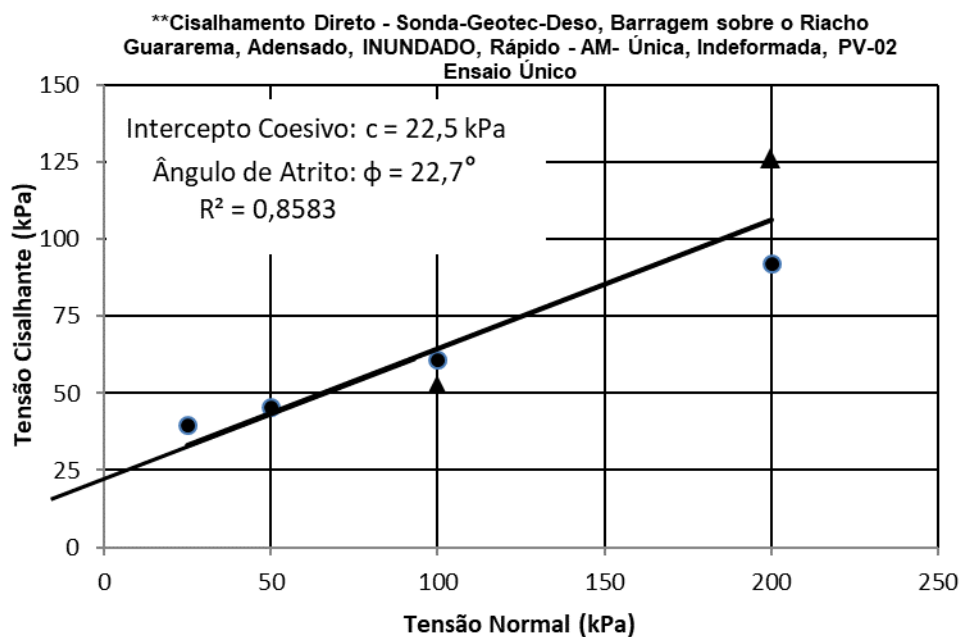


Figura 8 – Gráfico Tensão Normal versus Tensão Cisalhante, (**) Amostra PV-02 com inclusão dos pontos executados, mas excluídos.

**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM SEDIMENTAÇÃO (DNER-ME 051/94 - ABNT NBR 7181/2018) -
ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS**

Identificação: FORM.GTSSA.17

Versão: 05

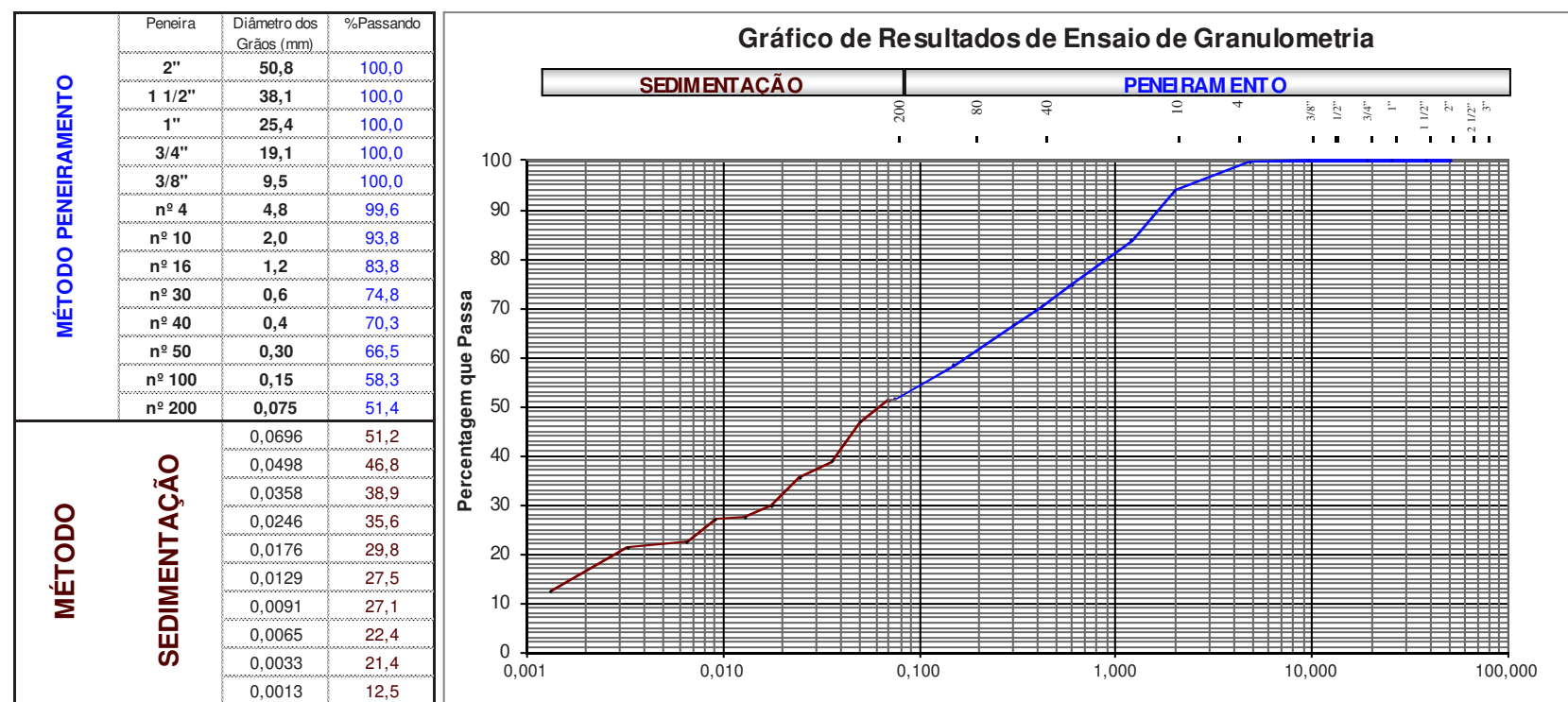
Folha: 02/03

OBRA: Barragem do Riacho Guararema

Nº 001/21
LOCAL: Município de Santa Luzia do Itanh/SE

CLIENTE: GEOTEC - Consultoria e Serviços Ltda

Nº do Registro: 526/2020

Procedência do Material: Amostra PV 01 - Profundidade: 0,50 a 1,00 m

CARACTERIZAÇÃO
Resumo da Granulometria (NBR-6502/95)

Pedregulho	6,2%	(60 a 2,0 mm)
Areia	44,8%	(2,0 a 0,060 mm)
Silte	33,5%	(0,060 a 0,002 mm)
Argila	15,6%	(< 0,002 mm)

Identificação: Areia silto-argilosa

Classificação	Índice de Grupo:	4
	Grupo HRB:	A.6
	Faixa do DNER:	-



0%

100%

Ind. Areia	Equivalente de Areia:	-
Limites de Consistência (Atterberg)	Limite de Liquidez:	38,8%
	Limite de Plasticidade:	27,9%
	Índice de Plasticidade:	10,9%
Compactação	Golpes:	12
	Umidade Ótima:	14,0%
	Dens. Máx. (gr/cm³):	1657
Resistência	Expansão:	-
	ISC (CBR)	-

Data: 18/01/2021

Engenheiro Responsável:

**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM SEDIMENTAÇÃO (DNER-ME 051/94 - ABNT NBR 7181/2018) -
ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS**

