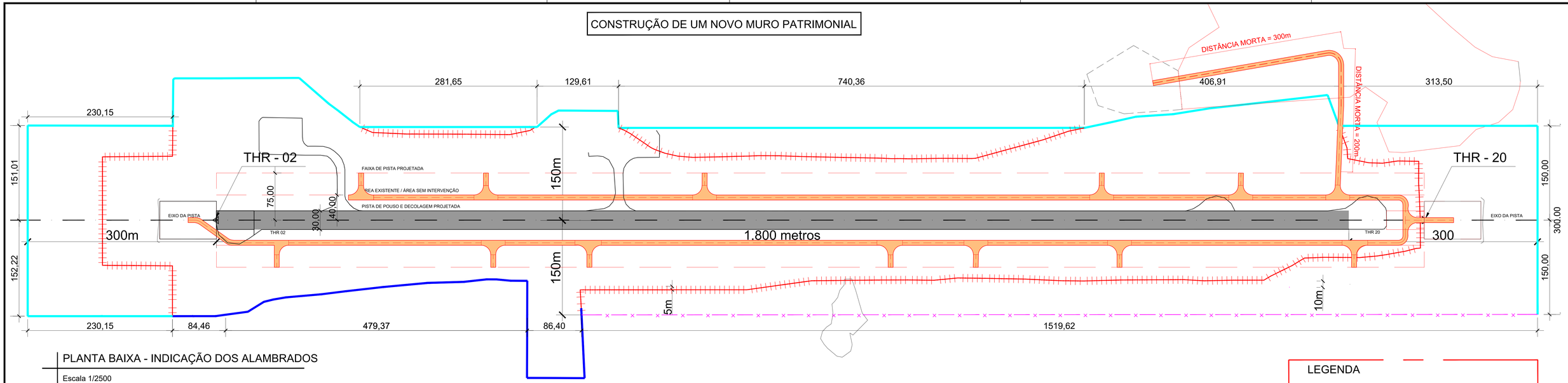
CONSTRUÇÃO DE UM NOVO MURO PATRIMONIAL



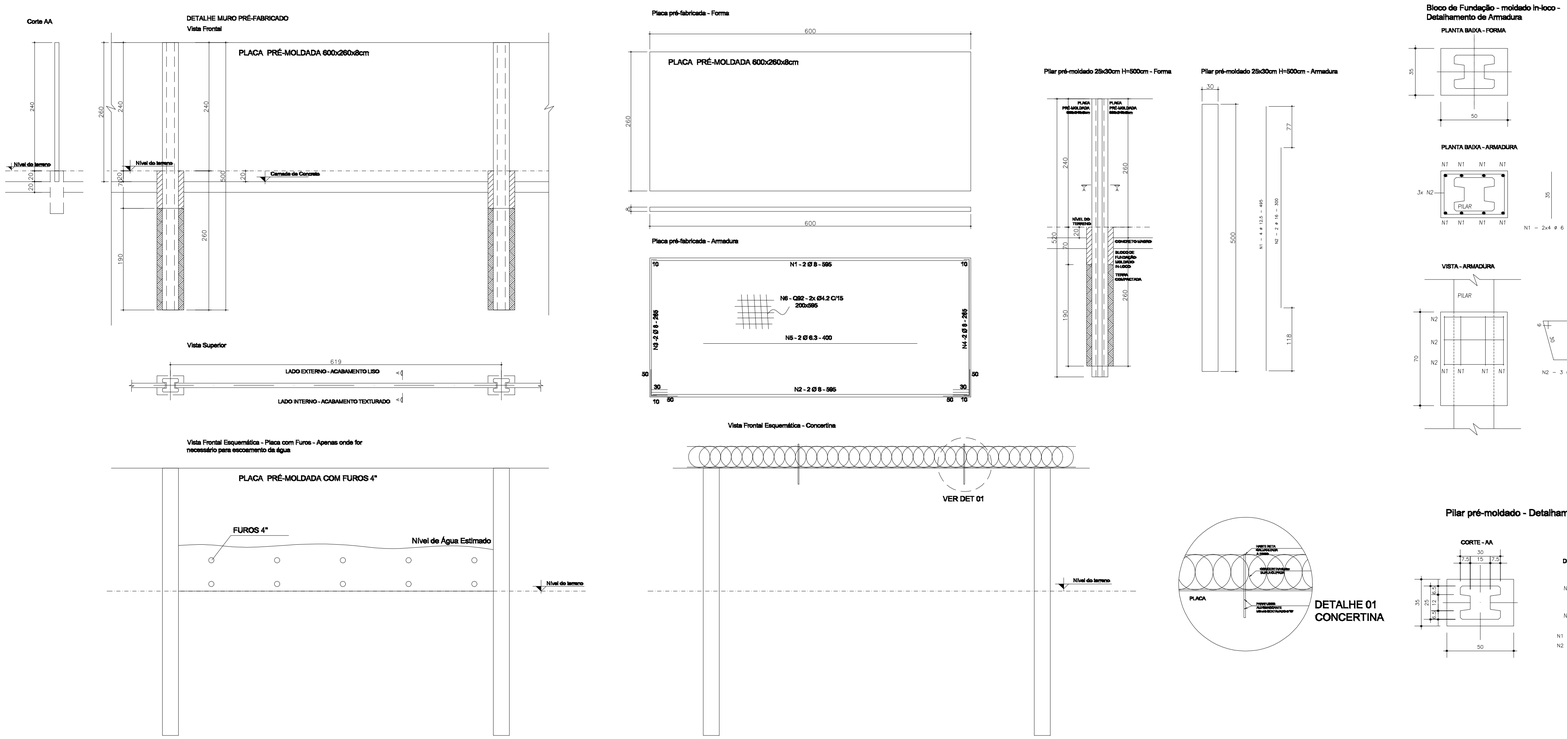
PLANTA BAIXA - INDICAÇÃO DOS ALAMBRADOS

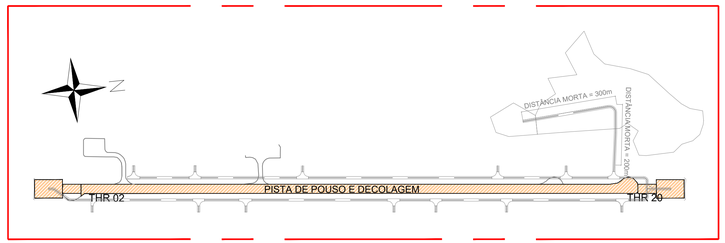
Escala 1/2500

LEGENDA

- BARREIRA NOVA = 3.400,00 m
- ALAMBRADO ATUAL (DEMOLIR) = 3.255,00 m
- ALAMBRADO ATUAL (MANTER) = 840,00 m
- PROJEÇÃO DA PISTA DE CAÇADOR
- VIAS DE SERVIÇO

DESENHO ESQUEMÁTICO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS DO MURO PATRIMONIAL





PLANTA CHAVE

S/ Escala

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVO
00	EMISSÃO	00/00/00	MRF	MRF	XXX

INFRAERO

SÍTIO: AEROPORTO DE CAÇADOR CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES – SC

ÁREA DO SÍTIO: FAIXA DE PISTA

ESCALA	DATA	DESENHISTA	ESPECIALIDADE/SUBESPECIALIDADE
INDICADAS	MAIO/2020	MRF	GERAL

AUTOR DO PROJETO	CREA/SC	TIPO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO
JULIO ARNALDO AMARANTES JR	118237-9	PLANTA BAIXA - CONSTRUÇÃO DE UM NOVO MURO PATRIMONIAL

VALIDADOR	RUBRICA	TIPO DE OBRA	CLASSE DO PROJETO
MATHEUS GOMES SCHELIM		CONSTRUÇÃO	PROJETO BÁSICO

APROVADOR	RUBRICA	SUBSTITUI A	SUBSTITUÍDA POR
ADELCIO CORREA GUIMARÃES FILHO CREA Nº 709-D/AM/RR			

RUBRICA DO AUTOR	REG. DE ARQUIVO	CODIFICAÇÃO
		CD.02/100.01/000011/00

01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE 01 DA SAC	20/05/2020	EDA	JFQ	
00	EMISSÃO INICIAL	20/01/2020	EDA	JFQ	
REV	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVO

Contratante: Contratada:

Sítio

AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES

Data JANEIRO / 2020	Área do sítio **GERAL**
Autores CAU / CREA / UF JULIO A. AMARANTES JR. 118.237-9/SC	Especialidade / Subespecialidade **INFRAESTRUTURA/GEOMETRIA**
Validador Rubrica MATHEUS G. SCHELIN	Tipo / Especificação do documento **MEMORIAL DE CÁLCULO**
Aprovador Rubrica ADELCIO CORREA GUIMARÃES FILHO	Tipo de obra **CONSTRUÇÃO** Classe Geral do projeto **PROJETO BÁSICO**
Rubrica do (s) Autor (es)	Codificação **CD.02/100.76/00008/01**

SUMÁRIO

1. PREMISSAS, DADOS REFERENTES AO PROJETO GEOMÉTRICO E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES 3

1.1. PREMISSAS: 3

1.2. DADOS REFERENTES AO PROJETO GEOMÉTRICO 4

1.3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES: 8

2. PROJETO GEOMÉTRICO PARA ADEQUAÇÃO DA FAIXA DE PISTA, DA ZONA DESIMPEDIDA (CWY) E ZONA LIVRE DE OBSTÁCULOS (OFZ) 9

2.1. PROJETO GEOMÉTRICO DA FAIXA DE PISTA 9

3. PROJETO GEOMÉTRICO DA RESA 13

4. ETAPEAMENTO DAS OBRAS 15

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA PROJETO EXECUTIVO 16

1. PREMISSAS, DADOS REFERENTES AO PROJETO GEOMÉTRICO E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

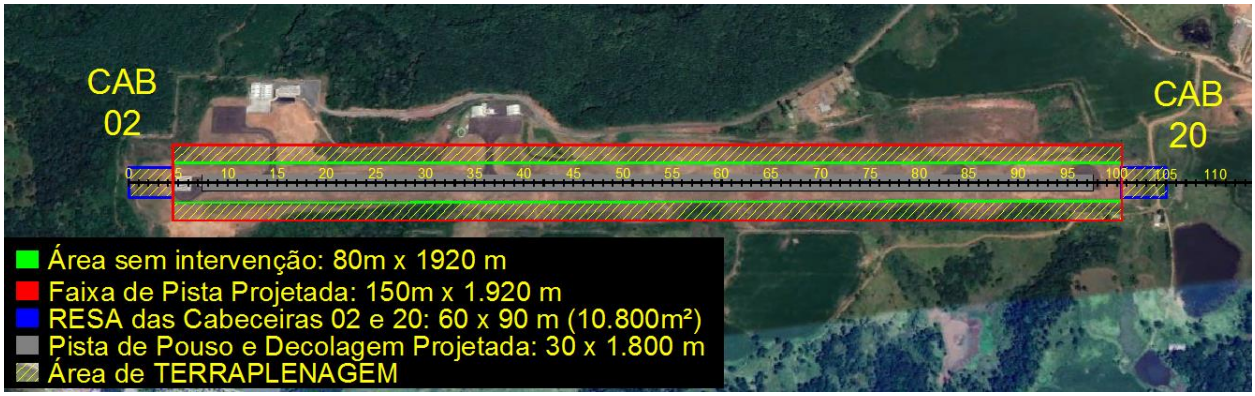


Figura 1 - Áreas de Intervenção

1.1. PREMISSAS:

Os projetos, memoriais de cálculo, memoriais descritivos e especificações técnicas de materiais e serviços apresentados no respectivo conjunto de documentos limitam-se unicamente ao escopo de serviços definidos de comum acordo entre a Prefeitura Municipal de Caçador-SC e a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) através do contrato administrativo 72/2019.

As premissas do contrato estão limitadas aos projetos básicos de terraplenagem e de drenagem necessários para adequação da faixa de pista e faixa preparada do sítio aeroportuário do município de Caçador-SC visando uma futura solicitação, junto à Secretaria de Aviação Civil, de classificação 3C para a pista de pouso e decolagem.

Não fazem parte do presente escopo a elaboração do plano de desenvolvimento do sítio aeroportuário (incluindo o estudo de evolução temporal do mix de aeronaves), o projeto geométrico de pista, taxiways e pátio, o projeto de pavimento, o projeto de sinalização de pista e pátio, o projeto de iluminação de pista e pátio, e o projeto do terminal de passageiros e serviços.

O Projeto foi elaborado a fim de cumprir o CONTRATO ADMINISTRATIVO N° 72/2019, referente ao processo licitatório N° 114/2019 – Dispensa de Licitação N° 25/2019, cujo objeto contratual é a “CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO BÁSICO NAS DISCIPLINAS DE TERRAPLENAGEM/DRENAGEM PARA A FAIXA DE PISTA E FAIXA PREPARADA, NO AEROPORTO MUNICIPAL DR. CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES”.

O PROJETO procurou atender a tratativa da Prefeitura com a ANAC, conforme Parecer N° 17/2019/GTOP/GCOP/SAI, listado abaixo neste item, que tem como objetivo a operação do ATR-72, com pista código 3C, em condições VFR.

O PROJETO GEOMÉTRICO tem como objetivo orientar os projetos de terraplenagem e drenagem, conforme objeto contratual disposto anteriormente, ou seja, tem a finalidade de embasar a construção de Faixa de Pista/Faixa Preparada e RESA de ambas cabeceiras, conforme RBAC 154. A Faixa de Pista EXISTENTE tem 40m para cada lado, medindo-se a partir do eixo da PPD(RNY), região que não será afetada por intervenções.

A nova pista terá 1.800m. Será aproveitada quase toda a extensão pavimentada da Pista de Pouso e Decolagem. A cabeceira 02 deverá ser recuada em 60 metros para adequação da faixa de pista e respectiva RESA. A elevação lateral do terreno, próximo a cabeceira 20, deverá ser removida e o material utilizado na obra de terraplenagem.

As rampas de aproximação e decolagem não fazem parte do escopo deste trabalho e deverão ser objeto de estudo específico para o PLANO BÁSICO DE ZONA DE PROTEÇÃO DE AERÓDROMO (PBZPA) – conjunto de superfícies limitadoras de obstáculos que estabelece as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades no entorno de um aeródromo, conforme PORTARIA Nº 957/GC3, DE 9 DE JULHO DE 2015, e aprovado pelo Diretor-Geral do DECEA.

1.2. DADOS REFERENTES AO AEROPORTO DE CAÇADOR/SC

AEROPORTO MUNICIPAL DR CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES
Endereço: Rod. Avelino Mandeli, s/n - Centro, Caçador - SC, 89500-000
Código ICAO: CFC
Código IATA: SBCD
Orientação das cabeceiras: 02/20
Comprimento da Pista de Pouso e Decolagem: 1.625m
Declividade longitudinal da Pista de Pouso e Decolagem = 0,49%
Largura da Pista: 30m
PCN: 25/F/A/X/T
1.625x30 ASPH 25/F/A/X/T
Tipo de Operação
Cabeceira 02: VFR Diurna/Noturna
IFR Não Precisão Diurna/Noturna
Cabeceira 20: VFR Diurna/Noturna
IFR Não Precisão Diurna/Noturna

Ponto de Referência do Aeródromo (coordenadas geográficas) 26° 47' 23" S / 050° 56' 23" W
Faixa de Pista EXISTENTE: 40m para cada lado do eixo (não haverá intervenções na região da faixa de pista existente).
A intenção do operador do aeroporto é operar a aeronave ATR-72, código CHARLIE (RBAC154)

Características do ATR72-600 (deve ser verificada toda a família do ATR72, todavia **não é escopo desse projeto**)

Dimensões:

Comprimento: 27,17 m (89,1 ft)

Envergadura: 27,05 m (88,7 ft)

Altura: 7,65 m (25,1 ft)

Peso(s):

Peso vazio: 13.010 kg (28 700 lb)

Peso máx. de decolagem: 22 800 kg (50 300 lb)

TAKE-OFF distance (http://www.atraircraft.com/products_app/media/pdf/Fiche_72-600_Juin-2014.pdf):

AIRFIELD PERFORMANCE	
TAKE-OFF DISTANCE:	
• Basic (MTOW - ISA - SL)	1,333 m - 4,373 ft
• Option (MTOW - ISA - SL)	1,367 m - 4,485 ft
• At TOW for 300 Nm - Max pax - SL - ISA	1,175 m - 3,855 ft
• At TOW for 300 Nm - Max pax - 3,000 ft - ISA +10	1,410 m - 4,626 ft
TAKE-OFF SPEED (V2 min @ MTOW)	116 KCAS
LANDING FIELD LENGTH (JAR25)	
• Basic (MLW - SL)	914 m - 2,299 ft
• At LW (max pax + reserves) - SL	863 m - 2,832 ft
• Reference speed at landing	113 KIAS

ALTITUDES (altura geoidal = -5,61m):

Altitude ortométrica da cabeceira THR20 deslocada: 1.025,240m

Altitude ortométrica da cabeceira THR20 atual: 1.025,527

Altitude ortométrica da cabeceira THR02 deslocada: 1.016,390m

Altitude ortométrica da cabeceira THR02 atual: 1.016,790m

Inclinação longitudinal da PPD (RNY) = 0,49%

DECLIVIDADE DAS RESA:

RESA - THR02:

Declividade Longitudinal (%): 2,0

Declividade Transversal (%): 1,5

RESA – THR20:

Declividade Longitudinal (%): 2,0

Declividade Transversal (%): 1,5

Temperatura de referência: 26,7 °C

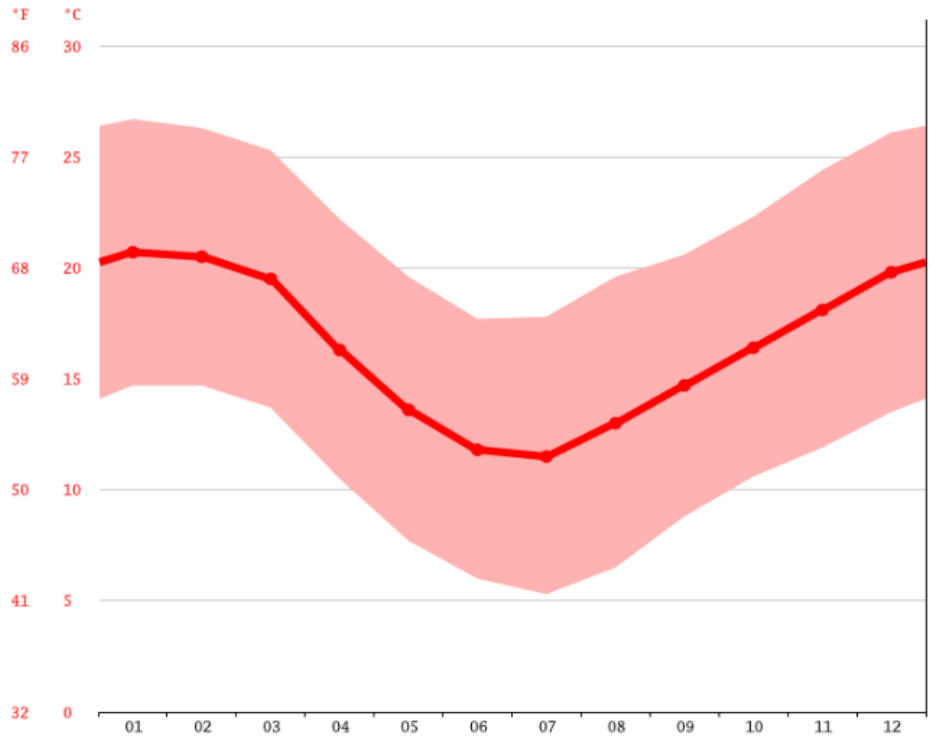
https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/cacador-43648/

DADOS CLIMATOLÓGICOS PARA CAÇADOR

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	20.7	20.5	19.5	16.3	13.6	11.8	11.5	13	14.7	16.4	18.1	19.8
Temperatura mínima (°C)	14.7	14.7	13.7	10.5	7.7	6	5.3	6.5	8.8	10.6	11.9	13.5
Temperatura máxima (°C)	26.7	26.3	25.3	22.2	19.6	17.7	17.8	19.6	20.6	22.3	24.4	26.1
Chuva (mm)	161	150	129	124	140	144	117	127	159	172	132	152

Data: 1982 - 2012

GRÁFICO DE TEMPERATURA CAÇADOR



A temperatura média do mês de Janeiro, o mês mais quente do ano, é de 20.7 °C. Ao longo do ano Julho tem uma temperatura média de 11.5 °C. É a temperatura média mais baixa do ano.

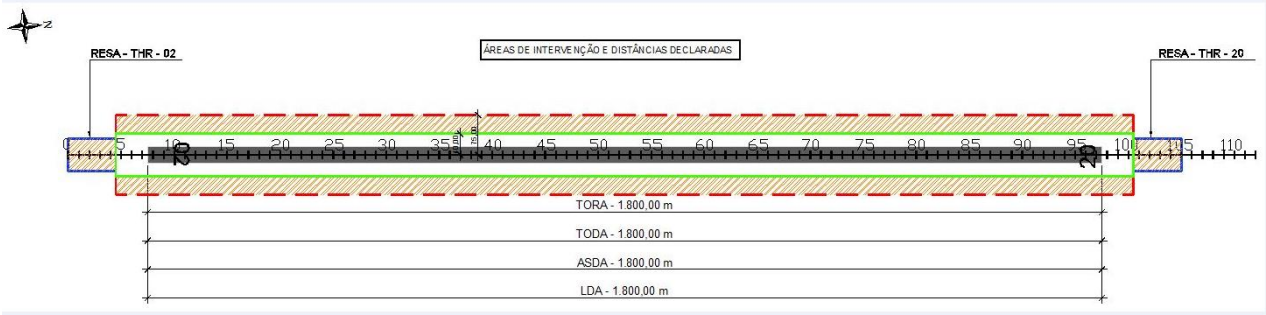
O escopo do projeto é a execução da FAIXA DE PISTA E FAIXA PREPARADA para aeronave ATR-72 da PPD - Pista de Pouso e Decolagem Existente, ou seja, com 1.625m. Há um comprimento de PPD superior a 1.800m pavimentado, que sob pedido da prefeitura para que se considere o projeto da FAIXA DE PISTA e FAIXA PREPARADA para o comprimento de 1.800m, quase totalidade do comprimento pavimentado da PPD. Houve um recuo de 50 metros

da cabeceira 02 em função da compatibilidade do relevo com a terraplenagem da respectiva RESA. Tratativas com a ANAC e regularização do zoneamento de proteção são tratados em processo paralelo pela prefeitura.

ITEM	SITUAÇÃO ATUAL	SITUAÇÃO APÓS A REFORMA
Código de referência do aeródromo (CRA)	2C	3C
Condições Operacionais	VFR Diurno/Noturno e IFR Diurno/Noturno	VFR Diurno/Noturno e IFR Diurno/Noturno
Largura da FAIXA DE PISTA (m)	80	150
Largura da FAIXA PREPARADA (m)	80	150
Dimensões da RESA (m)	NÃO HÁ RESA	60 X 90
Comprimento da PPD (m)	1.625	1.800
Largura da PPD (m)	30	30
Largura do acostamento da PPD (m)	SEM ACOSTAMENTO	SEM ACOSTAMENTO
Declividade longitudinal máxima (%)	0,50	0,50
Declividade transversal máxima (%)	1,5	1,5
Coordenada da Cabeceiras 02 (UTM-SIRGAS 2000 – Altitude ortométrica (m)))	7.036.083,97 N; 505.864,85 E; Z = 1.016,790	7.036.083,74 N; 505.684,92 E; Z = 1.016,390
Coordenada da Cabeceira 20 (UTM-SIRGAS 2000 – Altitude ortométrica (m))	7.037.947,50 N; 506.059,99 E; Z = 1.025,527	7.037.933,65 N; 506.058,39 E; Z = 1.025,240
Dimensões das TAXIWAYS (m)	NÃO SE APLICA	NÃO SE APLICA

Apresentam-se a seguir, as figuras com os respectivos extratos de texto do RBAC154.06 referentes às premissas adotadas.

Distâncias Declaradas da Pista Estendida:



DISTÂNCIAS DECLARADAS				
PPD(RNY)	TORA(m)	TODA(m)	ASDA(m)	LDA(m)
02	1.800	1.800	1.800	1.800
20	1.800	1.800	1.800	1.800

1.3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES:

- CD.02/104.01/00009/01 – Planta Geral Aeroporto
- CD.02/104.21/00010/01 – Geométrico – Planta e Perfil Longitudinal
- CD.02/104.01/00017/01 – Seção Transversal – Detalhe Rampa Lateral

2. PROJETO GEOMÉTRICO PARA ADEQUAÇÃO DA FAIXA DE PISTA, DA ZONA DESIMPEDIDA (CWY) E ZONA LIVRE DE OBSTÁCULOS (OFZ)

Os projetos geométricos de adequação da faixa de pista, da zona desimpedida e da zona livre de obstáculos foram desenvolvidos utilizando-se o programa computacional AutoCAD Civil 3D 2018, tomando-se por base o levantamento planialtimétrico fornecido pela INFRAERO. As premissas de projeto tais como declividades de pista, declividades transversais, domínios de faixa de pista e respectiva superfície limitadora de obstáculos do aeródromo que define a OFZ e a CWY, incluindo o posicionamento dos sistemas de drenagem, foram definidas baseando-se no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 154 e pelo ICEA 63-19/ 2015 - Critérios de Análise Técnica da Área de Aeródromos, emitido pelo Ministério da Defesa Brasileiro.

2.1. PROJETO GEOMÉTRICO DA FAIXA DE PISTA

O projeto geométrico da faixa de pista considerou as seguintes premissas de projeto:

- Faixa de pista antes da cabeceira e após o fim da pista ou da zona de parada igual a 60m de comprimento conforme item 154.207 do RBAC154/06;
- Largura de faixa de pista igual a 75m para cada lado medido a partir do eixo da pista, conforme RBAC 154.207.c.3;
- Declividade de pista igual a 1.5%;
- Declividade máxima da faixa de pista preparada igual a 2%;
- Comprimento de RESA igual a 90m;
- Largura de RESA igual ao dobro da largura da pista. Considerando a largura da pista atual igual a 30m, a largura de RESA será igual a 60m.

Apresentam-se a seguir, as figuras com os respectivos extratos de texto do RBAC154.06 referentes às premissas adotadas.

154.207 Faixas de pista de pouso e decolagem

(a) Disposições gerais

Uma pista de pouso e decolagem e quaisquer zonas de parada (*stopways*) a ela associadas devem estar incluídas em uma faixa de pista.

(b) Comprimento de faixas de pista de pouso e decolagem

(1) Uma faixa de pista deve estender-se antes da cabeceira e após o fim da pista ou da zona de parada a uma distância de, no mínimo:

(i) 60 m, onde o número de código for 2, 3 ou 4;

(ii) 60 m, onde o número de código for 1 e a pista for por instrumento; e

(iii)30 m, onde o número de código for 1 e a pista for para operação visual.

Figura 2 - Preceitos normativos para comprimento de faixa de pista antes da cabeceira

(3) Uma faixa de pista contendo uma pista para operação visual deve estender-se em cada um dos lados do eixo da pista e do seu prolongamento ao longo de todo comprimento da faixa em uma distância de, no mínimo:

(i) 75 m onde o número de código for 3 ou 4;

(ii) 40 m onde o número de código for 2; e

(iii)30 m onde o número de código for 1.

Figura 3 - Preceitos normativos para a largura de faixa de pista ao longo da PPD

(b) Dimensões de RESA

(1) As RESA devem se estender a partir do final de uma faixa de pista a uma distância de, no mínimo 90 m:

(i) onde o número de código for 3 ou 4; e

(ii) onde o número de código for 1 ou 2 e a pista for do tipo por instrumento.

(2) A largura de uma RESA deve ser igual ou superior ao dobro da largura de pista requerida para a aeronave crítica associada.

Figura 4 - Preceitos normativos para as dimensões da RESA

Portanto, a adequação da pista de pouso e decolagem (PPD) de Caçador à classe de operação 3C envolveu as seguintes necessidades geométricas:

(a) Adequação da faixa de pista para 150m de largura (75m para cada lado medidos a partir do eixo da PPD).
(b) Adequação das áreas de segurança emergencial de pista (Runway Emergency Safety Area – RESA) para 90m a partir da faixa de pista.

Foram geradas seções transversais com estacas a cada 20m de distância.

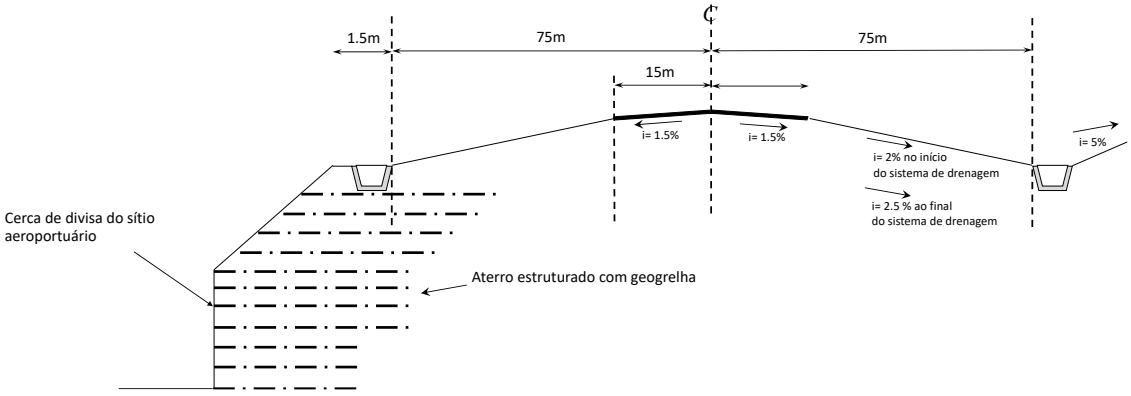


Figura 5 - CENÁRIO DE ANÁLISE 1 – Faixa preparada igual a faixa de pista

(a) Os corredores da PPD foram gerados observando as declividades transversais de pista e de área livre conforme indicado na Figura 6, observando ainda, a compatibilização do projeto de drenagem de pista e os limites de cerca do aeroporto;

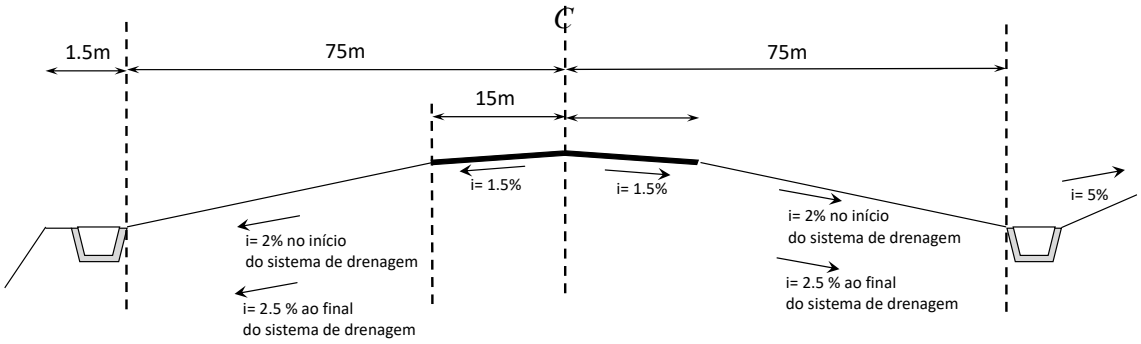


Figura 6 - Declividades transversais da faixa de pista

As premissas gerais do projeto geotécnico dos aterros estruturados são:

- Inclinação da face dos taludes dos aterros igual a 60º;
- Compactação na energia 100% do Proctor Intermediário.

As premissas gerais do projeto geotécnico dos demais aterros compactados são:

- Inclinação de face dos taludes igual a 45º
- Altura máxima de berma igual a 5m;
- Largura de bancada de berma igual a 2m;
- Declividade de bancada de berma igual a 1.5%;
- Compactação na energia 100% do Proctor Normal

3. PROJETO GEOMÉTRICO DA RESA

As Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA) são disponibilizadas nas extremidades das faixas de pista e identificadas como RESA 02 e RESA 20, conforme apresentado esquematicamente na **Error! Reference source not found.**.

Conforme o RBAC 154.06/19, foi adotada uma largura de 60m, e comprimento de 90m. A declividade transversal adotada foi de 2,5%.

Conforme redação do RBAC 154.06 de 17 de setembro de 2019 (reproduzida na Figura 7), as declividades longitudinais de uma RESA devem ser definidas de tal modo que estas não danifiquem ou agravem as consequências de um avanço de uma aeronave sobre esta, simultaneamente ao atendimento das necessidades de drenagem do local. O RBAC 154.06 não define declividades máximas nem mínimas da região da RESA. Desse modo, optou-se pela adoção de uma declividade longitudinal igual a 2% para a superfície da RESA de modo a:

- Manter a mesma taxa de escoamento superficial adotada para a faixa de pista preparada;
- Diminuição do potencial de perda de solo por erosão superficial induzida por fluxo de água de chuva;
- Garantia de uma declividade mínima da superfície ao longo da vida útil do aeródromo uma vez que durante a construção alcançar-se-á a estabilidade dos aterros quanto aos recalques primários, mas não quanto aos secundários que ocorrerão ao longo dos anos.

NOTA – A superfície do terreno de uma RESA não precisa ser preparada com a mesma qualidade da faixa de pista. Vide o parágrafo 154.209(f).

(e) Declividades nas RESA

(1) As declividades em uma RESA devem ser projetadas para que as superfícies de aproximação e decolagem não sejam violadas.

(2) As declividades longitudinais de RESA devem:

(i) não agravar as consequências de uma excursão de fim de pista;

(ii) permitir adequada operação dos veículos de combate a incêndio;

(iii) permitir que a própria RESA não seja considerada obstáculo;

(iv) ser compatíveis com a necessidade de drenagem;

(v) não afetar o sinal dos auxílios à navegação aérea.

NOTA – Danos à estrutura das aeronaves podem ser acentuados se as mudanças forem abruptas ou ocorrerem reversões bruscas de declividade.

(Redação dada pela Resolução nº 513, de 16.04.2019)

(f) Resistência de RESA

(1) Uma RESA deve ser preparada ou construída de forma a reduzir o risco de danos a uma aeronave que realizar o toque antes de alcançar a cabeceira ou ultrapassar acidentalmente o fim da pista, aumentando a desaceleração da aeronave e facilitando a movimentação das equipes e veículos de salvamento e combate a incêndio.

Figura 7 – Extrato de texto do RBAC 154.06 abordando sobre os preceitos normativos de declividade longitudinal da RESA

4. ETAPEAMENTO DAS OBRAS

O etapeamento de execução da obra proposto é:

1.1. Instalação de cerca provisória com guarita de controle de acesso de pessoas e equipamentos separando a área do canteiro de obras (escritórios, oficinas de manutenção, depósitos e almoxarifado, vestiários, banheiros e refeitórios), considerados como **lado terra**, da área de pista operacional atual, considerada como **lado ar**.

1.2. Instalação da cerca definitiva do sítio aeroportuário na localização final conforme prancha CD.02/104.01/00009/01, com posterior remoção da cerca atual;

1.3. Construção de acessos em rampa para movimentação de veículos de carga e equipamentos ao longo da margam direita da PPD nas regiões das estacas 27 e 99;

1.4. Realização dos trabalhos de limpeza e remoção da camada vegetal ao longo dos taludes da margem direita da faixa preparada atual e dos taludes das margens direita e esquerda da RESA da cabeceira 02;

1.5. Implantação simultânea dos sistemas de drenagem localizados à jusante dos aterros da margem direita da faixa preparada da PPD e das RESAs 02 e 20, incluindo a instalação dos drenos horizontais profundos na região da grota localizada à jusante da área do aeródromo na região da estaca 99;

1.6. Adequação dos taludes na região do aterro estruturado com respectiva escavação conforme indicado nas pranchas CD.02/103.01/00006 a CD.02/103.01/00009, com transporte e recompactação desse material na região da RESA 02 conforme indicado nas respectivas plantas do projeto de terraplenagem. O material excedente deverá ser depositado no bota-espera próximo à estaca 23;

1.7. Construção dos aterros estruturados com geogrelha utilizando o material do bota-espera e material de importação conforme especificado no projeto geotécnico;

1.8. Construção dos aterros compactados previstos ao longo da margem direita da PPD entre as estacas 35 e 107 conforme projeto específico de terraplenagem, incluindo RESA 20;

1.9. Plantio de grama nos taludes e faixa de pista preparada da margem direita da PPD conforme especificado no projeto de proteção vegetal;

1.10. Implantação dos sistemas de drenagem ao longo da margem esquerda da PPD conforme indicado no projeto de drenagem;

1.11. Limpeza e remoção da camada vegetal dos taludes dos aterros da faixa de pista preparada ao longo da margem esquerda da PPD;

1.12. Execução dos aterros ao longo da margem esquerda da faixa de pista preparada conforme indicado no projeto de terraplanagem;

1.13. Plantio de grama nos taludes e faixa de pista preparada da margem esquerda da PPD conforme especificado no projeto de proteção vegetal;

1.14. Desmontagem/ demolição do canteiro de obras com retirada da cerca provisória de divisão lado ar – lado terra, com limpeza e plantio de grama conforme projeto de proteção vegetal;

1.15. Recuperação das superfícies do bota fora e da área de empréstimo com instalação de sistema de drenagem superficial e plantio de grama conforme especificado no projeto de proteção vegetal;

1.16. Teste para validação e aceite dos serviços realizados através da movimentação do caminhão de combate à incêndios por todo o perímetro da faixa preparada e RESAs das cabeceiras 02 e 20. Uma vez aprovado a qualidade dos serviços executados, pode-se considerar a obra concluída, caso contrário, deve-se proceder para os ajustes necessários;

1.17. Entrega formal da obra à operadora aeroportuária.

A implantação do sistema de drenagem sempre deverá ocorrer de jusante para montante de tal modo que este possa entrar em carga gradativamente conforme o avanço dos trabalhos de campo.

A implantação dos sistemas de drenagem da margem esquerda da PPD poderá ocorrer simultaneamente à implantação dos sistemas da margem direita. Entretanto, uma vez que o terminal de passageiros, os hangares e o pátio de aeronaves estão localizados ao longo da margem esquerda, sugere-se um etapeamento sequencial de implantação visando minimizar a interferência da obra na operação do aeródromo.

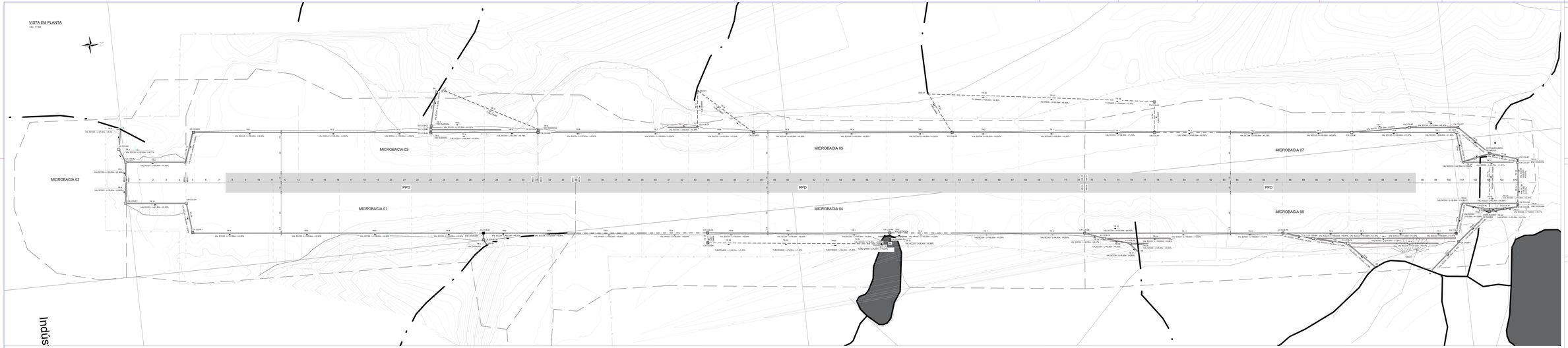
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA PROJETO EXECUTIVO

Sugere-se para a elaboração do projeto executivo as seguintes ações:

- Levantamento mais detalhado da região interior da grota na região da estaca 99 da margem direita da PPD, localizada externamente ao sítio aeroportuário;
- Investigação comprobatória da possibilidade de existência de camada de solo mole no fundo dos açudes a serem aterrados. A investigação comprobatória deverá avaliar a necessidade de remoção (ou não) de provável volume de solo mole depositado nos fundos dos açudes a serem aterrados com pedra detonada.

VISTA EM PLANTA

ESC.: 1:1.000



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1 - Manual de Drenagem de Rodovias (IPR-724) - DNIT 2006.
2 - Memorial de Cálculo - Drenagem - CD.02/102.76/000/00/0.
3 - Especificação Técnica - Drenagem - CD.02/102.92/000/27/00.