Identificação: FORM.GTSSA.17

Versão: 05

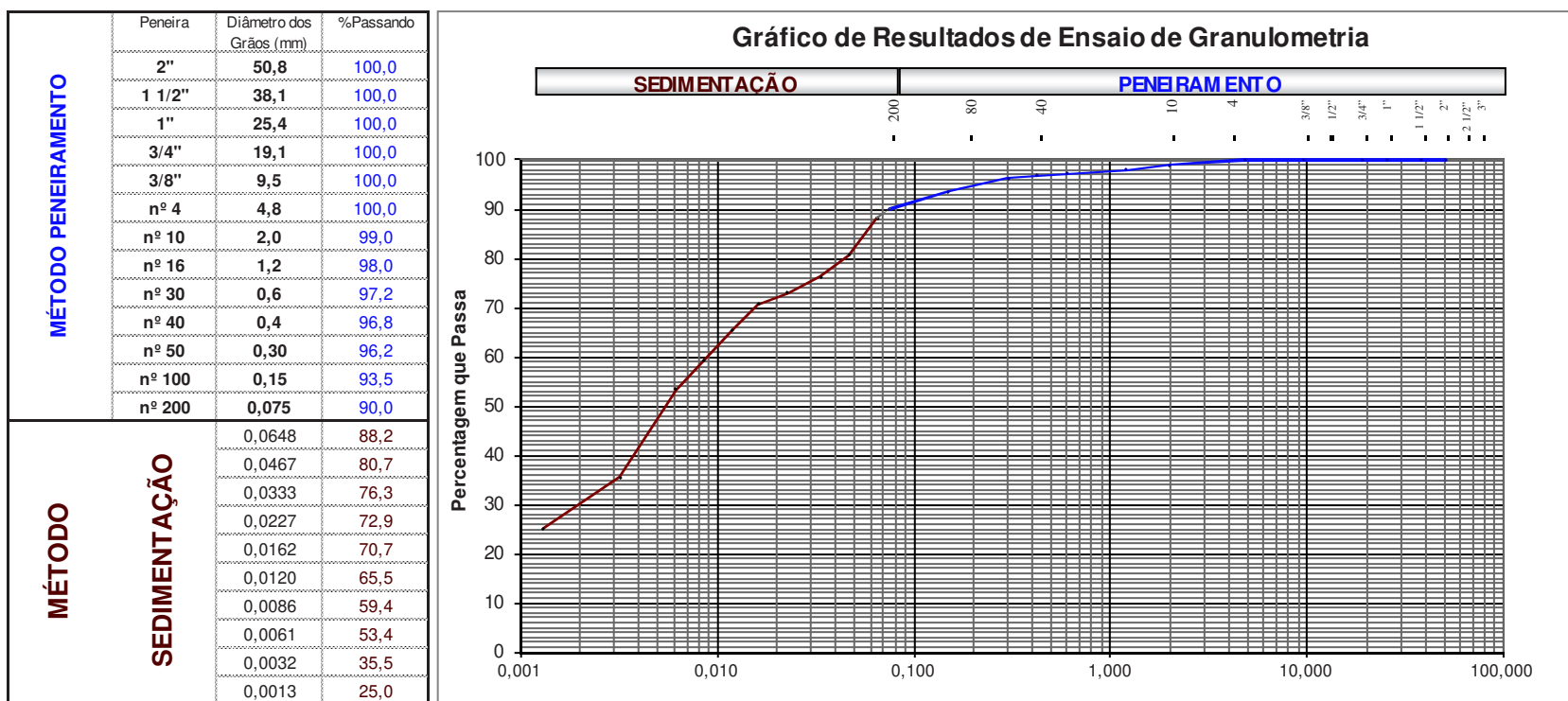
Folha: 02/03

OBRA: Barragem do Riacho Guararema

LOCAL: Município de Santa Luzia do Itanh/SE

CLIENTE: GEOTEC - Consultoria e Serviços Ltda

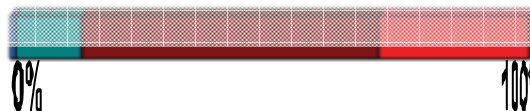
Nº 002/21
Nº do Registro: 527/2020

Procedência do Material: Amostra PV 02 - Profundidade: 0,50 a 1,00 m

CARACTERIZAÇÃO
Resumo da Granulometria (NBR-6502/95)

Pedregulho	1,0%	(60 a 2,0 mm)
Areia	12,8%	(2,0 a 0,060 mm)
Silte	57,4%	(0,060 a 0,002 mm)
Argila	28,9%	(< 0,002 mm)

Identificação: Silte argiloso com presença de areia fina

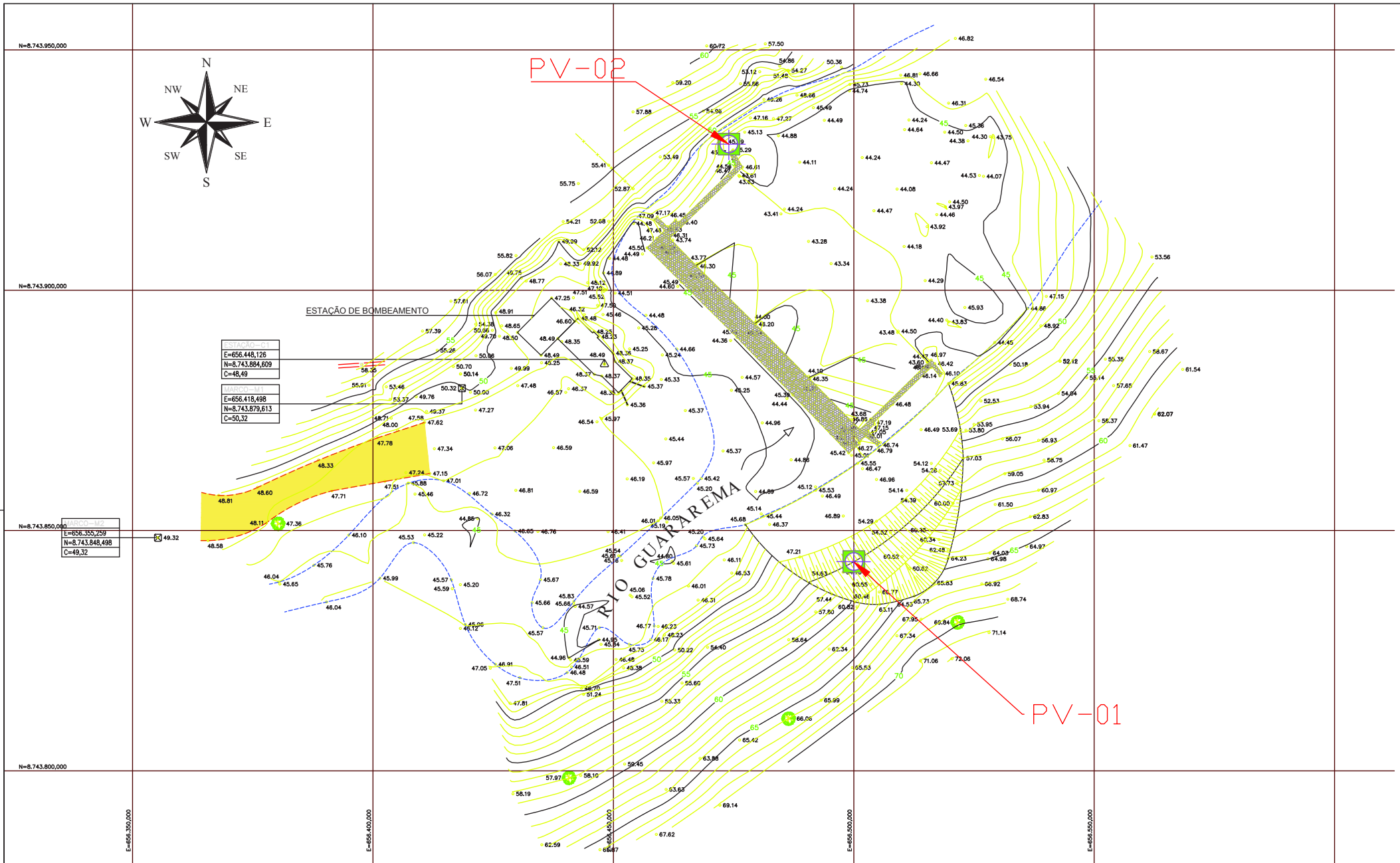
Classificação	Índice de Grupo:	14
	Grupo HRB:	A.7.5
	Faixa do DNER:	-