LEGENDA

- LIMITE MICROBACIA
- VALETA
- ESCADA
- BUEIRO/TUBO
- DRENOS
- CAIXA COLETORA
- DISSIPADOR DE ENERGIA
- SAÍDA DE BUEIRO
- DIREÇÃO DO ESCOAMENTO
- LAGO LAGOA OU SIMILAR
- CC501
- CC502
- CC504
- CC505
- CC506
- CC520
- EIXO DA PISTA
- CURVA DE NÍVEL
- DIVISA DE TRECHO
- CERCA
- CORPOS HÍDRICOS PERMANENTE
- CORPOS HÍDRICOS TEMPORÁRIO

NOMENCLATURA

MB	Microbacia
TR	Trecho
VAL SCC	Valeta
VAL VPA	Valeta
CX CCS	Caixa Coletora
ESC CAD	Escada
DED-01	Dissipador de Energia de Descida D'Água de Aterro
DSH-01	Dreno Sub-Horizontal
SB	Saída de Bueiro
L	Comprimento
i	Declividade
DN	Diâmetro Nominal

NOTAS

1 - A instalação dos sistemas de drenagem deve ser realizada de jusante para montante.
2 - Precisamos de projeto:
- Tempo de recorrência (TR) = 5 anos;
- Verificado para TR = 20 anos;
3 - Levantamento topográfico de referência realizado em 2019;
4 - Necessidade de verificação das cotas topográficas em campo;
5 - Ver detalhes específicos das dispositivos de drenagem nas pranchas CD.02/102.08/000/03/00 e CD.02/102.08/000/04/00

01	REVISÃO CONFORME MINUTA DE 01.04.2021	29/06/2021	JCM	JFZ	
00	EMISSÃO INICIAL	20/07/2020	DGA	MF	
REV.	REVISÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVA.

CONTRATANTE: CONSÓRCIO:

PREFEITURA DE CAÇADOR

INFRAERO AEROPORTOS

OBRA:

AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES (SC)

Cliente: JAGUACU - LDA		Nome do Arq.: **FISTA DE POUSO**	
Autores: CAU / CREA / CP		**DRENAGEM**	
JULIO A. AMARANTE JR. - 19.237-9/D			
ERC / CAD			
Gerente:	Rubrica:	Nº. Especificação do documento: **PLANTA GERAL**	
ANTHUELO S. SCHULIN			
Aprovador:	Rubrica:	Tipo de obra: **CONSTRUÇÃO**	Cliente Chefe de projeto: **PROJETO BÁSICO**
ADELCIO CORREA GUIMARÃES FILHO			
Responsável por Área:		Coordenação: **CD.02/102.01/00028/01**	
JULIO ARAUJO AMARANTE JUNIOR			

QUADRO INFORMAÇÕES: DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

MICROBACIA	TRECHO	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	ALTURA DISPOSITIVA	INCLINAÇÃO (DECAIDO)	COTA BASE ESTRUTURA MONTANTE (m²)	COTA BASE ESTRUTURA JUSANTE (m)	COTA ESCAVAÇÃO MONTANTE (m²)	COTA ESCAVAÇÃO JUSANTE (m)	COTA TOPO ESTRUTURA MONTANTE (m)	COTA TOPO ESTRUTURA JUSANTE (m)
MICROBACIA 1	3	DC800/SJM	10,7 m	10°	1010,05	1008,57	1012,80	1009,32	1019,75	1012,05
MICROBACIA 1	8	DC800/SJM	5,0 m	40°	1009,37	995,20	1000,52	995,20	1005,45	1000,37
MICROBACIA 1	A	CC502	1,0 m	-	1009,47	1009,47	1010,47	1009,47	1010,47	1010,47
MICROBACIA 1	B	CC502	0,5 m	-	1008,87	1008,87	1009,42	1009,32	1009,37	1009,87
MICROBACIA 1	C	CC501	0,5 m	-	1016,01	1015,51	1015,96	1015,46	1016,51	1016,01
MICROBACIA 1	D	CC502	0,5 m	-	1014,75	1014,75	1015,25	1014,87	1016,12	1015,75
MICROBACIA 1	E	CC501	0,5 m	-	1015,24	1015,24	1015,74	1015,24	1015,74	1015,74
MICROBACIA 2	A	CC501	1,0 m	-	1015,38	1015,38	1016,33	1015,43	1016,38	1016,45
MICROBACIA 2	B	CC501	0,5 m	-	1012,60	1011,40	1012,15	1011,25	1014,10	1012,90
MICROBACIA 3	5	DA500/SJM	3,0 m	12°	1012,50	1011,51	1012,45	1011,46	1013,49	1012,50
MICROBACIA 3	6	DC800/SJM	3,0 m	10°	1014,97	1013,97	1014,97	1013,97	1017,97	1016,97
MICROBACIA 3	A	CC502	0,5 m	-	1014,57	1012,70	1013,82	1012,45	1014,57	1013,20
MICROBACIA 3	B	CC501	0,5 m	-	1012,00	1011,51	1011,95	1011,46	1012,50	1012,01
MICROBACIA 3	C	CC501	0,5 m	-	1010,96	1010,46	1009,96	1009,46	1011,00	1010,48
MICROBACIA 3	D	CC505	2,5 m	-	1014,87	1011,50	1014,82	1012,45	1017,37	1015,00
MICROBACIA 3	E	DC800/SJM	3,0 m	10°	1015,47	1014,47	1015,47	1014,47	1018,47	1017,47
MICROBACIA 3	F	CC502	0,5 m	-	1015,47	1015,19	1015,42	1015,14	1016,47	1016,19
MICROBACIA 3	B	CC501	0,5 m	-	1012,46	1012,96	1012,41	1012,91	1013,96	1013,46
MICROBACIA 3	C	CC501	0,5 m	-	1010,96	1010,46	1010,41	1010,41	1011,00	1010,96
MICROBACIA 3	D	CC505	2,5 m	-	1014,87	1011,50	1014,82	1012,45	1017,37	1015,00
MICROBACIA 3	E	DC800/SJM	3,0 m	10°	1015,47	1014,47	1015,47	1014,47	1018,47	1017,47
MICROBACIA 3	F	CC502	0,5 m	-	1015,47	1015,19	1015,42	1015,14	1016,47	1016,19
MICROBACIA 5	B	CC502	1,0 m	-	1012,88	1011,88	1012,83	1011,83	1013,88	1012,88
MICROBACIA 5	C	CC501	0,5 m	-	1010,80	1010,30	1010,75	1010,25	1011,30	1010,80
MICROBACIA 5	D	CC502	0,5 m	-	1017,44	1016,94	1017,39	1016,89	1017,94	1017,44
MICROBACIA 5	E	DC800/SJM	3,0 m	20°	1020,27	1017,27	1020,27	1017,27	1023,27	1020,27
MICROBACIA 5	10	DC800/SJM	3,0 m	34°	1020,11	1015,75	1019,96	1015,74	1027,49	1023,11
MICROBACIA 6	A	CC502	1,0 m	-	1020,37	1019,37	1020,32	1019,32	1021,37	1020,37
MICROBACIA 6	B	CC501	0,5 m	-	1015,08	1015,08	1015,53	1015,03	1017,08	1016,58
MICROBACIA 6	C	CC501	0,5 m	-	1011,43	1010,93	1012,38	1010,88	1013,93	1013,43
MICROBACIA 6	D	CC501	0,5 m	-	1013,96	1013,46	1013,91	1013,41	1014,96	1014,46
MICROBACIA 6	E	CC501	0,5 m	-	1013,96	1012,46	1013,80	1012,31	1015,44	1013,94
MICROBACIA 6	F	CC501	0,5 m	-	1010,54	1010,04	1010,49	1009,99	1011,04	1010,54
MICROBACIA 6	G	CC501	0,5 m	-	1014,61	1014,11	1014,56	1014,06	1015,11	1014,61
MICROBACIA 6	H	CC501	0,5 m	-	1021,29	1020,79	1021,24	1020,74	1021,79	1021,29
MICROBACIA 6	I	CC501	0,5 m	-	1020,29	1019,79	1020,24	1019,74	1021,79	1021,29
MICROBACIA 6	J	CC501	0,5 m	-	1019,70	1019,20	1019,65	1019,15	1020,20	1019,70
MICROBACIA 6	K	CC502	0,5 m	-	1016,93	1016,43	1016,88	1016,38	1017,43	1016,93
MICROBACIA 7	12	DC800/SJM	3,0 m	20°	1014,27	1011,27	1014,27	1011,27	1017,27	1014,27
MICROBACIA 7	13	DC800/SJM	3,0 m	20°	1014,13	1011,13	1014,13	1011,13	1017,13	1014,13
MICROBACIA 7	A	CC501	0,5 m	-	1021,55	1021,05	1021,50	1021,00	1022,05	1021,55
MICROBACIA 7	B	CC501	0,5 m	-	1018,98	1018,48	1018,94	1018,44	1019,48	1018,98
MICROBACIA 7	C	CC502	0,5 m	-	1018,62	1018,12	1018,57	1018,07	1019,12	1018,62
MICROBACIA 7	D	CC501	0,5 m	-	1021,89	1021,39	1021,84	1021,34	1022,39	1021,89
MICROBACIA 7	E	CC501	0,5 m	-	1021,89	1021,39	1021,84	1021,34	1022,39	1021,89
MICROBACIA 7	F	CC504	1,0 m	-	1019,46	1018,95	1019,41	1018,90	1020,90	1019,95
MICROBACIA 7	G	CC504	1,0 m	-	1019,46	1018,95	1019,41	1018,90	1020,90	1019,95

Formato: A0 - 1 = 0,841m - mm

QUADRO RESUMO: QUANTITATIVO DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

DISPOSITIVO DE DRENAGEM	MICROBACIA 1	MICROBACIA 2	MICROBACIA 3	MICROBACIA 4	MICROBACIA 5	MICROBACIA 6	MICROBACIA 7	QUANTIDADE TOTAL	ESCAVAÇÃO (m³)	GUIA MADEIRA (m)/ FORMA (m²)	CONCRETO (m³)	AÇO (kg)	APILOAMENTO (m²)	ARGAMASSA AREIA/CA (kg)
DN500	-	-	-	375,0 m	375,0 m	-	477,0 m	375,0 m	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*
DN800	-	-	-	-	-	-	912,0 m	912,0 m	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*	TABELA 6.2*
SC500	280,0 m	174,0 m	280,0 m	240,0 m	240,0 m	1240,7 m	728,3 m	2782,7 m	477,90	2.218,00	885,00	-	-	5.77,00
SC104	454,0 m	-	412,0 m	174,0 m	627,0 m	407,0 m	246,1 m	2867,1 m	520,60	2.433,00	413,50	-	-	413,50
VPA03	-	-	-	300,0 m	-	-	100,0 m	400,0 m	156,00	368,00	132,40	-	120,00	52,00
DEDO1/SJM	2 und	-	-	1 und	1 und	1 und	-	5 und	5,00	5,00	50,70	-	4,70	-
DEDO2/SJM	-	-	2 und	-	1 und	-	1 und	4 und	4,00	4,00	3,00	-	30,00	-
CCS01	-	-	-	-	-	1 und	-	1 und	30,00	15,50	4,10	11,50	9,00	-
CCS06	1 und	-	-	-	-	-	1 und	2 und	15,00	25,00	2,00	12,50	6,00	-
CCS05	-	-	-	-	-	-	2 und	2 und	30,00	31,00	5,50	23,00	12,00	-
CCS04	-	-	-	-	-	1 und	-	1 und	15,00	15,00	2,00	11,50	6,00	-
CCS02	1 und	2 und	2 und	1 und	1 und	1 und	1 und	10 und	105,00	210,00	27,40	189,00	42,00	-
CCS01	1 und	2 und	2 und	1 und	1 und	8 und	1 und	20 und	500,00	400,00	44,00	280,00	100,00	-
DED-01	1 und	-	1 und	1 und	2 und	-	1 und	6 und	4,90	8,00	2,00	-	2,40	-
SAÍDA - BUEIRO DE GRIDDE	-	-	-	-	-	1 und	-	1 und	-	-	-	-	-	-
LINTARNA - BUEIRO DE GRIDDE	-	-	-	-	-	-	1 und	1 und	-	-	-	-	-	-

* TABELA 6.2 - DISPOSITIVOS DE DRENAGEM (IPR-724)

QUADRO INFORMAÇÕES: DISPOSITIVOS LINEARES - MB01

MICROBACIA	TRECHO	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	COMPRIMENTO DISPOSITIVO	COTA BASE TURCO/VALETA MONTANTE (m²)	COTA BASE TURCO/VALETA JUSANTE (m)	COTA ESCAVAÇÃO MONTANTE (m²)	COTA ESCAVAÇÃO JUSANTE (m)
MICROBACIA 1	3	SC104	72,5 m	1014,45	1014,45	1014,45	1014,45
MICROBACIA 1	4	SC104	84,5 m	1014,10	1014,10	1014,05	1013,75
MICROBACIA 1	5	SC104	108,1 m	1013,14	1012,60	1013,09	1012,55
MICROBACIA 1	6	SC104	100,0 m	1013,64	1011,14	1013,58	1013,08
MICROBACIA 1	5	SC104	108,1 m	1013,14	1012,60	1013,09	1012,55
MICROBACIA 1	7	SC104	109,1 m	1012,30	1010,65	1012,25	1010,60
MICROBACIA 1	8	SC104	112,0 m	1010,65	1010,15	1010,60	1010,10
MICROBACIA 1	10	SC104	81,0 m	1009,38	1010,11	1009,33	1010,07
MICROBACIA 1	11	SC500	25,0 m	1013,09	1012,99	1013,06	1012,91
MICROBACIA 1	12	SC500	25,0 m	1013,09	1012,99	1013,06	1012,91
MICROBACIA 1	24	SC500	280,0 m	1011,80	1011,80	1011,75	1011,55
MICROBACIA 1	18	TC - DN800	100,0 m	1011,39	1010,09	1011,34	1010,09
MICROBACIA 1	19	TC - DN800	74,0 m	1011,14	1010,49	1011,12	1010,47
MICROBACIA 4	50	TC - DN800	86,0 m	1013,12	1012,21	1013,07	1011,96

QUADRO INFORMAÇÕES: DISPOSITIVOS LINEARES - MB02

MICROBACIA	TRECHO	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	COMPRIMENTO DISPOSITIVO	COTA BASE TURCO/VALETA MONTANTE (m²)	COTA BASE TURCO/VALETA JUSANTE (m)	COTA ESCAVAÇÃO MONTANTE (m²)	COTA ESCAVAÇÃO JUSANTE (m)
MICROBACIA 2	1	SC103	20,0 m	1015,18	1015,48	1016,13	1015,18
MICROBACIA 2	2	SC103	80,0 m	1015,40	1014,95	1015,35	1014,90
MICROBACIA 2	3	SC103	80,0 m	1015,40	1014,95	1015,35	1014,90
MICROBACIA 2	4	SC103	27,0 m	1013,46	1011,47	1011,46	1011,12

QUADRO INFORMAÇÕES: DISPOSITIVOS LINEARES - MB03

MICROBACIA	TRECHO	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	COMPRIMENTO DISPOSITIVO	COTA BASE TURCO/VALETA MONTANTE (m²)	COTA BASE TURCO/VALETA JUSANTE (m)	COTA ESCAVAÇÃO MONTANTE (m²)	COTA ESCAVAÇÃO JUSANTE (m)
MICROBACIA 3	1	SC104	160,0 m	1014,40	1013,50	1014,35	1013,45
MICROBACIA 3	2	SC104	100,0 m	1013,50	1010,00	1013,45	1010,00
MICROBACIA 3	3	SC104	100,0 m	1013,50	1010,00	1013,45	1010,00
MICROBACIA 4	4	SC103	80,0 m	1014,61	1014,11	1014,56	1014,06
MICROBACIA 3	5	SC103	105,0 m	1012,02	1011,11	1011,98	1011,06
MICROBACIA 3	6	SC104	52,8 m	1008,48	1005,75	1008,43	1005,70
MICROBACIA 3	5	SC103	52,8 m	1014,61	1014,11	1014,56	1014,16
MICROBACIA 3	13	SC103	46,0 m	1015,40	1014,95	1015,35	1014,95

QUADRO INFORMAÇÕES: DISPOSITIVOS LINEARES - MB04

MICROBACIA	TRECHO	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	COMPRIMENTO DISPOSITIVO	COTA BASE TURCO/VALETA MONTANTE (m²)	COTA BASE TURCO/VALETA JUSANTE (m)	COTA ESCAVAÇÃO MONTANTE (m²)	COTA ESCAVAÇÃO JUSANTE (m)
MICROBACIA 4	1	SC103	100,0 m	1017,72	1016,12	1017,42	1016,12
MICROBACIA 4	2	SC104	74,0 m	1016,07	1016,06	1016,02	1015,95
MICROBACIA 4	3	SC104	74,0 m	1016,07	1016,06	1016,02	1015,95
MICROBACIA 4	4	VPA03	100,0 m	1015,90	1014,90	1015,41	1014,51
MICROBACIA 4	5	VPA03	100,0 m	1015,90	1014,90	1014,91	1015,51
MICROBACIA 4	6	SC103	100,0 m	1015,38	1015,34	1015,28	1015,88
MICROBACIA 4	7	SC103	100,0 m	1015,03	1015,54	1015,08	1015,58
MICROBACIA 4	8	VPA03	100,0 m	1015,03	1015,54	1014,98	1015,58
MICROBACIA 4	9	SC103	53,0 m	1013,04	1012,96	1013,00	1012,91
MICROBACIA 4	11	SC103	25,0 m	1013,09	1012,99	1013,06	1012,91
MICROBACIA 4	12	SC103	25,0 m	1013,09	1012,99	1013,06	1012,91
MICROBACIA 4	24	SC500	280,0 m	1011,80	1011,80	1011,75	1011,55
MICROBACIA 4	18	TC - DN800	100,0 m	1011,39	1010,09	1011,34	1010,09
MICROBACIA 4	19	TC - DN800	74,0 m	1011,14	1010,49	1011,12	1010,47
MICROBACIA 4	50	TC - DN800	86,0 m	1013,12	1012,21	1013,07	1011,96

QUADRO INFORMAÇÕES: DISPOSITIVOS LINEARES - MB05

MICROBACIA	TRECHO	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	COMPRIMENTO DISPOSITIVO	COTA BASE TURCO/VALETA MONTANTE (m²)	COTA BASE TURCO/VALETA JUSANTE (m)	COTA ESCAVAÇÃO MONTANTE (m²)	COTA ESCAVAÇÃO JUSANTE (m)
MICROBACIA 5	1	SC104	100,0 m	1016,31	1017,81	1018,26	1017,76
MICROBACIA 5	2	SC104	100,0 m	1016,31	1017,81	1018,26	1017,76
MICROBACIA 5	3	SC103	100,0 m	1017,49	1016,81	1017,39	1016,76
MICROBACIA 5	4	SC104	100,0 m	1016,81	1016,31	1016,76	1016,26
MICROBACIA 5	5	SC104	100,0 m	1016,31	1015,81	1016,26	1015,76
MICROBACIA 5	6	SC104	100,0 m	1015,81	1015,31	1015,76	1015,26
MICROBACIA 5	8	SC104	117,6 m	1014,83	1014,11	1014,76	1014,12
MICROBACIA 5	10	TC - DN800	110,0 m	1011,88	1005,75	1011,83	1005,70
MICROBACIA 5	11	SC104	50,0 m	1010,86	1010,36	1010,81	1010,31
MICROBACIA 5	12	SC104	50,0 m	1010,86	1010,36	1010,81	1010,31
MICROBACIA 5	14	TC - DN800	105,0 m	1015,15	1010,05	1015,10	1010,00

QUADRO INFORMAÇÕES: DISPOSITIVOS LINEARES - MB06

MICROBACIA	TRECHO	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	COMPRIMENTO DISPOSITIVO	COTA BASE TURCO/VALETA MONTANTE (m²)	COTA BASE TURCO/VALETA JUSANTE (m)	COTA ESCAVAÇÃO MONTANTE (m²)	COTA ESCAVAÇÃO JUSANTE (m)
MICROBACIA 6	1	SC103	50,0 m	1015,15	1013,15	1014,14	1013,17
MICROBACIA 6	3	SC103	74,0 m	1013,12	1012,96	1012,77	1012,25
MICROBACIA 6	4	SC104	100,0 m	1011,61	1011,11	1011,56	1011,06
MICROBACIA 6	5	SC104	100,0 m	1011,36	1010,37	1011,31	1010,32
MICROBACIA 6	5	SC103	46,0 m	1015,27	1017,08	1015,32	1017,01
MICROBACIA 6	7	SC103	72,0 m	1015,38	1015,73	1015,33	1015,68
MICROBACIA 6	8	SC103	117,0 m	1014,68	1011,68	1014,63	1011,63
MICROBACIA 6	9	SC103	117,0 m	1014,68	1011,68	1014,63	1011,63
MICROBACIA 6	8	SC103	18,0 m	1010,60	1009,07	1010,88	1009,02
MICROBACIA 6	10	SC103	100,0 m	1020,37	1019,92	1020,32	1019,25
MICROBACIA 6	11	SC103	100,0 m	1020,37	1019,92	1020,32	1019,25
MICROBACIA 6	13	SC103	81,0 m	1021,29	1020,79	1021,24	1020,74
MICROBACIA 6	15	SC103	30,0 m	1020,60	1019,94	1020,25	1019,89
MICROBACIA 6	16	SC103	30,0 m	1020,60	1019,94	1020,25	1019,89
MICROBACIA 6	17	SC104	21,0 m	1020,04	1009,97	1009,99	1009,92
MICROBACIA 6	18	SC103	83,7 m	1024,54	1015,11	1024,89	1024,06
MICROBACIA 6	19	SC103	80,0 m	1021,12	1024,11	1021,07	1024,06
MICROBACIA 6	21	SC103	16,0 m	1020,70	1020,20	1020,74	1020,21
MICROBACIA 6	22	SC103	16,0 m	1020,70	1020,20	1020,74	1020,21
MICROBACIA 6	23	SC103	33,0 m	1020,49	1019,20	1020,49	1019,15
MICROBACIA 6	24	SC101	23,0 m	1019,20	1018,62	1019,15	1017,97
MICROBACIA 6	25	SC103	33,0 m	1019,41	1018,02	1019,36	1017,97
MICROBACIA 6	26	SC104	60,0 m	1018,52	1016,42	1017,97	1016,38
MICROBACIA 6	27	SC104	60,0 m	1018,52	1016,42	1017,97	1016,38
MICROBACIA 6	24	SC103	47,0 m	1025,94	1024,19	1025,89	1024,19

QUADRO INFORMAÇÕES: DISPOSITIVOS LINEARES - MB07

MICROBACIA	TRECHO	DISPOSITIVO DE DRENAGEM	COMPRIMENTO DISPOSITIVO	COTA BASE TURCO/VALETA MONTANTE (m²)	COTA BASE TURCO/VALETA JUSANTE (m)	COTA ESCAVAÇÃO MONTANTE (m²)	COTA ESCAVAÇÃO JUSANTE (m)
MICROBACIA 7	1	SC103	100,0 m	1021,70	1020,27	1021,55	1020,12
MICROBACIA 7	2	SC104	100,0 m	1020,21	1019,45	1020,02	1019,40
MICROBACIA 7	3	SC104	100,0 m	1020,21	1019,45	1020,02	1019,40
MICROBACIA 7	5	SC103	104,8 m	1024,56	1022,11	1024,51	1022,06
MICROBACIA 7	5	SC103	52,0 m	1024,20	1023,62	1024,15	1023,57
MICROBACIA 7	6	SC103	52,0 m	1024,20	1023,62	1024,15	1023,57
MICROBACIA 7	7	SC103	113,0 m	1023,45	1022,45	1023,40	1022,40
MICROBACIA 7	8	SC104	113,0 m	1023,45	1022,45	1023,40	1022,40
MICROBACIA 7	9	SC104	113,0 m	1018,12	1016,87	1018,07	1016,82
MICROBACIA 7	10	SC103	42,0 m	1025,17	1024,12	1025,12	1024,07
MICROBACIA 7	11	SC103	42,0 m	1025,17	1024,12	1025,12	1024,07
MICROBACIA 7	13	SC103	42,0 m	1021,70	1020,27	1021,55	1020,12
MICROBACIA 7	14	SC103	42,0 m	1021,70	1020,27	1021,55	1020,12
MICROBACIA 7	34	TC - DN800	50,0 m	1018,95	1018,50	1018,91	1018,61
MICROBACIA 7	35	TC - DN800	50,0 m	1018,95	1018,50	1018,91	1018,61
MICROBACIA 7	4C	TC - DN800	100,0 m	1018,18	1017,68	1018,13	1017,63
MICROBACIA 7	4C	TC - DN800	100,0 m	1018,18	1017,68	1018,13	1017,63

01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE 01 DA SAC	21/05/2020	EDA	VK	
00	EMISSÃO INICIAL	20/01/2020	EDA	RP	
REV	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVO

Contratante: Contratada:

PREFEITURA DE CAÇADOR

INFRAERO AEROPORTOS

Sítio

AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES

Data JANEIRO / 2020	Área do sítio **PISTA DE POUSO**
Autores CAU / CREA / UF JULIO A. AMARANTES JR. 118.237-9/SC	Especialidade / Subespecialidade **DRENAGEM**
Validador Rubrica MATHEUS G. SCHELIN	Tipo / Especificação do documento **MEMORIAL DE CÁLCULO**
Aprovador Rubrica ADELCIO CORREA GUIMARÃES FILHO	Tipo de obra **CONSTRUÇÃO** Classe Geral do projeto **PROJETO BÁSICO**
Rubrica do (s) Autor (es)	Codificação **CD.02/102.76/00026/01**

SUMÁRIO

1. OBJETIVO 3
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 4
3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES 4
4. NORMAS CONSULTADAS 5
5. BIBLIOGRAFIA 6
6. ÁREA OBJETO DE ESTUDO 7
7. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM 11
7.1. SUBDIVISÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO 11
7.2. CÁLCULO DO COEFICIENTE DE RUNOFF DAS MICROBACIAS 12
7.3. CÁLCULO DA INTENSIDADE DE CHUVA E DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO 13
7.4. CÁLCULO DA VAZÃO DAS MICROBACIAS E SUBSISTEMAS DE CONTRIBUIÇÃO 19
7.5. DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM 24
APÊNDICE A – ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL 32

1. OBJETIVO

Desenvolvimento de drenagem para adequação da faixa de pista e RESAs do aeroporto municipal de Caçador-SC.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Imagens aéreas de domínio público – Google Earth;
- Levantamento planialtimétrico do sítio aeroportuário;
- Relatório de sondagens de simples reconhecimento elaborado por Geoazimute Ltda;
- Serviço Geológico do Brasil (2014). Mapa Geológico de Santa Catarina.

3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- CD.02/102.92/00027/01 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – DRENAGEM
- CD.02/102.01/00028/01 - DRENAGEM - PLANTA GERAL
- CD.02/102.08/00029/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 01, 02 E 03
- CD.02/102.08/00030/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 04 E 05
- CD.02/102.08/00031/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 06 E 07
- CD.02/102.08/00032/01 – DETALHES - FOLHA 01
- CD.02/102.07/00033/01 – DETALHES - FOLHA 02
- SCN_Carta_Topografica_Matricial-CAÇADOR-E-SG-22-Z-A-IV-3-NO-25.000

4. NORMAS CONSULTADAS

- Agência Nacional de Aviação Civil (2018). Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 154 Emenda 04;
- American Society of Testing Materials. D 420-98 – Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes;
- American Society of Testing Materials. D 5447 – Guide for Application of a Ground-Water Flow Model to a Site-Specific Problem;
- American Society of Testing Materials. D 5490 – Guide for Comparing Ground-Water Flow Model Simulations to Site-Specific Information;
- American Society of Testing Materials. D 5609 – Guide for Defining Boundary Conditions in Ground-Water Flow Modeling;
- American Society of Testing Materials. D 5610 – Guide for Defining Initial Conditions in Ground-Water Flow Modeling;
- American Society of Testing Materials. D 5611 – Guide for Conducting a Sensitivity Analysis for Ground-Water Flow Model Application;
- American Society of Testing Materials. D 5718-95 – Standard Guide for Documenting a Ground-Water Flow Model Application;
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11682/09 – Estabilidade de Encostas;
- EUROCODE 7 (2004) – Geotechnical Design Part 1 – General rules;
- Ministério da Defesa – Comando da Aeronáutica – Departamento de Controle do Espaço Aérea. ICEA 63-19. Critérios de Análise Técnica da Área de Aeródromos (AGA). Edição 2015.

5. BIBLIOGRAFIA

- Fossen, H. (2017). Geologia Estrutural. Oficina de Textos;
- Freeze,A. and Cherry, J.A. (1979). Groundwater. Prentice Hall Pubs;
- Koerner, R.M. (1999). Designing with Geosynthetics. 4th Edition. Prentice Hall Pubs;
- Serviço Geológico do Brasil (2018). Atlas Pluviométrico do Brasil. Equações Intensidade-Duração-Frequência – Município de Caçador-SC, Estação Pluviográfica de Caçador/SC;
- Tucci, C.E.M. (1993). Hidrologia – Ciência e Aplicação. Editora UFRGS;
- U.S. Department of Transportation (2009). FHWA-NHI-10-024 – Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes (FHWA GEC 011) – Volume I and II;
- U.S. Department of Transportation (2013). FAA Advisory Circular AC 150/5320-5D Airport Drainage Design;

6. ÁREA OBJETO DE ESTUDO

A área objeto de estudo compreende o sítio do aeroporto municipal de Caçador/SC e as respectivas áreas circunvizinhas que compõem o sistema de microbacias da região. O centro da área objeto de estudo localiza-se no município de Caçador-SC nas Coordenadas UTM 505963.10m E e 7.037.055m S.

A região caracteriza-se por uma geomorfologia composta por morros suaves com alturas variando entre 20m e 100m, intercalados por talvegues que formam um sistema de pequenas microbacias adjuntas. Conforme apresentado na Figura 6.1, a região do sítio aeroportuário caracteriza-se pela implantação da pista de pouso e decolagem na direção de alinhamento NE-SW (N20E) próximo à cota de elevação 1025m. A análise das fotos aéreas do local objeto de estudo possibilitou inferir que, o processo de implantação da pista de pouso e decolagem (PPD), envolveu a execução de uma sequência sucessiva de cortes e aterros de tal modo que os talvegues originais de direção de alinhamento NW-SE, que atuavam como as drenagens naturais do local, foram soterrados e totalmente obstruídos. Como consequência, a PPD passou a desempenhar o papel de divisor de águas da região.

Figura 6.1 - Vista aérea da região objeto de estudo

A solução de drenagem proposta para o projeto em questão considera a utilização dos corpos hídricos da região para o seu desague. Para tal, foram utilizadas como referência, a documentação oficial do Banco e Dados Geográficos do Exército – BDGEx: SCN_Carta_Topografica_Matricial-CAÇADOR-E-SG-22-Z-A-IV-3-NO-25.000. Dessa forma, foi possível destinar corretamente a contribuição da nova rede implantada. Os detalhes e a compatibilização podem ser avaliados nas pranchas: CD.02/102.01/00028/01 - DRENAGEM - PLANTA GERAL, CD.02/102.08/00029/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 01, 02 E 03, CD.02/102.08/00030/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 04 E 05, CD.02/102.08/00031/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 06 E 07.

A inspeção do local objeto de estudo possibilitou observar que os aterros executados não foram devidamente projetados, uma vez que há a presença de blocos de rocha de dimensões métricas dispersos no meio da massa de solo (Figura 6.2 e Figura 6.4), bem como a saia do aterro apresenta baixa compactação estando susceptível à erosão por ação de água superficial (*Runoff*) (Figura 6.3).

Figura 6.2 - Detalhe de matacão rolado da saia do aterro da PPD

Figura 6.3 - Detalhe da vala de erosão formada ao longo da saia do aterro da PPD

Figura 6.4 - Vista geral do aterro de solo-enrocamento da faixa de pista da PPD

O solo do local é predominantemente argiloso, de coloração marrom avermelhada característico dos solos residuais de basalto da formação Serra Geral. A espessura da camada de solo na região tende a variar entre 15m e 20m em locais próximos às fraturas/falhas geológicas (região de concentração do fluxo de água) enquanto que nas regiões de crista tenderá variar entre 2m e 7m de espessura, conforme ilustrado na Figura 6.5.

A visita de campo realizada em 10 de dezembro de 2019 possibilitou observar que:

- Parte da PPD está assente em rocha e parte em aterro de solo-enrocamento;
- A qualidade da compactação da saia do aterro é baixa, apresentando material fofo, simplesmente lançado;
- Existe um processo de erosão avançado na borda leste do aterro da PPD, próximo à cabeceira 02;
- Não foi observada a existência de um sistema de drenagem de águas superficiais na região do sítio aeroportuário.

Figura 6.5 - Detalhe da espessura do manto de solo e localização do topo rochoso próximo à cabeceira 02

7. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM

7.1. SUBDIVISÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

Uma vez que a PPD atua como o divisor de águas do local objeto de estudo, o sítio aeroportuário foi subdividido em 7 (sete) microbacias independentes de drenagem, conforme indicado na Figura 7.1.

Figura 7.1 - Divisão das bacias de drenagem do sítio aeroportuário

As áreas de contribuição de cada microbacia e suas respectivas subdivisões foram estimadas a partir da planta topográfica consolidada. A Tabela 7.1. apresenta um resumo contendo a área total, a área impermeável e a subdivisão de áreas permeáveis, conforme a declividade final do terreno após a adequação da área de pista.

Microbacia	Área Total	Área Impermeável	Área Vegetada Declividade 0 a 2%		Área Vegetada Declividade 2.1% a 7%	
	(m^2)	(m^2)	(m^2)	Tipo de Solo	(m^2)	Tipo de Solo
1	64303	9337.47	40462.38	Argiloso	14503.10	Argiloso
2	17214	2449.32	9797.27	Argiloso	4966.93	Argiloso
3	45049	6897.53	27590.12	Argiloso	10561.10	Argiloso
4	83875	12386.69	49546.78	Argiloso	21941.62	Argiloso
5	74699	12386.69	49546.78	Argiloso	12765.78	Argiloso
6	33443	6388.05	25552.18	Argiloso	1502.30	Argiloso
7	71993	6388.05	25552.18	Argiloso	40053.09	Argiloso

Tabela 7.1 - Resumo das áreas computadas de cada microbacia na região sítio aeroportuário

7.2. CÁLCULO DO COEFICIENTE DE RUNOFF DAS MICROBACIAS

O coeficiente de Runoff foi calculado considerando a média ponderada entre todos os tipos de superfície e suas respectivas áreas. Matematicamente, tem-se:

$$C_{Microbacia} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \cdot C_i}{A_{Microbacia}}$$

Onde $C_{Microbacia}$ é o coeficiente de Runoff da microbacia, A_i é a área de uma determinada região da microbacia com coeficiente de Runoff C_i, e $A_{Microbacia}$ é a área total da microbacia.

Os coeficientes de Runoff adotados foram os propostos pela FAA através do Advisory Circular AC 150/5320-5D Airport Drainage Design conforme indicados na Tabela 7.2, abaixo:

Área	Solo	Declividade	C
Impermeável	Asfalto	0%	0.95
Gramado	Argiloso	2%	0.17
Gramado	Argiloso	7%	0.22

Tabela 7.2 - Coeficientes de Runoff segundo FAA AC 150/5320-5D

Os coeficientes resultantes de cada microbacia estão apresentados na Tabela 7.3

Microbacia	$C_{Microbacia}$
1	0.2736
2	0.2898
3	0.3023
4	0.2602
5	0.3297
6	0.2856
7	0.2767

Tabela 7.3 - Coeficientes de Runoff para cada microbacia

7.3. CÁLCULO DA INTENSIDADE DE CHUVA E DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

A cidade de Caçador conta com clima quente e temperado, além de significativa pluviosidade ao longo do ano. A pluviosidade média anual é 1707 mm.

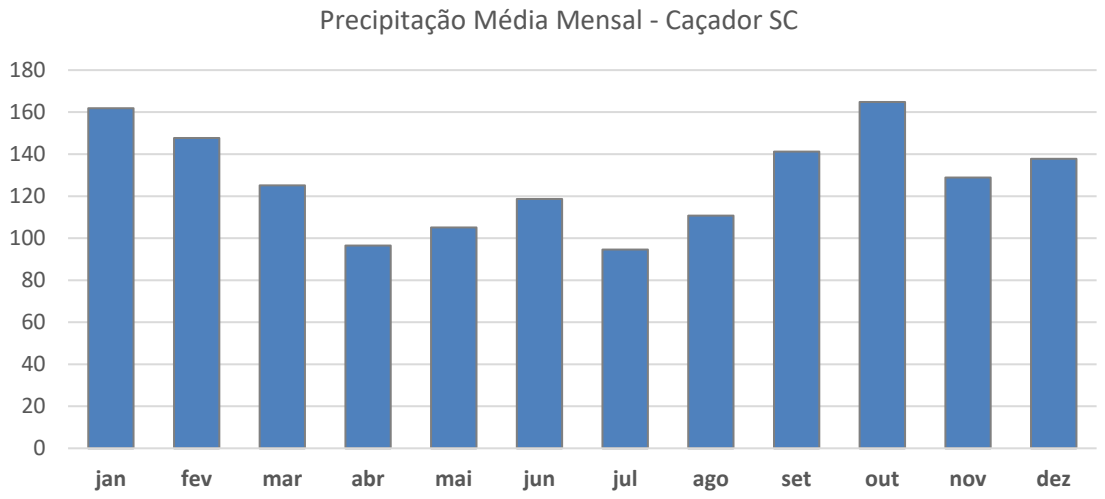


Figura 7.2 – Precipitação Média Mensal no Município de Caçador – Histórico de 1943 a 2017.

A chuva histórica foi calculada para um período de retorno de 20 anos. O período de 20 anos foi definido considerando o uso futuro do aeroporto.

As equações IDF utilizadas neste projeto foram extraídas do Atlas Pluviométrico do Brasil, Serviço Geológico do Brasil (2018). O procedimento de obtenção das equações utilizado no documento de referência segue descrito

Pluviogramas diários obtidos da Estação Pluviométrica de Caçador, localizada na Latitude 26º46’00”S e Longitude 51º00’00”, foram utilizados para a determinação das séries de máximos anuais de chuva. Os pluviogramas utilizados são dos anos entre 1988 e 2005, e as durações dos máximos anuais de chuvas de 5 minutos até 24 horas.

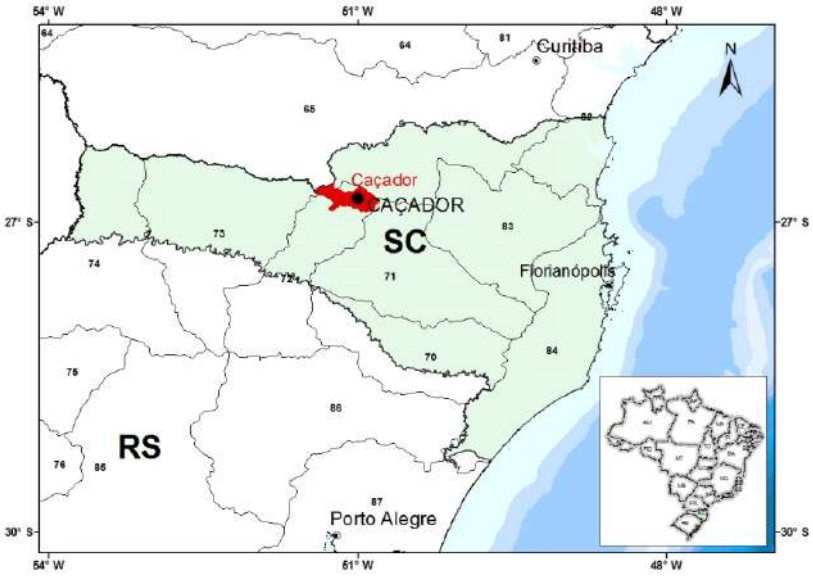


Figura 7.3 - Localização do Município e da Estação Pluviográfica

Nota-se, a partir da análise da base pluviométrica da estação de Caçador, Figura 7.4, que há uma tendência de alteração no regime pluviométrico, quando comparado com os históricos mais antigos.

A partir da distribuição de Gumbel-Chow, foram estimadas as chuvas máximas para 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos. A aderência dos dados ao modelo de Gumbel-Chow foi comprovada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5%. Ajustaram-se duas equações IDF de chuvas: uma válida para durações entre 5 e 120 minutos e outra para durações de 120 a 1440 minutos, conforme representado na Figura 7.5.