Ind. Areia	Equivalente de Areia:	-
Limites de Consistência (Atterberg)	Límite de Liquidez:	52,0%
	Límite de Plasticidade:	33,5%
	Índice de Plasticidade:	18,5%
Compactação	Golpes:	12
	Umidade Ótima:	25,9%
	Dens. Máx. (gr/cm³):	1450
Resistência	Expansão:	-
	ISC (CBR)	-

Data: 18/01/2021

Engenheiro Responsável:



ABAIXO : LEGENDAS - OBSERVAÇÕES - ALTERAÇÕES - REVISÕES - DADOS TÉCNICOS



PV/ST - POÇO DE VISITA / AMOSTRAS INDEFORMADAS

REVISÃO

R00 - EMISSÃO INICIAL

NOTAS



PROJETO: LOCAÇÃO DE POÇO DE VISITA / AMOSTRAS INDEFORMADAS

OBRA: Barragem do Riacho Guararema

LOCAL: Município de Santa Luzia do Itanhém/SE

CLIENTE / PROPRIETÁRIO / ÓRGÃO

GEOTEC - Consultoria e Serviços Ltda

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Eng. George W. O. Santos
R.N. CREA-SE nº 27001/0394-4

ESCALA: SEM ESCALA

REVISÃO: R00

DESENHISTA: George Willami

DATA: Jan / 2021

FOLHA: 01

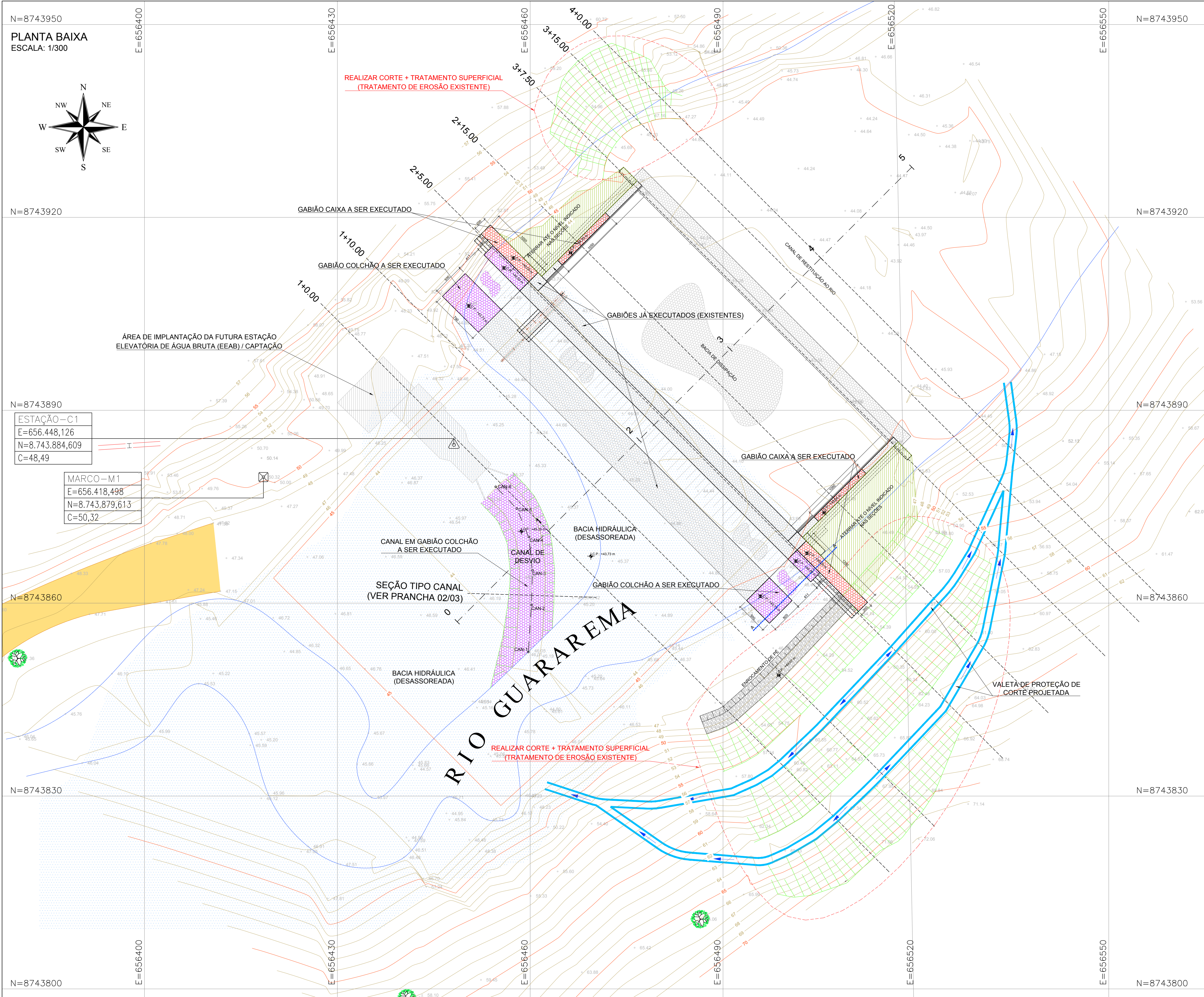
PROJETO DIGITAL: LOCAÇÃO AMOSTRAS INDEFORMADAS - BARRAGEM, RIACHO GUARAREMA, STA LUZIA DO ITANHÉM/SE

W.ART

A3 01

ANEXO III – Projeto Executivo (GT.DESO.E.GEO.BAR_GUA.R02)

ARQUIVO: GT.DESOB.BARR.GUA.01.03.R02



CONVENÇÕES

REFERENCIAL TOPOGRÁFICO

- ESTACÃO TOPOGRÁFICA
- MARCO TOPOGRÁFICO DE CONCRETO
- PONTOS TOPOGRAFIA (TERRENO NATURAL)

PERÍMETRO / LIMITE

- CERCA - INTERNA / ADJACENTE
- GABIÃO JÁ EXECUTADO (EXISTENTE)
- GABIÃO CAIXA PROJETADO (A EXECUTAR)
- GABIÃO COLCHÃO PROJETADO (A EXECUTAR)

REDE ELÉTRICA

- POSTE - REDE ELÉTRICA (ALTA TENSÃO)