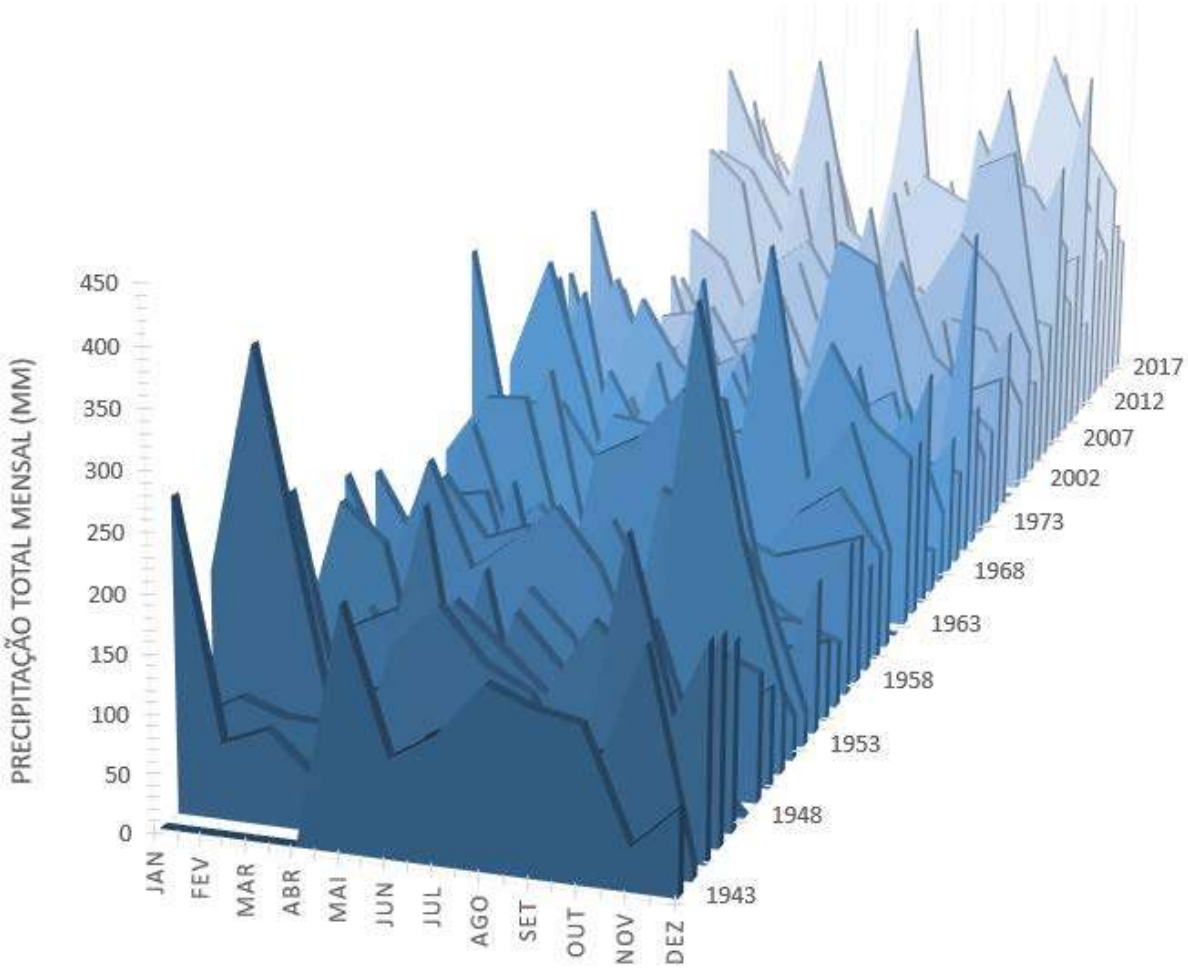


Figura 7.4 – Série Histórica de Precipitações Mensais Acumuladas – Caçador - SC

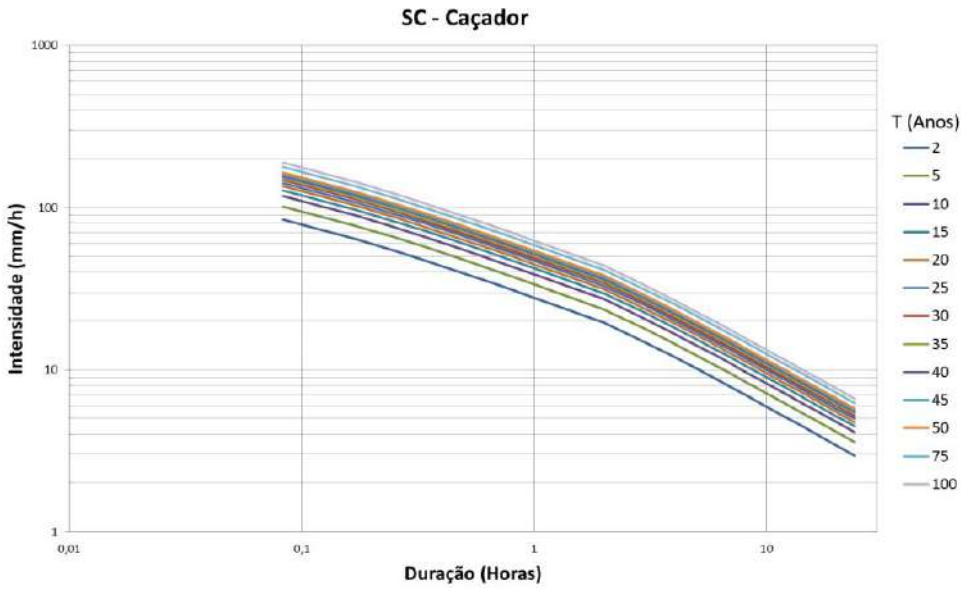


Figura 7.5 – Curvas intensidade-duração-frequência para a cidade de Caçador – SC.
Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2018)

A intensidade de chuva foi estimada baseando-se nas equações propostas por Back et al. (2011), calculadas especificamente para o município de Caçador/SC e adotada como referência pelo Serviço Geológico do Brasil a partir de 2018. As equações de intensidade de chuva i são função do tempo de recorrência (ou retorno) T, do tempo de duração da chuva t, e de variáveis estatísticas. Matematicamente, tem-se para chuvas com tempos de duração iguais ou inferiores a duas horas:

$$i = \frac{213.7T^{0.2071}}{(t + 2.7)^{0.5275}}$$

E para chuvas com tempos de duração superiores a duas horas:

$$i = \frac{1027.8T^{0.2063}}{(t + 26.8)^{0.8222}}$$

para chuvas com tempos de duração superiores a duas horas.

A partir das equações acima é possível estimar as intensidades e alturas de chuvas para um série de durações e tempos de retorno, conforme apresentado nas Tabela 7.4 e Tabela 7.5, abaixo.

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	84,0	101,6	117,3	127,6	135,4	141,8	147,3	156,3	163,7	170,0	178,0	184,9	189,0
10 Minutos	64,5	78,0	90,1	98,0	104,0	108,9	113,1	120,0	125,7	130,6	136,7	142,0	145,1
15 Minutos	54,2	65,5	75,6	82,2	87,3	91,4	94,9	100,8	105,5	109,6	114,8	119,2	121,8
20 Minutos	47,5	57,4	66,3	72,1	76,5	80,2	83,3	88,4	92,5	96,1	100,7	104,5	106,8
30 Minutos	39,2	47,4	54,7	59,5	63,1	66,1	68,7	72,9	76,3	79,3	83,0	86,2	88,1
45 Minutos	32,1	38,8	44,8	48,7	51,7	54,2	56,3	59,7	62,6	65,0	68,0	70,6	72,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	19,5	23,6	27,2	29,6	31,4	32,9	34,2	36,3	38,0	39,5	41,3	42,9	43,9
3 HORAS	14,8	17,9	20,6	22,4	23,8	24,9	25,9	27,5	28,7	29,8	31,3	32,5	33,2
4 HORAS	12,0	14,5	16,7	18,2	19,3	20,2	21,0	22,3	23,3	24,2	25,3	26,3	26,9
5 HORAS	10,2	12,3	14,2	15,4	16,3	17,1	17,8	18,8	19,7	20,5	21,5	22,3	22,8
6 HORAS	8,8	10,7	12,3	13,4	14,2	14,9	15,5	16,4	17,2	17,8	18,7	19,4	19,8
7 HORAS	7,9	9,5	10,9	11,9	12,6	13,2	13,7	14,6	15,3	15,8	16,6	17,2	17,6
8 HORAS	7,1	8,6	9,9	10,7	11,4	11,9	12,4	13,1	13,8	14,3	15,0	15,5	15,9
12 HORAS	5,1	6,2	7,2	7,8	8,3	8,7	9,0	9,6	10,0	10,4	10,9	11,3	11,5
14 HORAS	4,6	5,5	6,3	6,9	7,3	7,7	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,2
24 HORAS	3,0	3,6	4,1	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,5	6,6

Tabela 7.4 – Intensidade da chuva em mm/h. Cidade: Caçador – SC

Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2018)

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	7,0	8,5	9,8	10,6	11,3	11,8	12,3	13,0	13,6	14,2	14,8	15,4	15,7
10 Minutos	10,8	13,0	15,0	16,3	17,3	18,2	18,8	20,0	21,0	21,8	22,8	23,7	24,2
15 Minutos	13,5	16,4	18,9	20,6	21,8	22,9	23,7	25,2	26,4	27,4	28,7	29,8	30,5
20 Minutos	15,8	19,1	22,1	24,0	25,5	26,7	27,8	29,5	30,8	32,0	33,6	34,8	35,6
30 Minutos	19,6	23,7	27,3	29,7	31,6	33,1	34,3	36,4	38,2	39,6	41,5	43,1	44,1
45 Minutos	24,1	29,1	33,6	36,6	38,8	40,6	42,2	44,8	46,9	48,7	51,0	53,0	54,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	39,0	47,2	54,5	59,2	62,9	65,8	68,4	72,6	76,0	78,9	82,7	85,8	87,7
3 HORAS	44,4	53,6	61,9	67,3	71,4	74,7	77,6	82,4	86,2	89,5	93,8	97,4	99,5
4 HORAS	48,0	58,0	66,9	72,7	77,2	80,8	83,9	89,1	93,3	96,8	101,4	105,3	107,6
5 HORAS	50,8	61,4	70,8	77,0	81,7	85,5	88,8	94,2	98,7	102,4	107,3	111,4	113,8
6 HORAS	53,1	64,1	73,9	80,4	85,3	89,3	92,8	98,4	103,1	107,0	112,1	116,4	118,9
7 HORAS	55,0	66,4	76,6	83,3	88,4	92,6	96,1	102,0	106,8	110,9	116,1	120,6	123,2
8 HORAS	56,6	68,4	79,0	85,8	91,1	95,4	99,0	105,1	110,0	114,3	119,6	124,2	127,0
12 HORAS	61,8	74,6	86,1	93,6	99,3	104,0	108,0	114,6	120,0	124,6	130,5	135,5	138,5
14 HORAS	63,8	77,0	88,9	96,6	102,5	107,4	111,5	118,3	123,9	128,6	134,7	139,8	142,9
24 HORAS	70,9	85,7	98,9	107,5	114,1	119,4	124,0	131,6	137,8	143,1	149,8	155,6	159,0

Tabela 7.5 - Altura de chuva em mm. Cidade: Caçador – SC

Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2018)

A estimativa do tempo de concentração das microbacias foi baseada na equação proveniente do método da onda cinemática para precipitação constante. Adotou-se esse método pelo fato deste possibilitar a estimativa do tempo de concentração considerando o coeficiente de Manning da superfície da bacia (neste caso, adotado como o valor ponderado entre as áreas dos diversos tipos de superfície permeável). Matematicamente, tem-se:

$$t_c = \frac{447(L \cdot n)^{0.6}}{S^{0.3} \cdot I^{0.4}}$$

Onde L é o comprimento de drenagem, n é o coeficiente de Manning para a superfície da microbacia, S é a declividade média da drenagem e I é a intensidade efetiva de chuva, considerada igual à intensidade calculada pelas equações de Bach et al. (2011). Os valores de coeficientes de Manning adotados foram baseados nos valores propostos por Tucci (1993), conforme apresentados na Tabela 7.6, abaixo.

Cobertura da Bacia	*n*
Asfalto suave	0.012
Asfalto ou concreto	0.014
Argila compactada	0.030
Pouca vegetação	0.020
Vegetação densa	0.350
Vegetação densa e floresta	0.400

Tabela 7.6 - Valores de coeficiente de Manning para diferentes tipos de superfície de bacia (apud Tucci, 1993)

Similarmente ao cálculo do coeficiente de Runoff, tanto o valor do coeficiente de Manning quanto o valor da declividade da bacia foram calculados baseando-se na ponderação das respectivas áreas permeáveis e declividades conforme apresentado na Tabela 7.1. Apresentam-se na Tabela 7.7 o resumo das declividades e coeficientes de Manning ponderados para as sete microbacias consideradas.

Microbacia	Manning Ponderado	Declividade Ponderada
1	0.2287	0.0200
2	0.3046	0.0200
3	0.2232	0.0200
4	0.2164	0.0200
5	0.2393	0.0200
6	0.2711	0.0200
7	0.1420	0.0200

Tabela 7.7 - Valores de coeficiente de Manning e de declividade ponderados das microbacias

Igualando-se o tempo de duração da precipitação das Equações de Bach et al. (2011) ao respectivo tempo de concentração, possibilita-se, através de cálculo iterativo, a estimativa das intensidades de chuva em cada microbacia ou em cada sistema de drenagem (e.g. pátio de aeronaves).

7.4. CÁLCULO DA VAZÃO DAS MICROBACIAS E SUBSISTEMAS DE CONTRIBUIÇÃO

Entende-se por microbacia, a região de concentração de fluxo de água delimitada por divisores de água definidos (linhas de cumeada) e por uma única região de descarga (linha de talvegue).

Entende-se por subsistemas de contribuição as subdivisões internas de uma determinada microbacia, realizadas com a finalidade de otimização do dimensionamento dos sistemas de drenagem (e.g. canais, canaletas e tubulação).

A vazão de cada microbacia e/ou subsistema de contribuição foi avaliada adotando-se o método racional, o coeficiente de Runoff calculado conforme o Item 7.2 e a intensidade calculada conforme o Item 7.3. Matematicamente tem-se:

$$Q = C_{Microbacia} i A_{Microbacia}$$

Apresenta-se a seguir as estimativas de tempo de concentração, de vazão e respectivo dimensionamento de todos os subsistemas de drenagem que compõem o sistema de drenagem do sítio aeroportuário.

Não foram feitas ligações em redes de drenagem existentes, de forma que não foi necessária a avaliação do suporte das novas contribuições.

Tabela 7.8 - Estimativa dos tempos de concentração e vazões

Microbacia (-)	Identificação do Trecho (-)	Estrutura Adotada (-)	Tipo de Dispositivo (-)	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Distância de Fluxo da Drenagem (km)	Manning Ponderado (-)	Declividade Ponderada (%)	Tempo de Recorrência (anos)	Intensidade da Chuva (mm/h)	Tempo de Concentração (minutos)	Comprimento do Trecho Drenado (m)	Área de Recarga do Trecho (m^2)	Vazão no Trecho (m^3/h)	Vazão Acumulada (m^3/h)
1	1	SCC04	Valeta	33+19,30m	30+6,29m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	72,90	5467,50	90,42	907,03
1	2	SCC04	Valeta	30+6,29m	27+0,00m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	66,30	4972,50	82,23	989,26
1	3A	SCC03	Valeta	-	-	-	-	2,35%	20	-	-	46,00	-	0,10	0,10
1	3	SCC03	Valeta	4+10,00m	11+1,88m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	131,88	9891,00	163,57	163,57
1	4	SCC03	Valeta	11+1,88m	16+1,88m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	100,00	7500,00	124,03	287,60
1	5	SCC04	Valeta	16+1,88m	21+10,94m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	109,06	8179,50	135,27	422,87
1	6	SCC03	Valeta	21+10,94m	27+0,00m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	109,06	8179,50	135,27	558,14
1	A	CCS - A1	Caixa Coletora	27+0,00m	27+0,00m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1547,40
1	7	DCD03/04	Escada	27+0,00m	27+0,00m	-	-	47,22	20	-	-	10,81	-	-	1547,40
1	B	CCS - B1	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1547,40
1	8	DCD03/04	Escada	-	-	-	-	40,03	20	-	-	6,00	-	-	1547,40
1	9	SCC03	Valeta	-	-	0,0300	0,2287	2,49%	20	100,82	10,7681	35,00	1050,00	31,18	31,18
1	10	SCC03	Valeta	4+10,00m	0+0,00m	0,0300	0,2287	0,50%	20	77,77	19,3270	91,50	2745,00	62,88	94,06
1	C	CCS - C1	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	125,24
1	11	DAD03/04	Escada	-	-	-	-	23,94	20	-	-	5,00	-	-	125,24
2	1	SCC03	Valeta	-	-	0,0300	0,3046	2,86%	20	94,27	12,5980	35,00	1050,00	20,84	20,84
2	2	SCC03	Valeta	4+10,00m	0+0,00m	0,0300	0,3046	0,50%	20	70,44	23,8785	90,00	2700,00	40,04	40,04
2	A	CCS - A2	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	60,88
2	3	SCC03	Valeta	-	-		0,3046	4,77%	20	-	-	22,00	-	60,88	60,88
2	B	CCS - B2	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	60,88
2	4	SCC03	Valeta	-	-		0,3046	5,45%	20	-	-	22,00	-	60,88	60,88
3	1A	SCC03	Valeta	-	-	-	-	2,39%	20	-	-	46,00	-	0,10	0,10
3	1	SCC04	Valeta	5+2,90m	13+0,33m	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	160,00	12000,00	645,85	645,95
3	2	SCC04	Valeta	13+0,33m	18+0,33m	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	100,00	7500,00	403,65	1049,60
3	3	SCC04	Valeta	18+0,33m	23+0,33m	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	100,00	7500,00	403,65	1453,25
3	4	SCC03	Valeta	27+1,35m	23+0,33m	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	80,96	6072,00	326,80	326,80
3	A	CCS - A3	Caixa Coletora	23+0,33m	23+0,33m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1780,05
3	5	DAD03/04	Escada	23+0,33m	23+0,33m	-	-	11,65	20	-	-	4,80	-	-	1780,05
3	6	SCC03	Valeta	-	-	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	105,00	7875,00	423,84	423,84
3	B	CCS - B3	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2203,89
3	7	DAD03/04	Escada	-	-	-	-	19,93	20	-	-	5,60	-	-	2203,89
3	C	CCS - C3	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2203,89
3	8	SCC04	Valeta			0,0750	0,2232	5,17%	20	85,31	15,7834	52,83	3962,25	321,13	2203,89
3	9	SCC03	Valeta			0,0750	0,2232	0,76%	20	61,11	32,0916	52,83	3962,25	230,03	230,03
4	1	SCC03	Valeta	33+19,30m	38+19,30m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	408,30
4	2	SCC04	Valeta	38+19,30m	43+19,30m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	74,00	5550,00	302,15	710,45
4	3	SCC04	Valeta	43+19,30m	47+19,30m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	1118,75
4	C	CCS - C4	Caixa Coletora	47+19,30m	47+19,30m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2666,16
4	3A	DN600	Tubo	47+19,30m	47+19,30m	-	-	0,50%	20	-	-	30,00	-	-	710,45
4	4	VPA03	Valeta	47+19,30m	52+14,39m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	408,30
4	5	VPA03	Valeta	52+14,39m	57+14,39m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	816,61
4	6	SCC03	Valeta	72+8,90m	67+13,97m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	94,00	7050,00	383,81	383,81
4	7	SCC04	Valeta	67+13,97m	62+13,97m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	792,11
4	8	VPA03	Valeta	62+13,97m	57+14,39m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	1200,41
4	A	CCS - A4	Caixa Coletora	57+14,39m	57+14,39m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1200,41
4	9	DCD03/04	Escada	57+14,39m	57+14,39m	-	-	15,72	20	-	-	7,00	-	-	1200,41
4	10	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2164	0,50%	20	111,85	8,3615	16,00	160,00	17,00	17,00
4	11	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2164	0,50%	20	111,85	8,3615	25,00	250,00	26,56	26,56
4	B	CCS - B4	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1243,98
4	12	SCC03	Valeta	-	-	-	-	18,20%	20	-	-	5,00	-	1243,98	1243,98

Microbacia (-)	Identificação do Trecho (-)	Estrutura Adotada (-)	Tipo de Dispositivo (-)	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Distância de Fluxo da Drenagem (km)	Manning Ponderado (-)	Declividade Ponderada (%)	Tempo de Recorrência (anos)	Intensidade da Chuva (mm/h)	Tempo de Concentração (minutos)	Comprimento do Trecho Drenado (m)	Área de Recarga do Trecho (m^2)	Vazão no Trecho (m^3/h)	Vazão Acumulada (m^3/h)
5	1	SCC04	Valeta	72+9,92m	67+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	965,32
5	2	SCC04	Valeta	67+9,92m	62+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	1358,78
5	D	CCS - D5	Caixa Coletora	62+9,92m	62+9,92m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1685,58
5	2A	DN600	Tubo	62+9,92m	62+9,92m	-	-	0,50%	20	-	-	50,00	-	-	1358,78
5	3	SCC03	Valeta	62+9,92m	57+9,92m	0,0750	0,2393	0,63%	20	57,62	36,1940	100,00	7500,00	410,55	410,55
5	4	SCC04	Valeta	57+9,92m	52+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	804,02
5	5	SCC04	Valeta	52+9,92m	49+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	1197,49
5	E	CCS - E5	Caixa Coletora	49+9,92m	49+9,92m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	3401,38
5	5A	DN600	Tubo	49+9,92m	49+9,92m	-	-	0,50%	20	-	-	50,00	-	-	1197,49
5	6	SCC03	Valeta	49+9,92m	42+9,92m	0,0750	0,2393	1,09%	20	63,65	29,5068	100,00	7500,00	453,51	453,51
5	7	SCC04	Valeta	42+9,92m	37+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	846,98
5	8	SCC04	Valeta	37+9,92m	31+2,37m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	127,55	9566,25	501,87	1348,85
5	A	CCS - A5	Caixa Coletora	31+2,37m	31+2,37m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1578,88
5	9	DAD03/04	Escada	31+2,37m	31+2,37m	-	-	25,43	20	-	-	3,77	-	-	1578,88
5	B	CCS - B5	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1578,88
5	10	DN400	Tubo	-	-		0,2393	5,85%	20	-	-	38,29	-	1578,88	1578,88
5	11	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2393	0,50%	20	108,66	8,9849	45,00	450,00	46,45	46,45
5	C	CCS - C5	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	46,45
5	12	DN200	Tubo	-	-		0,2393	0,50%	20	-	-	50,00	0,00	46,45	46,45
6	1A	SCC03	Valeta	-	-	-	-	-	20	-	-	47,00	-	0,01	0,01
6	1	SCC03	Valeta	100+15,00m	98+4,77m	0,0750	0,2711	1,74%	20	66,19	27,2092	50,00	3750,00	235,78	235,78
6	2	SCC03	Valeta	98+4,77m	94+12,05m	0,0750	0,2711	1,40%	20	63,64	29,5201	73,00	5475,00	330,99	566,78
6	3	SCC03	Valeta	94+12,05m	92+8,91m	0,0750	0,2711	2,19%	20	68,92	25,0008	43,00	3225,00	211,15	777,93
6	4	SCC04	Valeta	92+8,91m	87+8,91m	0,0750	0,2711	0,99%	20	59,79	33,5612	100,00	7500,00	426,02	1203,94
6	A	CCS - A6	Caixa Coletora	87+8,91m	87+8,91m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1203,94
6	5	SCC03	Valeta	-	-	-	-	4,98%	20	-	-	46,00	-	1203,94	1203,94
6	6	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	1,24%	20	119,20	7,1045	216,00	2160,00	244,59	244,59
6	B	CCS - B6	Caixa Coletora	94+12,05m	94+12,05m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1448,54
6	7	SCC03	Valeta	-	-	-	-	7,90%	20	-	-	52,53	-	1448,54	1448,54
6	8	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	1,61%	20	123,44	6,4753	137,00	1370,00	160,66	160,66
6	C	CCS - C6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1609,20
6	9	SCC03	Valeta	-	-	-	-	4,96%	20	-	-	37,50	-	1609,20	1609,20
6	10	SCC03	Valeta	87+8,91m	82+8,91m	0,0750	0,2711	1,07%	20	60,64	32,6032	100,00	7500,00	432,08	432,08
6	11	SCC04	Valeta	82+8,91m	77+89,1m	0,0750	0,2711	0,50%	20	52,73	43,3185	100,00	7500,00	375,70	807,77
6	12	SCC04	Valeta	77+89,1m	72+89,1m	0,0750	0,2711	0,50%	20	52,73	43,3185	100,00	7500,00	375,70	1183,47
6	D	CCS - D6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1183,47
6	13	SCC03	Valeta	-	-	-	-	8,07%	20	-	-	30,50	-	1183,47	1183,47
6	14	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	0,95%	20	114,90	7,8108	100,00	1000,00	109,16	109,16
6	E	CCS - E6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1292,63
6	15	SCC03	Valeta	-	-	-	-	6,00%	20	-	-	40,00	-	1292,63	1292,63
6	16	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	0,50%	20	104,75	9,8265	25,00	250,00	24,88	24,88
6	F	CCS - F6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1317,50
6	17	SCC04	Valeta	-	-	0,0750	0,2711	0,50%	20	52,73	43,3185	25,00	1875,00	93,92	1317,50
6	18	SCC03	Valeta	101+0,00m	105+4,77m	0,0300	0,2711	0,99%	20	82,44	17,0239	83,70	2511,00	196,66	196,66
6	19	SCC03	Valeta	-	-	0,0830	0,2711	3,37%	20	71,75	22,9677	30,00	2490,00	169,71	169,71
6	G	CCS - G6	Caixa Coletora	105+4,77m	105+4,77m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	366,37
6	20	DCD03/04	Escada	105+4,77m	105+4,77m	-	-	33,58	20	-	-	5,00	-	-	366,37
6	H	CCS - H6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	366,37
6	21	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,1420	3,11%	20	154,45	3,2999	19,00	190,00	27,88	394,25

Microbacia (-)	Identificação do Trecho (-)	Estrutura Adotada (-)	Tipo de Dispositivo (-)	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Distância de Fluxo da Drenagem (km)	Manning Ponderado (-)	Declividade Ponderada (%)	Tempo de Recorrência (anos)	Intensidade da Chuva (mm/h)	Tempo de Concentração (minutos)	Comprimento do Trecho Drenado (m)	Área de Recarga do Trecho (m^2)	Vazão no Trecho (m^3/h)	Vazão Acumulada (m^3/h)
6	22	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	16,80%	20	160,36	2,8875	30,00	300,00	45,70	45,70
6	I	CCS - I6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	45,70
6	23	SCC03	Valeta	-	-	0,0150	0,2711	3,91%	20	68,41	13,6000	33,00	495,00	32,17	77,87
6	J	CCS - J6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	472,12
6	24	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,1420	5,13%	20	161,93	2,7853	23,00	230,00	35,38	507,50
6	25	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,1420	13,90%	20	175,70	1,9991	10,00	100,00	16,69	16,69
6	L	SAÍDA BUE	Saída de Bueiro	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2779,64
6	26	SCC04	Valeta	-	-	0,0200	0,1420	2,45%	20	128,69	5,7797	65,00	1300,00	158,93	2938,57
6	K	CCS - K6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2938,57
6	27	SCC04	Valeta	-	-	0,0150	0,1420	10,14%	20	160,02	2,9098	51,50	772,50	117,44	3056,00
7	1	SCC03	Valeta	92+14,77m	87+14,77m	0,0750	0,1420	0,98%	20	75,08	20,8497	100,00	7500,00	534,95	534,95
7	2	SCC04	Valeta	87+14,77m	82+14,77m	0,0750	0,1420	1,12%	20	76,82	19,8481	100,00	7500,00	547,35	1082,30
7	3	VPA03	Valeta	82+14,77m	77+14,77m	0,0750	0,1420	0,50%	20	66,73	26,7455	100,00	7500,00	475,47	1557,77
7	F	CCS - F7	Caixa Coletora	77+14,77m	77+14,77m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1557,77
7	3A	DN700	Tubo	77+14,77m	77+14,77m	-	-	0,50%	20	-	-	50,00	-	-	1557,77
7	4	SCC03	Valeta	77+14,77m	72+9,92m	0,0750	0,1420	1,10%	20	76,55	20,0018	104,85	7863,75	571,85	571,85
7	5A	SCC03	Valeta	101+0,00m	100+15,00m	0,0050	0,1420	2,51%	20	171,38	2,2259	47,00	235,00	38,26	38,26
7	5	SCC03	Valeta	100+15,00m	98+4,77m	0,0750	0,1420	1,56%	20	81,26	17,5708	50,00	3750,00	289,49	327,75
7	6	SCC03	Valeta	98+4,77m	92+14,77	0,0750	0,1420	1,87%	20	83,76	16,4407	100,00	7500,00	596,76	924,51
7	A	CCS - A7	Caixa Coletora	92+14,77m	92+14,77m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	924,51
7	7	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,1420	2,93%	20	153,54	3,3673	87,50	875,00	127,63	1052,14
7	B	CCS - B7	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1052,14
7	8	SCC04	Valeta	-	-	0,0150	0,1420	0,50%	20	112,36	8,2674	73,50	1102,50	117,68	1169,82
7	C	CCS - C7	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1169,82
7	9	SCC04	Valeta	-	-	0,0200	0,1420	0,50%	20	103,30	10,1607	63,00	1260,00	123,65	1293,47
7	10	SCC03	Valeta	-	-	0,0830	0,1420	3,33%	20	89,07	14,3326	30,00	2490,00	210,70	210,70
7	11	SCC03	Valeta	101+0,00m	105+4,77m	0,0750	0,1420	1,51%	20	80,81	17,7827	83,45	6258,75	480,51	480,51
7	D	CCS - D7	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	691,21
7	12	DCD03/04	Escada	105+4,77m	105+4,77m	-	-	28,81	20	-	-	5,00	-	-	691,21
7	E	CCS - E7	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	691,21
7	13	SCC03	Valeta	-	-	0,0150	0,1420	3,48%	20	143,58	4,1895	83,45	1251,75	170,74	861,96
7	14	SCC03	Valeta	-	-	0,0150	0,1420	16,60%	20	167,12	2,4665	42,00	630,00	100,02	100,02
7	-	ENTRADA BUE	Entrada Bueiro	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2255,45
7	15	DN800	Bueiro Greide	-	-	0,0750	0,1420	0,51%	20	67,00	26,5234	88,00	6600,00	420,09	2255,45

7.5. DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM

As premissas de projeto consideradas foram:

- Tempo de recorrência (TR) do sistema de drenagem igual a 5 anos;
- Verificação de atendimento de cenário limite de tempo de recorrência de 20 anos;
- Dimensionamento de canais e tubulações considerando regime de fluxo uniforme laminar;
- Dimensionamento das tubulações para altura de lâmina d'água igual a ¼ do diâmetro nominal da tubulação no cenário de TR 5 anos;
- O revestimento de todas as canaletas de drenagem será em concreto simples classe C20.
- As seções das canaletas serão constantes, dimensionadas para a vazão acumulada ao final do trecho considerado;
- A pista possui declividade transversal constante de 1.5% em atendimento ao RBAC 154;
- A faixa de pista apresentará declividades transversais variando entre 2%, no início da região de contribuição, a 2.5%, ao final da região de contribuição;

A velocidade de escoamento na seção (v) em regime laminar uniforme é dada por:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Onde n é o número de Manning da seção, R é o raio hidráulico e S é a declividade do trecho considerado.

A verificação de atendimento de cenário limite consiste na avaliação de transbordamento ou não da seção da canaleta quando da ocorrência do cenário limite.

Todo cenário de campo que indicar que a cota da borda da canaleta seja inferior à cota de chegada da faixa de pista, se procederá com a execução de uma sobreborda conforme indicado nas notas de serviço.

Apresenta-se abaixo, os desenhos esquemáticos das cotas e dimensões consideradas em projeto e descritas nas notas de serviço.

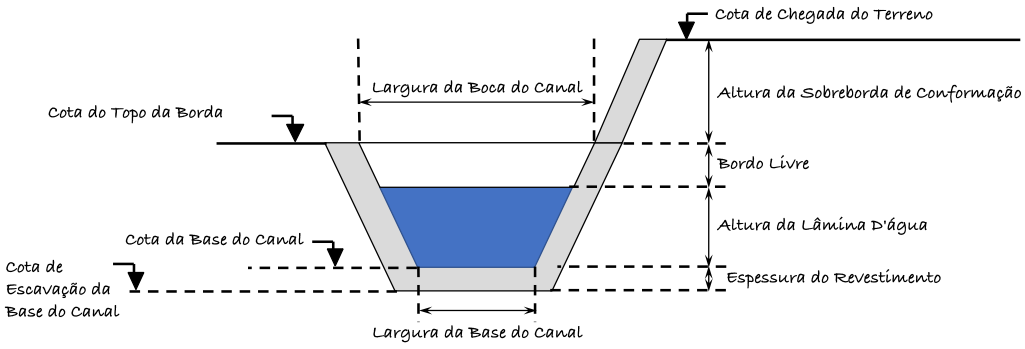


Figura 7.6 - Desenho esquemático da geometria e cotas do sistema de canais/canaletas

O procedimento de dimensionamento dos canais envolveu o cálculo iterativo da altura da lâmina d'água, uma vez definida a largura da base da canaleta e a inclinação dos seus taludes laterais (considerados com mesma inclinação – canaleta simétrica).

Para esse cenário de projeto, as equações para área molhada(A), perímetro molhado(P) e raio hidráulico(R) são iguais a:

$$A = b \cdot h + \frac{h^2}{\tan(\alpha)}$$

$$P = b + \frac{2h}{\sin(\alpha)}$$

$$R = \frac{[bh\, tan(\alpha) + h^2]\cos(\alpha)}{bsin(\alpha) + 2h}$$

Onde b é a dimensão da base da canaleta, h é a altura da lâmina d'água e α é o ângulo de declividade das paredes do canal, considerado a partir da horizontal.

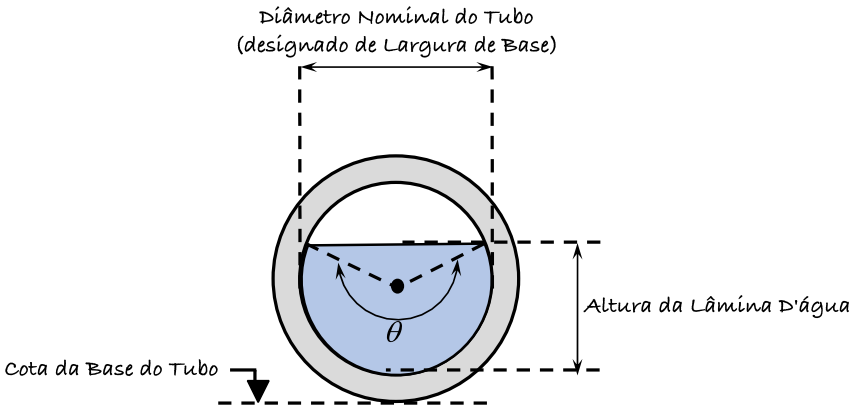


Figura 7.7 - Desenho esquemático da geometria e cotas do sistema de canais/canaletas

Para o caso de tubulações, as equações para área molhada(A), perímetro molhado(P) e raio hidráulico(R) dependem do posicionamento da lâmina d'água em relação ao raio da tubulação. Para o caso de h ser inferior ao raio da tubulação, as equações de A , P e R são iguais a:

$$A = \frac{d^2}{8}(\theta - sin\theta)$$

$$P = \frac{1}{2}d\theta$$

$$R = \frac{d}{4}\left(1 - \frac{sin\theta}{\theta}\right)$$

Onde θ é o arco de ângulo medido entre as superfícies e d é o diâmetro nominal da tubulação de drenagem.

Para o caso de $h \geq \frac{d}{2}$, tem-se:

$$A = \frac{d^2}{8}(\theta + sin\theta)$$

$$R = \frac{d}{4}\left(1 + \frac{sin\theta}{\theta}\right)$$

A altura da lâmina d'água para os dois casos será:

$$h = \frac{d}{2}\left(1 - cos\frac{\theta}{2}\right) \quad \text{para } h \leq \frac{d}{2}$$

$$h = \frac{d}{2}\left(1 + cos\frac{\theta}{2}\right) \quad \text{para } h \geq \frac{d}{2}$$

Fixando-se, como premissa de projeto, a altura da lâmina d'água igual a ¼ do diâmetro nominal do tubo para o cenário de TR 5 anos, tem-se que $\theta = 120^o$. Nesse cenário, a área molhada, o perímetro molhado e o raio hidráulico são iguais a:

$$A = 0.1535d^2$$

$$P = 1.0472d$$

$$R = 0.1466d$$

A equação para dimensionamento hidráulico da seção da tubulação por iteração é dada por:

$$d = \sqrt{6.5127\left\{\frac{Q}{\left(\frac{1}{n}\right)[(0.1466d)^{2/3}](S^{1/2})}\right\}}$$

Apresentam-se a seguir o resumo do dimensionamento das canaletas e tubulações do sistema de drenagem, para os tempos de retorno indicados.