SISTEMA VIÁRIO

- ESTRADA NÃO PAVIMENTADA

VEGETAÇÃO

- ÁRVORE EXISTENTE

RELEVO / ACIDENTES NATURAIS

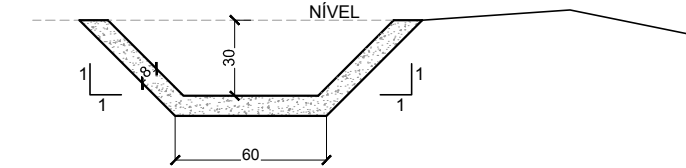
- CURVA DE NÍVEL
- TALUDE

DRENAGEM SUPERFICIAL

- VALETA PROJETADA
- SENTIDO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE PROJETADA

SEM ESCALA

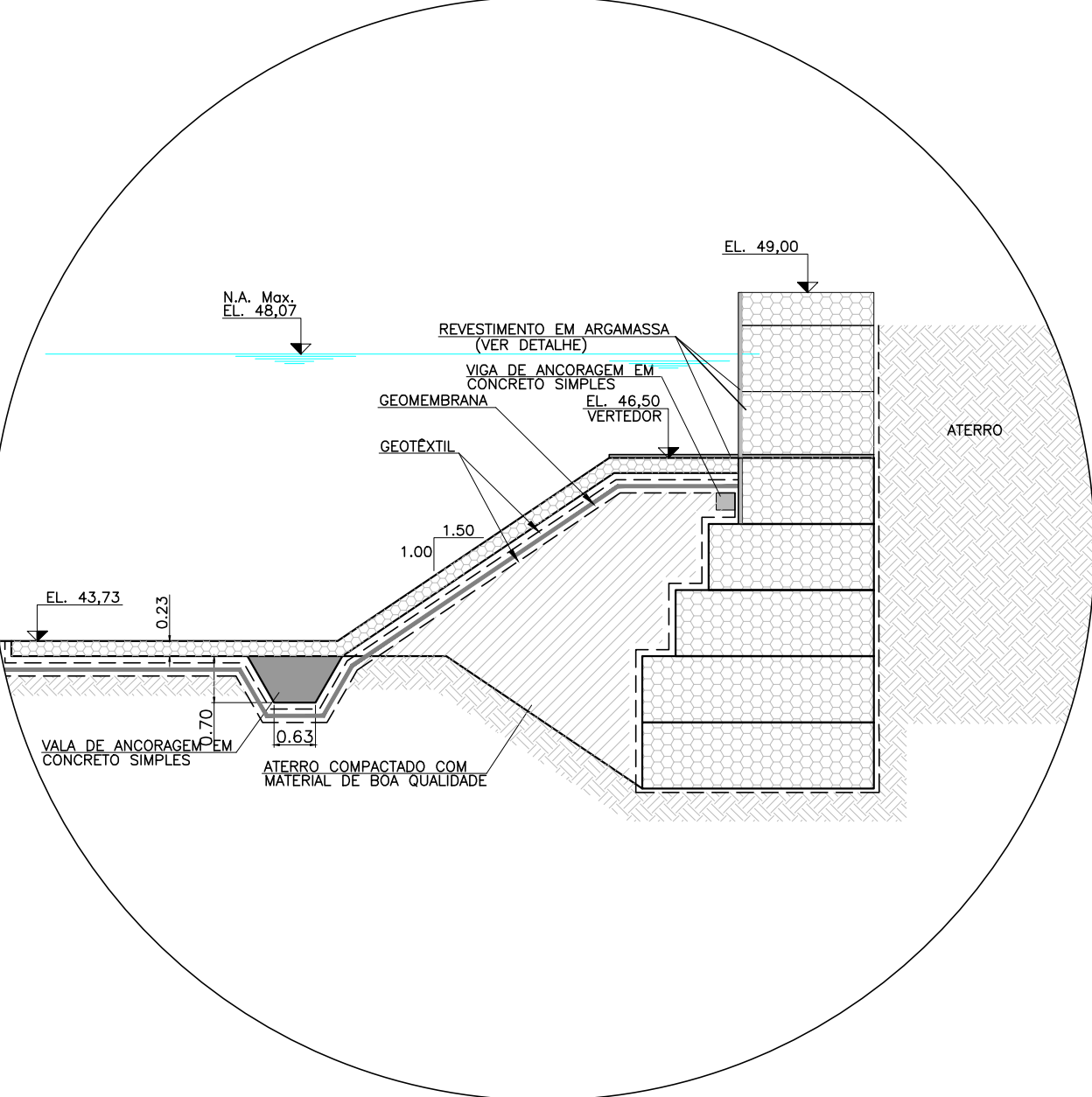


COMSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,28 m³/m
APILOAMENTO MANUAL	0,20 m³/m
GUIA DE MADEIRA (2,5cm x 8,0 cm)	0,78 m³/m
CONCRETO k _k ≥ 15 MPa	0,116 m³/m
ARGAMASSA ASFÁLTICA	0,20 kg/m
GRAMA	0,90 m³/m

NOTAS:
1 - Dimensões em cm;
2 - Adotar juntas com argamassa asfáltica a cada 12m de valeta;
3 - As guias de madeira das valetas serão instaladas segundo a seção transversal, a cada 3 m.

SEÇÃO A-A

ESCALA: 1/100



OBS.: OS ELEMENTOS DE GABIÃO PROJETADOS DE MODO COMPLEMENTAR CONSERVAM OS DETALHES EXECUTIVOS APRESENTADOS NO PROJETO ORIGINAL ELABORADO PELA UFC ENGENHARIA (4332-EXE-BAR-001-002), TAL COMO OBSERVADO NA SEÇÃO A-A (ADAPTADA DO PROJETO ORIGINAL).DEMAIS DETALHES EXECUTIVOS E ESPECIFICAÇÕES PODEM SER CONSULTADAS NAS PRANCHAS DOS PROJETOS ORIGINAIS DA BARRAGEM.