Tabela 7.9 - Dimensionamento do Sistema de Drenagem – TR05

Dimensionamento do Sistema de Drenagem

Microbacia	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Trecho	Tipo de Drenagem	Estrutura Adotada	Comprimento do Trecho	Declividade do Trecho	CBV Montante	CEBV Montante	Diferença de Cota	CBV Jusante	CEBV Jusante	Altura de Caixa de Ligação	Material	Manning	Vazão Acumulada	Diâmetro do Tubo	Largura da Base / ϕ_{Tubo}	Altura da Lâmina D'água	Verificação	Inclinação das Paredes	Área Molhada	Perímetro Molhado
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	(m^3/s)	(m)	m)	(m)	(-)	(graus)	(m^2)	(m)
1	33+19,30m	30+6,29m	1	Valeta	SCC04	72.90	0.50%	1014.4600	1014.4100	0.3645	1014.0955	1014.0455	-	Concreto	0.0140	0.0969	-	**0.7000**	**0.129**	**OK**	45.0000	0.1068	1.0644
1	30+6,29m	27+0,00m	2	Valeta	SCC04	66.30	0.50%	1014.0955	1014.0455	0.3315	1013.7640	1013.7140	-	Concreto	0.0140	0.1128	-	**0.7000**	**0.143**	**OK**	45.0000	0.1201	1.1031
1	-	-	E	Caixa Coletora	CCS - E1	-	-	1014.4900	1014.4400	1.0000	1013.7640	1013.7140	1.00	Concreto	0.0140	0.3525	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	3A	Valeta	SCC04	46.00	1.35%	1014.9200	1014.8700	0.6200	1014.3000	1014.2500	-	Concreto	0.0140	0.2397	-	**0.7000**	**0.168**	**OK**	45.0000	0.1460	1.1756
1	4+10,00m	11+1,88m	3	Valeta	SCC03	131.88	0.50%	1014.3000	1014.2500	0.6594	1013.6406	1013.5906	-	Concreto	0.0140	0.0318	-	**0.5000**	**0.080**	**OK**	45.0000	0.0461	0.7251
1	11+1,88m	16+1,88m	4	Valeta	SCC03	100.00	0.50%	1013.6406	1013.5906	0.5000	1013.1406	1013.0906	-	Concreto	0.0140	0.0559	-	**0.5000**	**0.115**	**OK**	45.0000	0.0709	0.8259
1	16+1,88m	21+10,94m	5	Valeta	SCC04	109.06	0.50%	1013.1406	1013.0906	0.5453	1012.5953	1012.5453	-	Concreto	0.0140	0.0821	-	**0.7000**	**0.107**	**OK**	45.0000	0.0752	0.7330
1	21+10,94m	27+0,00m	6	Valeta	SCC04	109.06	0.50%	1012.5953	1012.5453	0.5453	1012.0500	1012.0000	-	Concreto	0.0140	0.1084	-	**0.7000**	**0.139**	**OK**	45.0000	0.1164	1.0925
1	27+0,00m	27+0,00m	A	Caixa Coletora	CCS - A1	-	-	1014.4900	1014.4400	2.5000	1012.0500	1012.0000	2.50	Concreto	0.0140	0.2212	-	-	-	-	-	-	-
1	27+0,00m	27+0,00m	7	Escada	DCD03/04	10.81	47.22 º	1012.0500	1012.0000	11.6800	1000.3700	1000.3200	-	Concreto	0.0140	0.2212	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B1	-	-	1000.8700	1000.8200	0.5000	1000.3700	1000.3200	0.50	Concreto	0.0140	0.2212	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	8	Escada	DCD03/04	6.00	40.03 º	1000.3700	1000.3200	5.0400	995.3300	995.2800	-	Concreto	0.0140	0.2212	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	9	Valeta	SCC03	35.00	2.49%	1016.3800	1016.3300	0.8700	1015.5100	1015.4600	-	Concreto	0.0140	0.0061	-	**0.5000**	**0.017**	**OK**	45.0000	0.0088	0.5483
1	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C1	-	-	1016.0100	1015.9600	0.5000	1015.5100	1015.4600	0.50	Concreto	0.0140	0.2274	-	-	-	-	-	-	-
1	4+10,00m	0+0,00m	10	Valeta	SCC04	91.50	0.50%	1015.3800	1015.3300	0.4575	1014.9225	1014.8725	-	Concreto	0.0140	0.2396	-	**0.7000**	**0.237**	**OK**	45.0000	0.2220	1.3701
1	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D1	-	-	1015.5100	1015.4600	1.0000	1014.9225	1014.8725	1.00	Concreto	0.0140	0.2396	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	1	Valeta	SCC03	35.00	2.86%	1016.3800	1016.3300	1.0000	1015.3800	1015.3300	-	Concreto	0.0140	0.0041	-	**0.5000**	**0.013**	**OK**	45.0000	0.0065	0.5361
2	4+10,00m	0+0,00m	2	Valeta	SCC03	90.00	0.50%	1015.4000	1015.3500	0.4500	1014.9500	1014.9000	-	Concreto	0.0140	0.0078	-	**0.5000**	**0.033**	**OK**	45.0000	0.0173	0.5921
2	-	-	A	Caixa Coletora	CCS - A2	-	-	1015.3800	1015.3300	2.0000	1013.4500	1013.4000	2.00	Concreto	0.0140	0.0119	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	3	Valeta	SCC03	22.00	4.77%	1013.4500	1013.4000	1.0500	1012.4000	1012.3500	-	Concreto	0.0140	0.0119	-	**0.5000**	**0.009**	**OK**	45.0000	0.0384	0.5236
2	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B2	-	-	1012.6000	1012.5500	1.5000	1011.4000	1011.3500	1.50	Concreto	0.0140	0.0119	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	4	Valeta	SCC03	27.00	0.50%	1011.4000	1011.3500	0.1340	1011.2660	1011.2160	-	Concreto	0.0140	0.0119	-	**0.5000**	**0.027**	**OK**	45.0000	0.0384	0.5236
3	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D3	-	-	1014.8700	1014.8200	2.5000	1012.5000	1012.4500	2.50	Concreto	0.0140	0.0119	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	1A	Valeta	SCC03	46.00	2.39%	1015.4000	1015.3500	1.1000	1014.3000	1014.2500	-	Concreto	0.0140	0.0000	-	**0.5000**	**0.001**	**OK**	45.0000	0.0003	0.5019
3	5+2,90m	13+0,33m	1	Valeta	SCC04	160.00	0.50%	1014.3000	1014.2500	0.8000	1013.5000	1013.4500	-	Concreto	0.0140	0.1255	-	**0.7000**	**0.153**	**OK**	45.0000	0.1304	1.1325
3	13+0,33m	18+0,33m	2	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1013.5000	1013.4500	0.5000	1013.0000	1012.9500	-	Concreto	0.0140	0.2039	-	**0.7000**	**0.212**	**OK**	45.0000	0.1934	1.2998
3	18+0,33m	23+0,33m	3	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1013.0000	1012.9500	0.5000	1012.5000	1012.4500	-	Concreto	0.0140	0.2823	-	**0.7000**	**0.265**	**OK**	45.0000	0.2562	1.4506
3	27+1,35m	23+0,33m	4	Valeta	SCC03	80.96	0.50%	1014.6100	1014.5600	0.4048	1014.2052	1014.1552	-	Concreto	0.0140	0.0635	-	**0.5000**	**0.125**	**OK**	45.0000	0.0785	0.8548
3	23+0,33m	23+0,33m	A	Caixa Coletora	CCS - A3	-	-	1014.8700	1014.8200	2.5000	1012.5000	1012.4500	2.50	Concreto	0.0140	0.3457	-	-	-	-	-	-	-
3	23+0,33m	23+0,33m	5	Escada	DAD03/04	4.80	11.65 º	1012.5000	1012.4500	0.9900	1011.5100	1011.4600	-	Concreto	0.0140	0.3457	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	6	Valeta	SCC03	105.00	0.50%	1012.0300	1011.9800	0.5250	1011.5050	1011.4550	-	Concreto	0.0140	0.0823	-	**0.5000**	**0.149**	**OK**	45.0000	0.0969	0.9223
3	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B3	-	-	1012.0000	1011.9500	0.5000	1011.5100	1011.4600	0.50	Concreto	0.0140	0.4280	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	7	Escada	DAD03/04	5.60	19.93 º	1011.5100	1011.4600	2.0300	1009.4800	1009.4300	-	Concreto	0.0140	0.4280	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C3	-	-	1010.0000	1009.9500	1.0000	1009.4800	1009.4300	1.00	Concreto	0.0140	0.4280	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	8	Valeta	SCC04	52.83	5.17%	1008.4800	1008.4300	2.7300	1005.7500	1005.7000	-	Concreto	0.0140	0.4280	-	**0.7000**	**0.158**	**OK**	45.0000	0.1351	1.1457
3	-	-	9	Valeta	SCC03	52.83	0.76%	1014.6100	1014.5600	0.4000	1014.2100	1014.1600	-	Concreto	0.0140	0.0447	-	**0.5000**	**0.087**	**OK**	45.0000	0.0509	0.7454
4	33+19,30m	38+19,30m	1	Valeta	SCC03	100.00	1.10%	1017.4700	1017.4200	1.1000	1016.3700	1016.3200	-	Concreto	0.0140	0.0793	-	**0.5000**	**0.112**	**OK**	45.0000	0.0683	0.8157
4	38+19,30m	43+19,30m	2	Valeta	SCC04	74.00	0.50%	1016.3700	1016.3200	0.3700	1016.0000	1015.9500	-	Concreto	0.0140	0.1380	-	**0.7000**	**0.163**	**OK**	45.0000	0.1406	1.1609
4	43+19,30m	47+19,30m	3	Valeta	SCC04	100.00	0.54%	1016.0000	1015.9500	0.5400	1015.4600	1015.4100	-	Concreto	0.0140	0.2173	-	**0.7000**	**0.216**	**OK**	45.0000	0.1974	1.3098
4	47+19,30m	47+19,30m	C	Caixa Coletora	CCS - C4	-	-	1015.9600	1015.9100	0.5000	1015.4600	1015.4100	0.50	Concreto	0.0140	0.3759	-	-	-	-	-	-	-
4	47+19,30m	47+19,30m	3A	Tubo	DN800	15.00	0.50%	1015.4600	1015.4100	0.0750	1015.3850	1015.3350	-	Concreto	0.0140	0.3759	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.291**	**0.70**	45.0000	0.3171	1.6222
4	47+19,30m	47+19,30m	D	Caixa Coletora	CCS - D4	-	-	1015.8850	1015.8350	0.5000	1015.3850	1015.3350	0.50	Concreto	0.0140	0.3759	-	-	-	-	-	-	-
4	43+19,30m	43+19,30m	3B	Tubo	DN800	100.00	1.30%	1015.3850	1015.3350	1.3000	1014.0850	1014.0350	-	Concreto	0.0140	0.3759	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.208**	**0.70**	45.0000	0.2091	1.3871
4	47+19,30m	47+19,30m	3C	Tubo	DN800	74.00	1.30%	1014.0850	1014.0350	0.9620	1013.1230	1013.0730	-	Concreto	0.0140	0.3759	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.208**	**0.70**	45.0000	0.2091	1.3871
4	47+19,30m	47+19,30m	3D	Tubo	DN800	86.00	1.30%	1013.1230	1013.0730	1.1180	1012.0050	1011.9550	-	Concreto	0.0140	0.3759	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.208**	**0.70**	45.0000	0.2091	1.3871
4	47+19,30m	52+14,39m	4	Valeta	VPA03	100.00	0.50%	1015.4600	1015.4100	0.5000	1014.9600	1014.9100	-	Concreto	0.0140	0.1586	-	**0.7000**	**0.179**	**OK**	45.0000	0.1572	1.2060
4	52+14,39m	57+14,39m	5	Valeta	VPA03	100.00	0.50%	1014.9600	1014.9100	0.5000	1014.4600	1014.4100	-	Concreto	0.0140	0.0793	-	**0.7000**	**0.113**	**OK**	45.0000	0.0919	1.0197
4	72+8,90m	67+13,97m	6	Valeta	SCC03	94.00	0.50%	1016.4000	1016.3500	0.4700	1015.9300	1015.8800	-	Concreto	0.0140	0.0746	-	0.5000	0.140	OK	45.0000	0.0894	0.8951
4	67+13,97m	62+13,97m	7	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1015.9300	1015.8800	0.5000	1015.4300	1015.3800	-	Concreto	0.0140	0.1539	-	0.7000	0.175	OK	45.0000	0.1534	1.1957
4	62+13,97m	57+14,39m	8	Valeta	VPA03	100.00	0.50%	1015.4300	1015.3800	0.5000	1014.9300	1014.8800	-	Concreto	0.0140	0.2332	-	0.7000	0.233	OK	45.0000	0.2168	1.3576
3	57+14,39m	57+14,39m	A	Caixa Coletora	CCS - A4	-	-	1015.4700	1015.4200	1.0000	1014.9300	1014.8800	1.00	Concreto	0.0140	0.2332	-	-	-	-	-	-	-
4	57+14,39m	57+14,39m	9	Escada	DCD03/04	7.00	15.72 º	1014.9300	1014.8800	1.9700	1012.9600	1012.9100	-	Concreto	0.0140	0.2332	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	10	Valeta	SCC03	16.00	0.50%	1013.0400	1012.9900	0.0800	1012.9600	1012.9100	-	Concreto	0.0140	0.0034	-	0.5000	0.019	OK	45.0000	0.0100	0.5546
4	-	-	11	Valeta	SCC03	25.00	0.50%	1013.0850	1013.0350	0.1250	1012.9600	1012.9100	-	Concreto	0.0140	0.0052	-	0.5000	0.025	OK	45.0000	0.0134	0.5719
3	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B4	-	-	1013.4600	1013.4100	0.5000	1012.9600	1012.9100	0.50	Concreto	0.0140	0.2418	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	12	Valeta	SCC03	5.00	18.20%	1012.9600	1012.9100	0.9100	1012.0500	1012.0000	-	Concreto	0.0140	0.2418	-	0.5000	0.092	OK	45.0000	0.0545	0.7605
5	72+9,92m	67+9,92m	1	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1018.3100	1018.2600	0.5000	1017.8100	1017.7600	-	Concreto	0.0140	0.1880	-	**0.7000**	**0.201**	**OK**	45.0000	0.1807	1.2675
5	67+9,92m	62+9,92m	2	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1017.8100	1017.7600	0.5000	1017.3100	1017.2600	-	Concreto	0.0140	0.2644	-	**0.7000**	**0.254**	**OK**	45.0000	0.2418	1.4172
5	62+9,92m	62+9,92m	D	Caixa Coletora	CCS - D5	-	-	1017.4400	1017.3900	0.5000	1016.9400	1016.8900	0.50	Concreto	0.0140	0.3278	-	-	-	-	-	-	-
5	62+9,92m	62+9,92m	2A	Tubo	DN600	70.00	0.50%	1016.9400	1016.8900	0.3500	1016.5900	1016.5400	-	Concreto	0.0140	0.2644	VERDADEIRO	**0.6000**	**0.288**	**0.70**	45.0000	0.2554	1.4138
5	62+9,92m	57+9,92m	3	Valeta	SCC03	100.00	0.63%	1017.4400	1017.3900	0.6300	1016.8100	1016.7600	-	Concreto	0.0140	0.0798	-	**0.5000**	**0.135**	**OK**	45.0000	0.0858	0.8821
5	57+9,92m	52+9,92m	4	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1016.8100	1016.7600	0.5000	1016.3100	1016.2600	-	Concreto	0.0140	0.1561	-	**0.7000**	**0.177**	**OK**	45.0000	0.1552	1.2007
5	52+9,92m	49+9,92m	5	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1016.3100	1016.2600	0.5000	1015.8100	1015.7600	-	Concreto	0.0140	0.2325	-	**0.7000**	**0.232**	**OK**	45.0000	0.2163	1.3564
5	49+9,92m	49+9,92m	E	Caixa Coletora	CCS - E5	-	-	1016.2600	1016.2100	1.0000	1015.3100	1015.2600	1.00	Concreto	0.0140	0.6606	-	-	-	-	-	-	-
5	49+9,92m	49+9,92m	5A	Tubo	DN600	105.00	5.01%	1015.3100	1015.2600	5.2600	1010.0500	1010.0000	-	Concreto	0.0140	0.2325	VERDADEIRO	**0.6000**	**0.120**	**0.70**	45.0000	0.0861	0.9385
5	49+9,92m	42+9,92m	6	Valeta	SCC03	100.00	1.09%	1016.4000	1016.3500	1.0900	1015.3100	1015.2600	-	Concreto	0.0140	0.0882	-	**0.5000**	**0.120**	**OK**	45.0000	0.0745	0.8397
5	42+9,92m	37+9,92m	7	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1015.3100	1015.2600	0.5000	1014.8100	1014.7600	-	Concreto	0.0140	0.1646	-	**0.7000**	**0.183**	**OK**	45.0000	0.1620	1.2188
5	37+9,92m	31+2,37m	8	Valeta	SCC04	127.55	0.50%	1014.8100	1014.7600	0.6377	1014.1723	1014.1223	-	Concreto	0.0140	0.2620	-	**0.7000**	**0.252**	**OK**	45.0000	0.2399	1.4128
5	31+2,37m	31+2,37m	A	Caixa Coletora	CCS - A5	-	-	1014.4100	1014.3600	0.5000	1014.1723	1014.1223	0.50	Concreto	0.0140	0.3068	-	-	-	-	-	-	-
5	31+2,37m	31+2,37m	9	Escada	DAD03/04	3.77	25.43 º	1014.1723	1014.1223	1.7922	1012.3800	1012.3300	-	Concreto	0.0140	0.3068	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B5	-	-	1012.8800	1012.8300	1.0000	1011.8800	1011.8300	1.00	Concreto	0.0140	0.3068	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	10	Tubo	DN600	150.00	4.09%	1011.8800	1011.8300	6.1300	1005.7500	1005.7000	-	Concreto	0.0140	0.3068	VERDADEIRO	**0.6000**	**0.154**	**OK**	45.0000	0.1157	1.0344
5	-	-	11	Valeta	SCC03	45.00	0.50%	1011.0200	1010.9700	0.2250	1010.7950	1010.7450	-	Concreto	0.0140	0.0092	-	**0.5000**	**0.036**	**OK**	45.0000	0.0193	0.6018
5	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C5	-	-	1010.7950	1010.7450	0.5000	1010.3000	1010.2500	0.50	Concreto	0.0140	0.0092	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	12	Tubo	DN600	50.00	0.50%	1010.3000	1010.2500	0.2500	1010.0500	1010.0000	-	Concreto	0.0140	0.0092	VERDADEIRO	**0.6000**	**0.032**	**OK**	45.0000	0.0202	0.6902
6	100+19,46	100+10,73	1A	Valeta	SCC03	47.00	3.72%	1025.9400	1025.8900	1.7500	1024.1900	1024.1400	-	Concreto	0.0140	0.0000	-	**0.5000**	**0.000**	**OK**	45.0000	0.0001	0.5004
6	100+10,73	100+10,73	L	Caixa Coletora	CCS - L6	-	-	1024.1900	1024.1400	5.0000	1019.3700	1019.3200	5.00	Concreto	0.0140	0.0000	-	-	-	-	-	-	-