QUANTITATIVO PARA OS INSUMOS PARA O PROJETO DE ADEQUAÇÃO

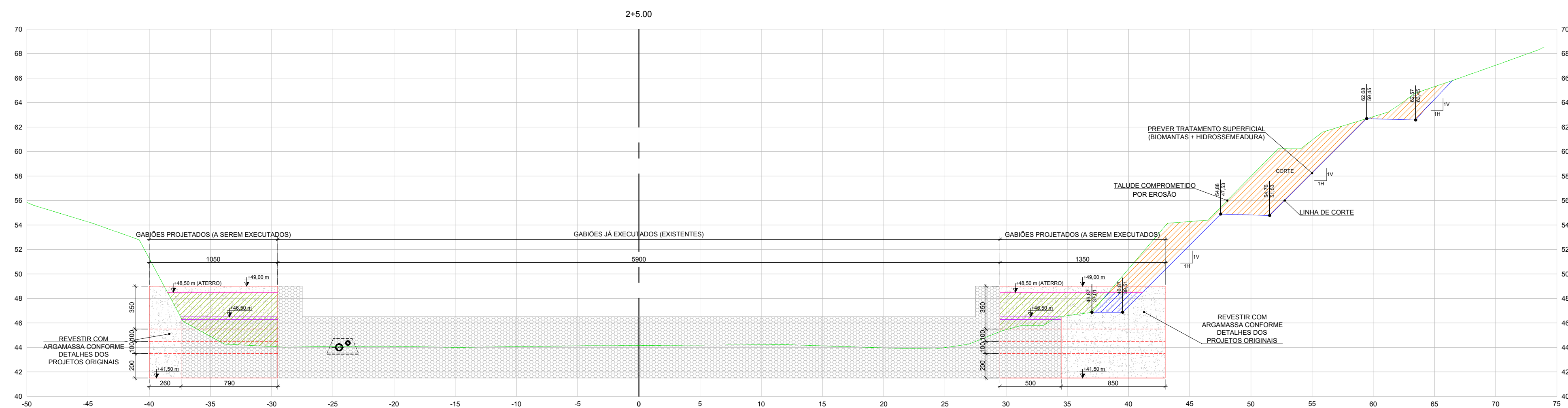
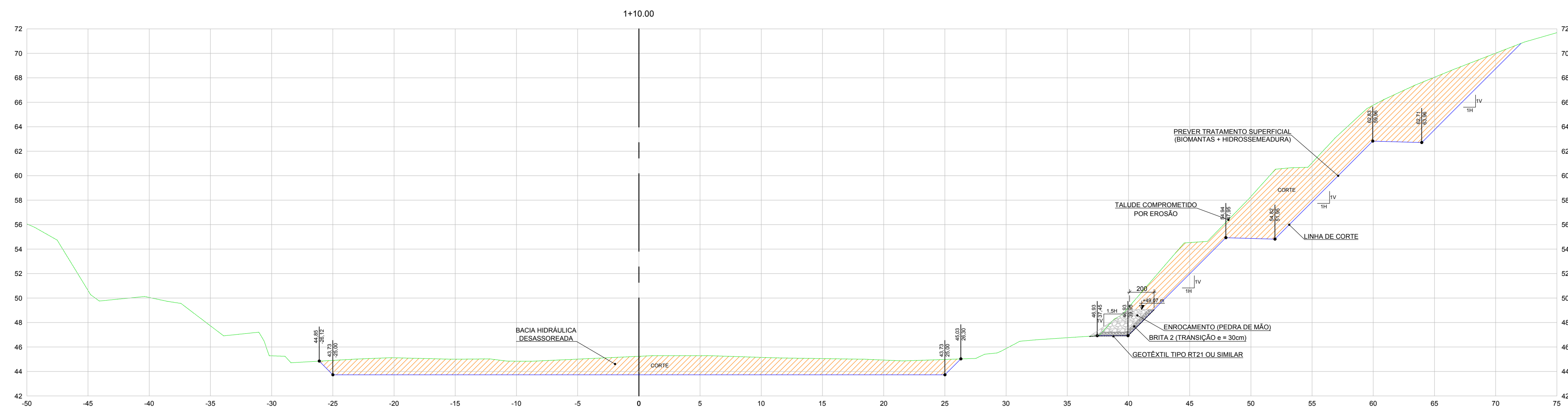
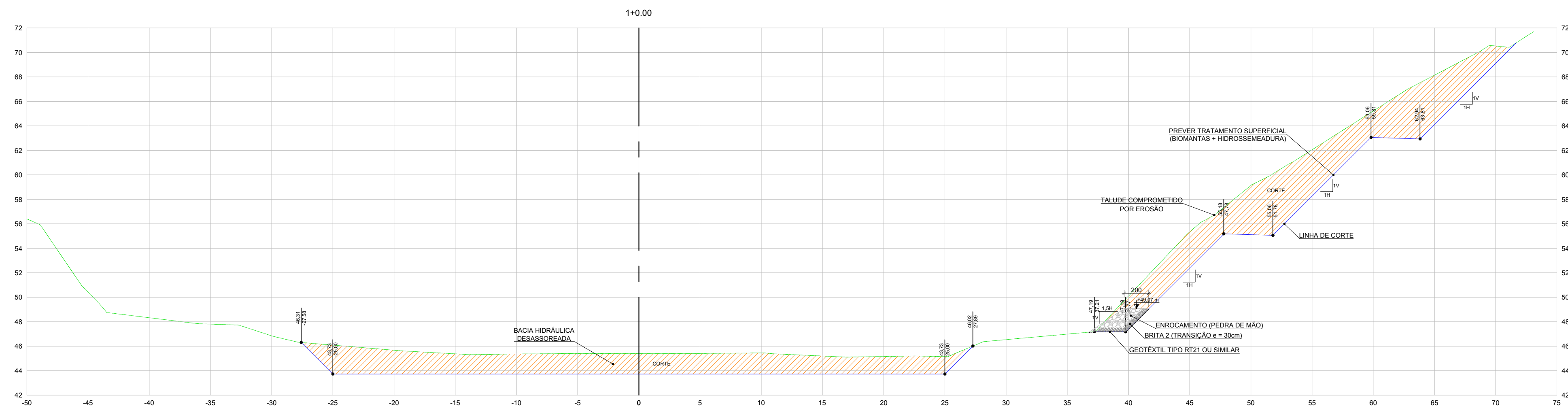
Descrição	Unidade	Quantidade
Aterro	m³	664,1
Brita (Transição - Enrocamento de pé)	m³	43,0
Corte	m³	10.266,2
Gabião tipo caixa	m³	489,0
Gabião tipo colchão e = 0,23 m	m³	374,1
Pedra de mão (sem perdas)	m³	676,7
Geotêxtil (RT 21 ou Similar)	m²	1.120,4
Geomembrana	m²	172,1
Concreto simples (Vala/viga de ancoragem)	m³	10,3
Valeta de proteção de corte	m	216,8
Tratamento superficial (Biomantas + Hidrossemeadura)	m²	2.394,5

REVISÃO		DESO		DESENHO DE REFERÊNCIA		NOTAS	DESO	EXECUTADO POR
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	TÍTULO			
00	16/09/2020	EMISSIONAL INICIAL. PROJETO BÁSICO PARA ANÁLISE.	ANDRÉ DELMONDES	CARLOS REZENDE	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO	PE2871T0001R0		
01	12/11/2020	REVISÃO GERAL. EMISSÃO DEFINITIVA.	ANDRÉ DELMONDES	CARLOS REZENDE	PLANTA BAIXA E DETALHES - DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	4332-EXE-BAR-001		
02	21/01/2021	REVISÃO GERAL.	ANDRÉ DELMONDES	CARLOS REZENDE	PLANTA BAIXA DO BARRAMENTO	4332-EXE-BAR-001		
					CORTES E DETALHES DO BARRAMENTO	4332-EXE-BAR-002		
					ARRANJO GERAL	4332-HID-BAR-001		

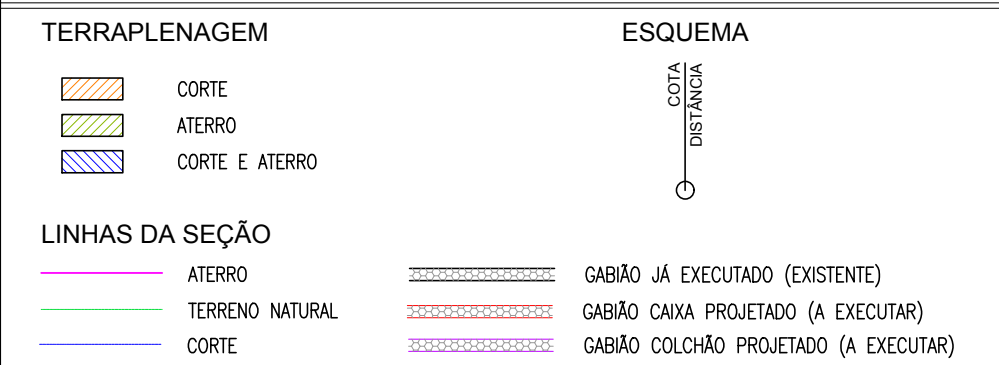
DESO		EXECUTADO POR	
VISTO E ACEITO		GEOTEC	
ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA		CONSULTORIA E SERVIÇOS LTDA.	
DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES CONTIDAS		12/11/2020	
NO CONTRATO		12/11/2020	
ANALISADO		BARRAGEM DO RIACHO GUARAREMA	
APROVADO		-	
VISTO		-	

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE		PROJETO DE ADEQUAÇÃO	
BARRAGEM DO RIACHO GUARAREMA		MUNICÍPIO/UF: SANTA LUÍZIA DO ITANHUY/SE	
REVISÃO:		ESCALA:	
1:300		Nº DESO:	
-		Nº FIRMA:	
-		-	

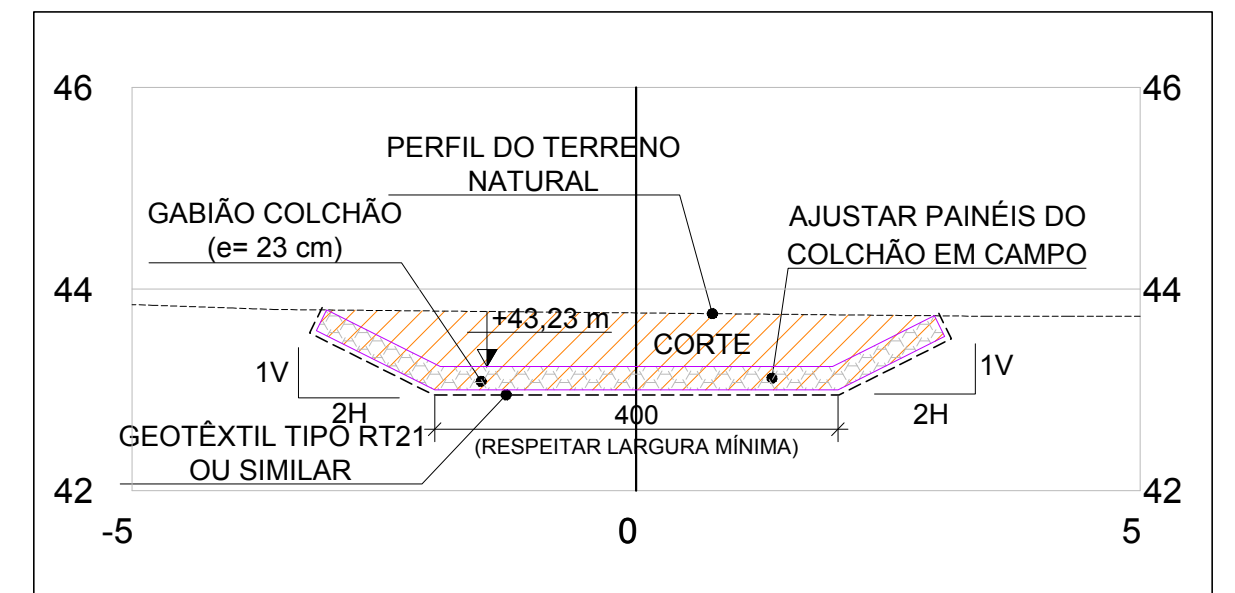
SEÇÕES TRANSVERSAIS
 ESCALA: 1/250



CONVENÇÕES



SEÇÃO TIPO - CANAL DE DESVIO



LOCAÇÃO DAS ESTACAS

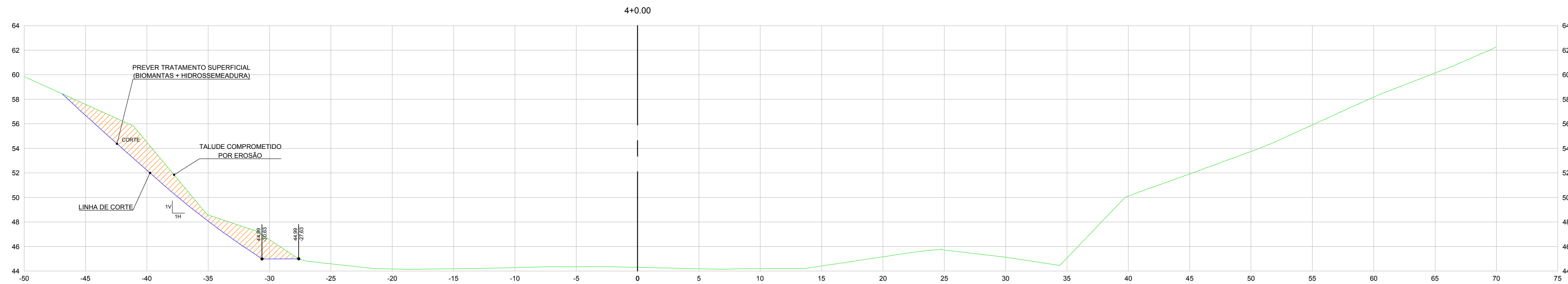
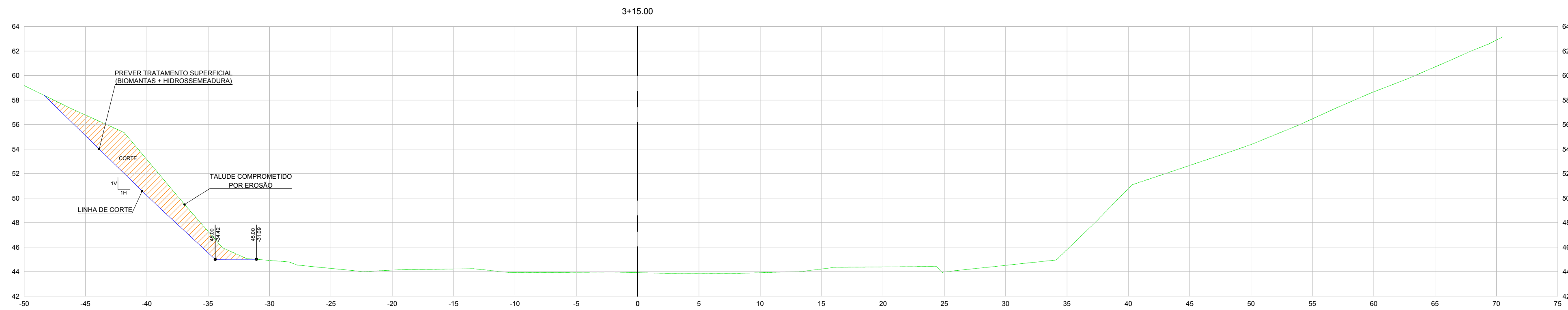
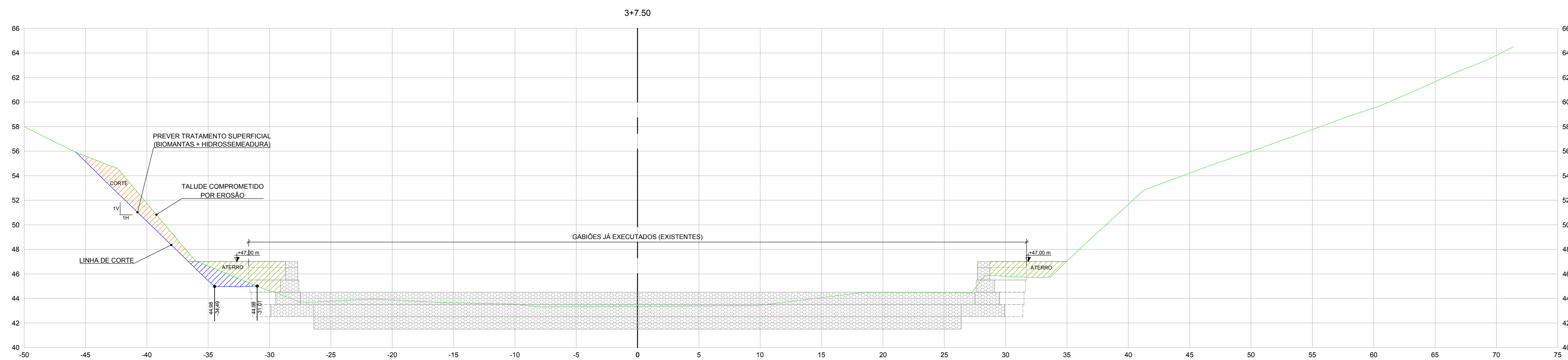
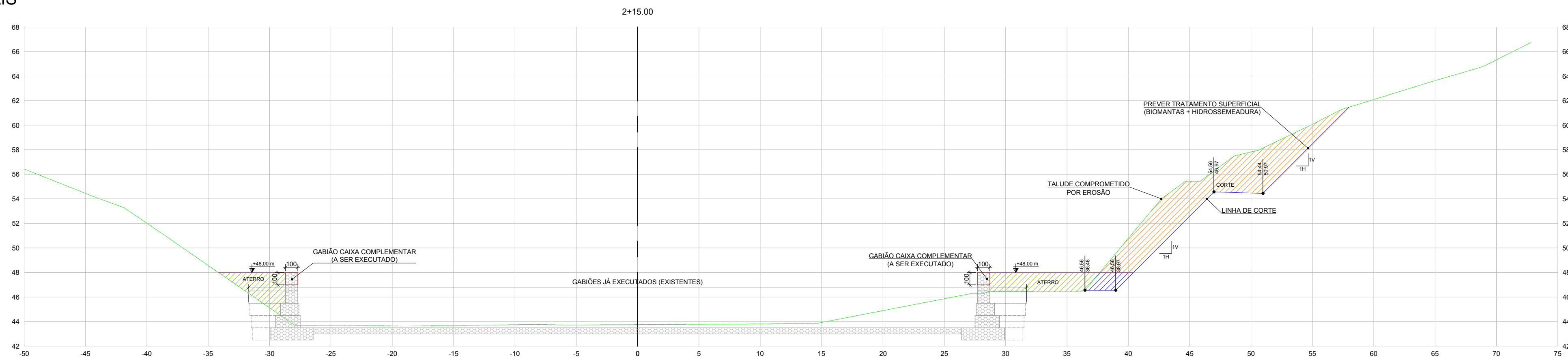
DESCRIÇÃO	LESTE	NORTE
EST-0	656.448,6452	8.743.857,1072
EST-1	656.462,7873	8.743.871,2493
EST-2	656.476,9294	8.743.885,3914
EST-3	656.491,0716	8.743.899,5336
EST-4	656.505,2137	8.743.913,6757
EST-5	656.519,3559	8.743.927,8179

LOCAÇÃO DO EIXO DO CANAL

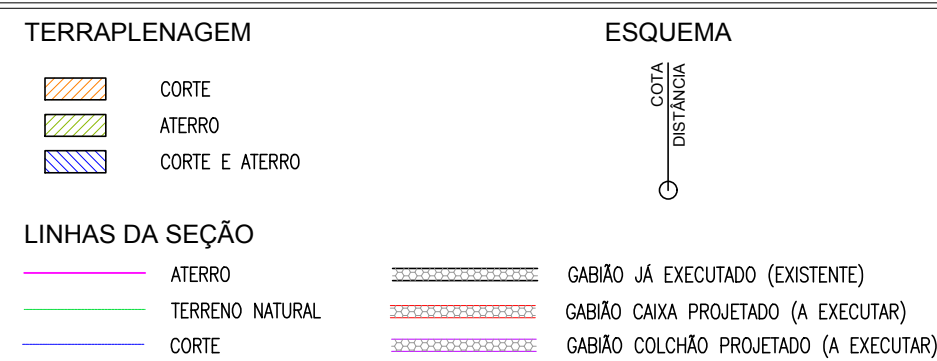
DESCRIÇÃO	LESTE	NORTE
CAN-1	656.459,6921	8.743.852,4003
CAN-2	656.460,2164	8.743.859,7189
CAN-3	656.460,3474	8.743.865,1055
CAN-4	656.459,7950	8.743.870,2862
CAN-5	656.457,9140	8.743.874,7282
CAN-6	656.454,6292	8.743.878,1065

REVISÃO				DESO		DESENHO DE REFERÊNCIA		NOTAS	DESO	EXECUTADO POR	COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE Rua Antônio Andrade, 2380 - Sala 03 Cidade de Mito, Alegre-SE - Ipiranga (PI) 3121-1137 e-mail: geotec@deso.com.br
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	ACEITO	DATA	TÍTULO				
00	16/09/2020	EMISSION INICIAL. PROJETO BÁSICO PARA ANÁLISE.	ANDRÉ DELMONDES	CARLOS REZENDE			LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANALTIMÉTRICO	PE2871T0001R0	VISTO E ACEITO ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES CONTIDAS NO CONTRATO	GEOTEC CONSULTORIA E SERVIÇOS LTDA. Desenho Executivo: 12/11/2020 Projeto: 12/11/2020 Desenho Projeto: - Aprovação: -	
01	12/11/2020	REVISÃO GERAL. EMISSÃO DEFINITIVA.	ANDRÉ DELMONDES	CARLOS REZENDE			PLANTA BAIXA E DETALHES – DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	4332-DRE-BAR-001			
02	21/01/2021	REVISÃO GERAL.	ANDRÉ DELMONDES	CARLOS REZENDE			PLANTA BAIXA DO BARRAMENTO	4332-EXE-BAR-001			
							CORTES E DETALHES DO BARRAMENTO	4332-EXE-BAR-002			
							ARRANJO GERAL	4332-HID-BAR-001			

SEÇÕES TRANSVERSAIS
ESCALA: 1/250



CONVENÇÕES



SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1) CORTAR O TERRENO NATURAL PROVISORIAMENTE COM A GEOMETRIA INDICADA EM PROJETO;

2) EXECUTAR AS ESTRUTURAS DE FECHAMENTO/CONTENÇÃO EM GABIÃO CONFORME LOCAÇÃO DO PROJETO;

3) NAS ÁREAS INDICADAS, EXECUTAR O REATERRO COMPACTADO REALIZANDO OS CONTROLE NECESSÁRIOS DE COMPACTAÇÃO PARA GARANTIR AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO A SEGUIR.

NOTAS:

1. SOLO:

- TODAS AS CAMADAS DE ATERRIO DEVEM SER CONVENIENTEMENTE COMPACTADAS, DE CONFORMIDADE COM O DEFINIDO NO PROJETO DE TERRAPLANAGEM. ORDINARIAMENTE, A PRECONIZADO É O SEGUINTE:
- (A) PARA OS ATERRIOS, NA UMIDADE ÓTIMA, MAIS OU MENOS 3%, ATÉ SE OBTIVER MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA CORRESPONDENTE A 100% DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA, DO ENSAIO REALIZADO PELA NORMA DNER-ME 129/94, MÉTODO A (ENSAIO PROCTOR NORMAL);

2. GEOSSINTÉTICOS:

- O MATERIAL PODERÁ SER MANUSEADO E DESENVOLVIDO MANUALMENTE OU ATRAVÉS DE EQUIPAMENTO DOTADO DE EIXO OU CABO QUE PERMITA O LEVANTAMENTO, TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO DAS BOBINAS.
- O CORTE DO GEOSSINTÉTICO DEVE SER DE ACORDO COM AS NECESSIDADES DA OBRA, ATRAVÉS DE TESOURAS, FACAS, LÂMINAS AFIAÇAS, ETC.
- CASO, DURANTE AS OPERAÇÕES DE MANUSEIO E INSTALAÇÃO, FOREM DETECTADOS DANOS AO GEOSSINTÉTICO, DEVEM SER FEITOS REMENDOS, UNIDOS POR COSTURAS ADEQUADAS, APROPRIADAS EM COMPRIMENTO E DIMENSÕES SUFICIENTES PARA A ADEQUADA TRANSMISSÃO DE ESFORÇOS, CONFORME INSTRUÇÕES DO FABRICANTE, OS QUAIS DEVEM SER LIBERADOS PELA FISCALIZAÇÃO.
- OS GEOSSINTÉTICOS DEVEM SER DISPOSTOS TRANSVERSALMENTE AO DESENVOLVIMENTO DA OBRA, COM AS EMENDAS ENTRE MANTAS REAISADAS POR SOBREPOSIÇÃO MÍNIMA 30 cm OU ALTERNATIVAMENTE POR COSTURA OU ENTRELAÇAMENTO MECÂNICO.

NOTAS COMPLEMENTARES

1. INSPECIONAR A CAMADA DE SOLO ONDE SERÁ ASSENTADO O MURO DE CONTENÇÃO. RETIRAR MATERIAIS ORGÂNICOS E DETRITOS. EM SEGUIDA, COMPACTAR E REGULARIZAR O TERRENO DE SUPORTE;

2. COMPACTAR O REATERRO COM AS ESPECIFICAÇÕES INDICADAS NESTE PROJETO, UTILIZANDO ALTURA MÁXIMA DE 20 cm POR CAMADA;

3. AS DIMENSÕES MAIS ADEQUADAS PARA O MATERIAL DE ENCHIMENTO DOS GABIÕES VARIAM ENTRE 1,5 E 2,0 VEZES A DIMENSÃO "D" DA MALHA DA REDE (DISTÂNCIA ENTRE AS TORÇÕES);

4. REALIZAR O ENCHIMENTO DOS GABIÕES EM CAMADAS DE 30cm (NO CASO DE GABIÕES COM 1,0m DE ALTURA) E 25cm (NO CASO DE GABIÕES COM 0,50m DE ALTURA), NÃO ENCHENDO O ELEMENTO SEM QUE A CAIXA AO LADO ESTEJA PARCIAMENTE PREENCHIDA. PARA MAIORES DETALHES DO PROCESSO EXECUTIVO, SEGUIR RECOMENDAÇÕES DO FABRICANTE;

5. GARANTIR QUE O PREENCHIMENTO DE CADA CELA EXCEDA SUA ALTURA EM APROXIMADAMENTE 3 A 5cm, SUPERAR ESSE LIMITE PODE DIFICULTAR O FECHAMENTO DOS GABIÕES CAIXA E COLCHÕES.

6. PARA GARANTIR A CONTINUIDADE DO GEOTÊXTEL NAS EMENDAS, RECOMENDA-SE ADOTAR SOBREPOSIÇÕES MÍNIMAS DE 30 cm, PODENDO AINDA SER COMPLEMENTADA COM GRAMPEAMENTO A FIM DE EVITAR O DOBRAMENTO OU DESUNIÃO DO MESMO DURANTE O LANÇAMENTO DO ATERRO;

7. CASO NECESSÁRIO DEVE SER EXECUTADA ENSECADEIRA E/OU REBAIXAMENTO DO NÍVEL FREÁTICO PARA ESCAVAÇÕES ATÉ AS COTAS DE PROJETO;

8. QUANDO NÃO INDICADAS, COTAS ESTÃO EM METROS E AS E DIMENSÕES EM CENTÍMETROS

ESPECIFICAÇÕES DOS GABIÕES:

A) GABIÕES TIPO CAIXA:

- PARAMENTO: MALHA HEXAGONAL 8x10 DE DUPLA TORÇÃO PRODUZIDAS COM ARAMES DE AÇO (diâm. = 2,4 mm) REVESTIDOS;
- DIMENSÕES PADRÃO POR MÓDULO: LARGURA = 1,0 m E ALTURA = 0,5 e 1,0 m;
- ENCHIMENTO: PEDRA DE MÃO;
- FILTRO NA INTERFACE COM SOLO: GEOTÊXTEL NÃO-TECIDO AGULHADO TIPO RT21 OU SIMILAR.

B) GABIÕES TIPO COLCHÃO:

- PARAMENTO: MALHA HEXAGONAL 6x8 DE DUPLA TORÇÃO PRODUZIDAS COM ARAMES DE AÇO (diâm. = 2,0 mm) REVESTIDOS;
- DIMENSÕES PADRÃO POR MÓDULO: LARGURA = 2,0 m E ALTURA = 0,23 m;
- ENCHIMENTO: PEDRA DE MÃO;
- FILTRO NA INTERFACE COM SOLO: GEOTÊXTEL NÃO-TECIDO AGULHADO TIPO RT21 OU SIMILAR.

REVISÃO				DESO		DESENHO DE REFERÊNCIA		NOTAS	DESO		EXECUTADO POR		COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE			
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	ACEITO	DATA	TÍTULO		NÚMERO	VISTO E ACEITO	EXECUTIVO	GEOTEC	 COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE			
00	16/09/2020	EMISSÃO INICIAL. PROJETO BÁSICO PARA ANÁLISE.	ANDRÉ DELMONDES	CARLOS REZENDE			LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANALTIMÉTRICO	PE2871T0001R0	ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES CONTIDAS NO CONTRATO	 Rua Antônio Andrade, 2390 - Sala 05 Casa do Mãe, Angra-de-Iguçu (PI) 311-3117 e-mail: geotec@uol.com.br		PROJETO DE ADEQUAÇÃO				
01	11/11/2020	REVISÃO GERAL. EMISSÃO DEFINITIVA.	ANDRÉ DELMONDES	CARLOS REZENDE			PLANTA BAIXA E DETALHES - DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	4332-DRE-BAR-001		EXECUTIVO	GEOTEC	12/11/2020	BARRAGEM DO RIACHO GUARAREMA			
02	21/01/2021	REVISÃO GERAL.	ANDRÉ DELMONDES	CARLOS REZENDE			PLANTA BAIXA DO BARRAMENTO	4332-EXE-BAR-001		DESENHO EXECUTIVO	GEOTEC	12/11/2020	MUNICÍPIO/UF: SANTA LUÍZA DO ITANHY/SE			
							CORTES E DETALHES DO BARRAMENTO	4332-EXE-BAR-002		PROJETO	BARRAGEM DO RIACHO GUARAREMA		REVISÃO: 	ESCALA: 1:250	Nº DESO: -	Nº FIRMA: -
							ARRANJO GERAL	4332-HID-BAR-001		DESENHO PROJETO	-					
									VISTO	APPROVAÇÃO						