Dimensionamento do Sistema de Drenagem

Microbacia	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Trecho	Tipo de Drenagem	Estrutura Adotada	Comprimento do Trecho	Declividade do Trecho	CBV Montante	CEBV Montante	Diferença de Cota	CBV Jusante	CEBV Jusante	Altura de Caixa de Ligação	Material	Manning	Vazão Acumulada	Diâmetro do Tubo	Largura da Base / ϕ_{Tubo}	Altura da Lâmina D'água	Verificação	Inclinação das Paredes	Área Molhada	Perímetro Molhado
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	(m^3/s)	(m)	m)	(m)	(-)	(graus)	(m^2)	(m)
6	100+10,73	98+4,77m	1	Valeta	SCC03	50.00	1.74%	1024.1900	1024.1400	0.8700	1023.3200	1023.2700	-	Concreto	0.0140	0.0459	-	**0.5000**	**0.067**	**OK**	45.0000	0.0382	0.6904
6	98+4,77m	94+12,05m	2	Valeta	SCC03	73.00	1.40%	1023.3200	1023.2700	1.0200	1022.3000	1022.2500	-	Concreto	0.0140	0.1103	-	**0.5000**	**0.128**	**OK**	45.0000	0.0805	0.8625
6	94+12,05m	92+8,91m	3	Valeta	SCC03	43.00	2.19%	1022.3000	1022.2500	0.9400	1021.3600	1021.3100	-	Concreto	0.0140	0.1514	-	**0.5000**	**0.136**	**OK**	45.0000	0.0866	0.8850
6	92+8,91m	87+8,91m	4	Valeta	SCC04	100.00	0.99%	1021.3600	1021.3100	0.9900	1020.3700	1020.3200	-	Concreto	0.0140	0.2342	-	**0.7000**	**0.184**	**OK**	45.0000	0.1625	1.2200
6	87+8,91m	87+8,91m	A	Caixa Coletora	CCS - A6	-	-	1020.3700	1020.3200	1.0000	1019.3700	1019.3200	1.00	Concreto	0.0140	0.2342	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	5	Valeta	SCC03	46.00	4.98%	1019.3700	1019.3200	2.2900	1017.0800	1017.0300	-	Concreto	0.0140	0.2342	-	**0.5000**	**0.138**	**OK**	45.0000	0.0881	0.8907
6	-	-	6	Valeta	SCC03	216.00	1.24%	1019.7600	1019.7100	2.6800	1017.0800	1017.0300	-	Concreto	0.0140	0.0484	-	**0.5000**	**0.0777**	**OK**	45.0000	0.0449	0.7197
6	94+12,05m	94+12,05m	B	Caixa Coletora	CCS - B6	-	-	1016.5800	1016.5300	0.5000	1016.0800	1016.0300	0.50	Concreto	0.0140	0.2825	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	Valeta	SCC03	52.53	7.90%	1016.0800	1016.0300	4.1500	1011.9300	1011.8800	-	Concreto	0.0140	0.2825	-	**0.5000**	**0.1341**	**OK**	45.0000	0.0851	0.8794
6	-	-	8	Valeta	SCC03	137.00	1.61%	1014.6400	1014.5900	2.2100	1012.4300	1012.3800	-	Concreto	0.0140	0.0318	-	**0.5000**	**0.0546**	**OK**	45.0000	0.0303	0.6543
6	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C6	-	-	1012.4300	1012.3800	1.5000	1010.9300	1010.8800	1.50	Concreto	0.0140	0.3143	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	9	Valeta	SCC03	55.00	3.38%	1010.9300	1010.8800	1.8600	1009.0700	1009.0200	-	Concreto	0.0140	0.3143	-	**0.5000**	**0.1914**	**OK**	45.0000	0.1324	1.0415
6	87+8,91m	82+8,91m	10	Valeta	SCC03	100.00	1.07%	1020.3700	1020.3200	1.0700	1019.3000	1019.2500	-	Concreto	0.0140	0.0840	-	**0.5000**	**0.1170**	**OK**	45.0000	0.0722	0.8309
6	82+8,91m	77+89,1m	11	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1019.3000	1019.2500	0.5000	1018.8000	1018.7500	-	Concreto	0.0140	0.1569	-	**0.7000**	**0.1776**	**OK**	45.0000	0.1558	1.2023
6	77+89,1m	72+89,1m	12	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1018.8000	1018.7500	0.5000	1018.3000	1018.2500	-	Concreto	0.0140	0.2298	-	**0.7000**	**0.2302**	**OK**	45.0000	0.2141	1.3511
6	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D6	-	-	1018.4000	1018.3500	2.0000	1016.4000	1016.3500	2.00	Concreto	0.0140	0.2298	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	13	Valeta	SCC03	30.50	8.07%	1016.4000	1016.3500	2.4600	1013.9400	1013.8900	-	Concreto	0.0140	0.2298	-	**0.5000**	**0.1163**	**OK**	45.0000	0.0717	0.8289
6	-	-	14	Valeta	SCC03	100.00	0.95%	1014.8900	1014.8400	0.9500	1013.9400	1013.8900	-	Concreto	0.0140	0.0215	-	**0.5000**	**0.0504**	**OK**	45.0000	0.0278	0.6426
6	-	-	E	Caixa Coletora	CCS - E6	-	-	1013.9400	1013.8900	1.5000	1012.4400	1012.3900	1.50	Concreto	0.0140	0.2514	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	15	Valeta	SCC03	40.00	6.00%	1012.4400	1012.3900	2.4000	1010.0400	1009.9900	-	Concreto	0.0140	0.2514	-	**0.5000**	**0.1360**	**OK**	45.0000	0.0865	0.8848
6	-	-	16	Valeta	SCC03	25.00	0.50%	1010.1300	1010.0800	0.1250	1010.0000	1009.9500	-	Concreto	0.0140	0.0049	-	**0.5000**	**0.0244**	**OK**	45.0000	0.0128	0.5689
6	-	-	F	Caixa Coletora	CCS - F6	-	-	1010.5400	1010.4900	0.5000	1010.0400	1009.9900	0.50	Concreto	0.0140	0.2562	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	17	Valeta	SCC04	15.00	0.50%	1010.0400	1009.9900	0.0750	1009.9650	1009.9150	-	Concreto	0.0140	0.2562	-	**0.7000**	**0.2481**	**OK**	45.0000	0.2353	1.4019
6	101+0,00m	105+4,77m	18	Valeta	SCC03	83.70	0.99%	1024.9400	1024.8900	0.8300	1024.1100	1024.0600	-	Concreto	0.0140	0.0384	-	**0.5000**	**0.0720**	**OK**	45.0000	0.0412	0.7037
6	-	-	19	Valeta	SCC03	30.00	3.37%	1025.1200	1025.0700	1.0100	1024.1100	1024.0600	-	Concreto	0.0140	0.0331	-	**0.5000**	**0.0443**	**OK**	45.0000	0.0241	0.6253
6	105+4,77m	105+4,77m	G	Caixa Coletora	CCS - G6	-	-	1024.6100	1024.5600	0.5000	1024.1100	1024.0600	0.50	Concreto	0.0140	0.0715	-	-	-	-	-	-	-
6	105+4,77m	105+4,77m	20	Escada	DCD03/04	5.00	33.58 º	1024.1100	1024.0600	3.3200	1020.7900	1020.7400	-	Concreto	0.0140	0.0715	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	H	Caixa Coletora	CCS - H6	-	-	1021.2900	1021.2400	0.5000	1020.7900	1020.7400	0.50	Concreto	0.0140	0.0715	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	21	Valeta	SCC03	19.00	3.11%	1020.7900	1020.7400	0.5900	1020.2000	1020.1500	-	Concreto	0.0140	0.0771	-	**0.5000**	**0.0780**	**OK**	45.0000	0.0451	0.7205
6	-	-	22	Valeta	SCC03	30.00	16.80%	1025.5300	1025.4800	5.0400	1020.4900	1020.4400	-	Concreto	0.0140	0.0092	-	**0.5000**	**0.0122**	**OK**	45.0000	0.0062	0.5345
6	-	-	I	Caixa Coletora	CCS - I6	-	-	1020.9900	1020.9400	0.5000	1020.4900	1020.4400	0.50	Concreto	0.0140	0.0092	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	23	Valeta	SCC03	33.00	3.91%	1020.4900	1020.4400	1.2900	1019.2000	1019.1500	-	Concreto	0.0140	0.0181	-	**0.5000**	**0.0290**	**OK**	45.0000	0.0153	0.5820
6	-	-	J	Caixa Coletora	CCS - J6	-	-	1019.7000	1019.6500	0.5000	1019.2000	1019.1500	0.50	Concreto	0.0140	0.0952	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	24	Valeta	SCC03	23.00	5.13%	1019.2000	1019.1500	1.1800	1018.0200	1017.9700	-	Concreto	0.0140	0.1023	-	**0.5000**	**0.0796**	**OK**	45.0000	0.0461	0.7251
6	-	-	25	Valeta	SCC03	10.00	13.90%	1019.4100	1019.3600	1.3900	1018.0200	1017.9700	-	Concreto	0.0140	0.0034	-	**0.5000**	**0.0070**	**OK**	45.0000	0.0036	0.5199
6	-	-	L	-	SAÍDA BUE	-	-	1019.0200	1018.9700	1.0000	1018.0200	1017.9700	-	-	-	0.5491	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	26	Valeta	SCC04	65.00	2.45%	1018.0200	1017.9700	1.5900	1016.4300	1016.3800	-	Concreto	0.0140	0.5806	-	**0.7000**	**0.2484**	**OK**	45.0000	0.2356	1.4026
6	-	-	K	Caixa Coletora	CCS - K6	-	-	1016.9300	1016.8800	0.5000	1016.4300	1016.3800	0.50	Concreto	0.0140	0.5806	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	27	Valeta	SCC04	57.00	9.16%	1016.4300	1016.3800	5.2200	1011.2100	1011.1600	-	Concreto	0.0140	0.6065	-	**0.7000**	**0.1640**	**OK**	45.0000	0.1417	1.1639
7	92+14,77m	87+14,77m	1	Valeta	SCC03	100.00	0.98%	1021.5500	1021.5000	0.9800	1020.5700	1020.5200	-	Concreto	0.0140	0.1043	-	**0.5000**	**0.1392**	**OK**	45.0000	0.0889	0.8936
7	87+14,77m	82+14,77m	2	Valeta	SCC04	100.00	1.12%	1020.5700	1020.5200	1.1200	1019.4500	1019.4000	-	Concreto	0.0140	0.2111	-	**0.7000**	**0.1645**	**OK**	45.0000	0.1423	1.1654
7	82+14,77m	77+14,77m	3	Valeta	VPA03	100.00	0.50%	1019.4500	1019.4000	0.5000	1018.9500	1018.9000	-	Concreto	0.0140	0.3037	-	**1.0000**	**0.2105**	**OK**	45.0000	0.2548	1.5954
7	77+14,77m	77+14,77m	F	Caixa Coletora	CCS - F7	-	-	1019.4600	1019.4100	1.0000	1018.9500	1018.9000	1.00	Concreto	0.0140	0.3037	-	-	-	-	-	-	-
7	77+14,77m	77+14,77m	3A	Tubo	DN800	50.00	0.50%	1018.9500	1018.9000	0.2500	1018.7000	1018.6500	-	Concreto	0.0140	0.3037	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.2506**	**0.70**	45.0000	0.2633	1.5089
7	77+14,77m	77+14,77m	3B	Tubo	DN800	104.85	0.50%	1018.7000	1018.6500	0.5243	1018.1758	1018.1258	-	Concreto	0.0140	0.3037	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.2506**	**0.70**	45.0000	0.2633	1.5089
7	77+14,77m	77+14,77m	3C	Tubo	DN800	100.00	0.50%	1018.1758	1018.1258	0.5000	1017.6758	1017.6258	-	Concreto	0.0140	0.3037	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.2506**	**0.70**	45.0000	0.2633	1.5089
7	77+14,77m	77+14,77m	3D	Tubo	DN800	135.00	0.55%	1017.6758	1017.6258	0.7425	1016.9333	1016.8833	-	Concreto	0.0140	0.3037	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.2422**	**0.70**	45.0000	0.2525	1.4852
7	77+14,77m	72+9,92m	4	Valeta	SCC03	104.85	1.10%	1019.4600	1019.4100	1.1500	1018.3100	1018.2600	-	Concreto	0.0140	0.1116	-	**0.5000**	**0.1401**	**OK**	45.0000	0.0897	0.8963
7	101+0,00m	100+10,71	5A	Valeta	SCC03	47.00	2.51%	1025.3800	1025.3300	1.1800	1024.2000	1024.1500	-	Concreto	0.0140	0.0077	-	**0.5000**	**0.0196**	**OK**	45.0000	0.0102	0.5555
7	100+10,71	100+10,71	G	Caixa Coletora	CCS - G7	-	-	1019.4600	1019.4100	1.0000	1018.9500	1018.9000	1.00	Concreto	0.0140	0.0077	-	-	-	-	-	-	-
7	100+10,71	98+4,77m	5	Valeta	SCC03	50.00	1.56%	1024.2000	1024.1500	0.7800	1023.4200	1023.3700	-	Concreto	0.0140	0.0643	-	**0.5000**	**0.0867**	**OK**	45.0000	0.0509	0.7452
7	98+4,77m	92+14,77	6	Valeta	SCC03	100.00	1.87%	1023.4200	1023.3700	1.8700	1021.5500	1021.5000	-	Concreto	0.0140	0.1809	-	**0.5000**	**0.1616**	**OK**	45.0000	0.1069	0.9570
7	92+14,77m	92+14,77m	A	Caixa Coletora	CCS - A7	-	-	1021.5500	1021.5000	0.5000	1021.0500	1021.0000	0.50	Concreto	0.0140	0.1809	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	7	Valeta	SCC03	87.50	2.93%	1021.0500	1021.0000	2.5600	1018.4900	1018.4400	-	Concreto	0.0140	0.2065	-	**0.5000**	**0.1518**	**OK**	45.0000	0.0989	0.9293
7	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B7	-	-	1018.9900	1018.9400	0.5000	1018.4900	1018.4400	0.50	Concreto	0.0140	0.2065	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	8	Valeta	SCC04	73.50	0.50%	1018.4900	1018.4400	0.3675	1018.1225	1018.0725	-	Concreto	0.0140	0.2297	-	**0.7000**	**0.2301**	**OK**	45.0000	0.2141	1.3509
7	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C7	-	-	1018.6225	1018.5725	0.5000	1018.1225	1018.0725	0.50	Concreto	0.0140	0.2297	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	9	Valeta	SCC04	63.00	0.50%	1018.1225	1018.0725	0.3150	1017.8075	1017.7575	-	Concreto	0.0140	0.2540	-	**0.7000**	**0.2467**	**OK**	45.0000	0.2335	1.3977
7	-	-	10	Valeta	SCC03	30.00	3.33%	1025.1200	1025.0700	1.0000	1024.1200	1024.0700	-	Concreto	0.0140	0.0412	-	**0.5000**	**0.0511**	**OK**	45.0000	0.0282	0.6445
7	101+0,00m	105+4,77m	11	Valeta	SCC03	83.45	1.51%	1025.3800	1025.3300	1.2600	1024.1200	1024.0700	-	Concreto	0.0140	0.0939	-	**0.5000**	**0.1123**	**OK**	45.0000	0.0687	0.8175
7	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D7	-	-	1024.6200	1024.5700	0.5000	1024.1200	1024.0700	0.50	Concreto	0.0140	0.1351	-	-	-	-	-	-	-
7	105+4,77m	105+4,77m	12	Escada	DCD03/04	5.00	28.81 º	1024.1200	1024.0700	2.7500	1021.3700	1021.3200	-	Concreto	0.0140	0.1351	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	E	Caixa Coletora	CCS - E7	-	-	1021.8700	1021.8200	0.5000	1021.3700	1021.3200	0.50	Concreto	0.0140	0.1351	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	13	Valeta	SCC03	83.45	3.48%	1021.3700	1021.3200	2.9000	1018.4700	1018.4200	-	Concreto	0.0140	0.1692	-	**0.5000**	**0.1256**	**OK**	45.0000	0.0785	0.8551
7	-	-	14	Valeta	SCC03	42.00	16.60%	1025.4400	1025.3900	6.9700	1018.4700	1018.4200	-	Concreto	0.0140	0.0202	-	**0.5000**	**0.0198**	**OK**	45.0000	0.0103	0.5560
7	-	-	-	-	ENTRADA BUE	-	-	1018.9700	1018.9200	0.5000	1018.4700	1018.4200	-	-	-	0.4434	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	15	Bueiro Greide	DN800	88.00	0.51%	1018.4700	1018.4200	0.4500	1018.0200	1017.9700	-	Concreto	0.0140	0.4434	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.3238**	**0.70**	45.0000	0.3639	1.7158

Tabela 7.10 - Dimensionamento do Sistema de Drenagem – TR20

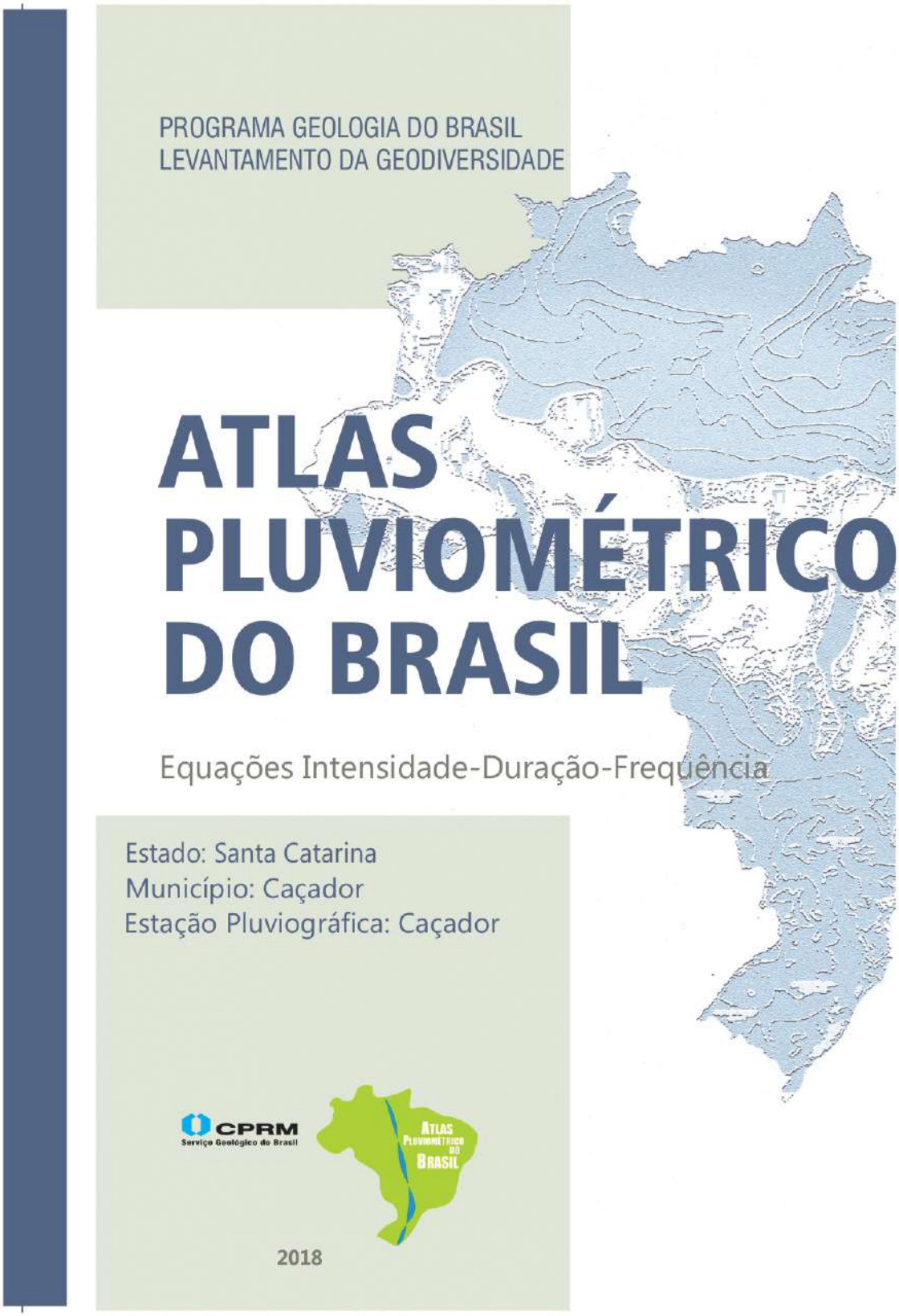
Dimensionamento do Sistema de Drenagem

Microbacia	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Trecho	Tipo de Drenagem	Estrutura Adotada	Comprimento do Trecho	Declividade do Trecho	CBV Montante	CEBV Montante	Diferença de Cota	CBV Jusante	CEBV Jusante	Altura de Caixa de Ligação	Material	Manning	Vazão Acumulada	Diâmetro do Tubo	Largura da Base / ϕ_{Tubo}	Altura da Lâmina D'água	Verificação	Inclinação das Paredes	Área Molhada	Perímetro Molhado
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	(m^3/s)	(m)	m)	(m)	(-)	(graus)	(m^2)	(m)
1	33+19,30m	30+6,29m	1	Valeta	SCC04	72.90	0.50%	1014.4600	1014.4100	0.3645	1014.0955	1014.0455	-	Concreto	0.0140	0.1385	-	**0.7000**	**0.163**	**OK**	45.0000	0.1410	1.1621
1	30+6,29m	27+0,00m	2	Valeta	SCC04	66.30	0.50%	1014.0955	1014.0455	0.3315	1013.7640	1013.7140	-	Concreto	0.0140	0.1614	-	**0.7000**	**0.181**	**OK**	45.0000	0.1594	1.2119
1	-	-	E	Caixa Coletora	CCS - E1	-	-	1014.4900	1014.4400	1.0000	1013.7640	1013.7140	1.00	Concreto	0.0140	0.5039	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	3A	Valeta	SCC04	46.00	1.35%	1014.9200	1014.8700	0.6200	1014.3000	1014.2500	-	Concreto	0.0140	0.3426	-	**0.7000**	**0.214**	**OK**	45.0000	0.1951	1.3041
1	4+10,00m	11+1,88m	3	Valeta	SCC03	131.88	0.50%	1014.3000	1014.2500	0.6594	1013.6406	1013.5906	-	Concreto	0.0140	0.0454	-	**0.5000**	**0.101**	**OK**	45.0000	0.0604	0.7844
1	11+1,88m	16+1,88m	4	Valeta	SCC03	100.00	0.50%	1013.6406	1013.5906	0.5000	1013.1406	1013.0906	-	Concreto	0.0140	0.0799	-	**0.5000**	**0.146**	**OK**	45.0000	0.0946	0.9139
1	16+1,88m	21+10,94m	5	Valeta	SCC04	109.06	0.50%	1013.1406	1013.0906	0.5453	1012.5953	1012.5453	-	Concreto	0.0140	0.1175	-	**0.7000**	**0.155**	**OK**	45.0000	0.0752	0.7330
1	21+10,94m	27+0,00m	6	Valeta	SCC04	109.06	0.50%	1012.5953	1012.5453	0.5453	1012.0500	1012.0000	-	Concreto	0.0140	0.1550	-	**0.7000**	**0.176**	**OK**	45.0000	0.1544	1.1983
1	27+0,00m	27+0,00m	A	Caixa Coletora	CCS - A1	-	-	1014.4900	1014.4400	2.5000	1012.0500	1012.0000	2.50	Concreto	0.0140	0.3164	-	-	-	-	-	-	-
1	27+0,00m	27+0,00m	7	Escada	DCD03/04	10.81	47.22 º	1012.0500	1012.0000	11.6800	1000.3700	1000.3200	-	Concreto	0.0140	0.3164	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B1	-	-	1000.8700	1000.8200	0.5000	1000.3700	1000.3200	0.50	Concreto	0.0140	0.3164	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	8	Escada	DCD03/04	6.00	40.03 º	1000.3700	1000.3200	5.0400	995.3300	995.2800	-	Concreto	0.0140	0.3164	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	9	Valeta	SCC03	35.00	2.49%	1016.3800	1016.3300	0.8700	1015.5100	1015.4600	-	Concreto	0.0140	0.0087	-	**0.5000**	**0.021**	**OK**	45.0000	0.0110	0.5597
1	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C1	-	-	1016.0100	1015.9600	0.5000	1015.5100	1015.4600	0.50	Concreto	0.0140	0.3251	-	-	-	-	-	-	-
1	4+10,00m	0+0,00m	10	Valeta	SCC04	91.50	0.50%	1015.3800	1015.3300	0.4575	1014.9225	1014.8725	-	Concreto	0.0140	0.3425	-	**0.7000**	**0.304**	**OK**	45.0000	0.3052	1.5598
1	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D1	-	-	1015.5100	1015.4600	1.0000	1014.9225	1014.8725	1.00	Concreto	0.0140	0.3425	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	1	Valeta	SCC03	35.00	2.86%	1016.3800	1016.3300	1.0000	1015.3800	1015.3300	-	Concreto	0.0140	0.0058	-	**0.5000**	**0.016**	**OK**	45.0000	0.0081	0.5447
2	4+10,00m	0+0,00m	2	Valeta	SCC03	90.00	0.50%	1015.4000	1015.3500	0.4500	1014.9500	1014.9000	-	Concreto	0.0140	0.0111	-	**0.5000**	**0.041**	**OK**	45.0000	0.0220	0.6151
2	-	-	A	Caixa Coletora	CCS - A2	-	-	1015.3800	1015.3300	2.0000	1013.4500	1013.4000	2.00	Concreto	0.0140	0.0169	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	3	Valeta	SCC03	22.00	4.77%	1013.4500	1013.4000	1.0500	1012.4000	1012.3500	-	Concreto	0.0140	0.0169	-	**0.5000**	**0.012**	**OK**	45.0000	0.0384	0.5236
2	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B2	-	-	1012.6000	1012.5500	1.5000	1011.4000	1011.3500	1.50	Concreto	0.0140	0.0169	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	4	Valeta	SCC03	27.00	0.50%	1011.4000	1011.3500	0.1340	1011.2660	1011.2160	-	Concreto	0.0140	0.0169	-	**0.5000**	**0.038**	**OK**	45.0000	0.0384	0.5236
3	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D3	-	-	1014.8700	1014.8200	2.5000	1012.5000	1012.4500	2.50	Concreto	0.0140	0.0169	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	1A	Valeta	SCC03	46.00	2.39%	1015.4000	1015.3500	1.1000	1014.3000	1014.2500	-	Concreto	0.0140	0.0000	-	**0.5000**	**0.001**	**OK**	45.0000	0.0003	0.5019
3	5+2,90m	13+0,33m	1	Valeta	SCC04	160.00	0.50%	1014.3000	1014.2500	0.8000	1013.5000	1013.4500	-	Concreto	0.0140	0.1794	-	**0.7000**	**0.194**	**OK**	45.0000	0.1739	1.2499
3	13+0,33m	18+0,33m	2	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1013.5000	1013.4500	0.5000	1013.0000	1012.9500	-	Concreto	0.0140	0.2916	-	**0.7000**	**0.271**	**OK**	45.0000	0.2637	1.4678
3	18+0,33m	23+0,33m	3	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1013.0000	1012.9500	0.5000	1012.5000	1012.4500	-	Concreto	0.0140	0.4037	-	**0.7000**	**0.342**	**OK**	45.0000	0.3559	1.6664
3	27+1,35m	23+0,33m	4	Valeta	SCC03	80.96	0.50%	1014.6100	1014.5600	0.4048	1014.2052	1014.1552	-	Concreto	0.0140	0.0908	-	**0.5000**	**0.160**	**OK**	45.0000	0.1052	0.9511
3	23+0,33m	23+0,33m	A	Caixa Coletora	CCS - A3	-	-	1014.8700	1014.8200	2.5000	1012.5000	1012.4500	2.50	Concreto	0.0140	0.4945	-	-	-	-	-	-	-
3	23+0,33m	23+0,33m	5	Escada	DAD03/04	4.80	11.65 º	1012.5000	1012.4500	0.9900	1011.5100	1011.4600	-	Concreto	0.0140	0.4945	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	6	Valeta	SCC03	105.00	0.50%	1012.0300	1011.9800	0.5250	1011.5050	1011.4550	-	Concreto	0.0140	0.1177	-	**0.5000**	**0.190**	**OK**	45.0000	0.1314	1.0384
3	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B3	-	-	1012.0000	1011.9500	0.5000	1011.5100	1011.4600	0.50	Concreto	0.0140	0.6122	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	7	Escada	DAD03/04	5.60	19.93 º	1011.5100	1011.4600	2.0300	1009.4800	1009.4300	-	Concreto	0.0140	0.6122	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C3	-	-	1010.0000	1009.9500	1.0000	1009.4800	1009.4300	1.00	Concreto	0.0140	0.6122	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	8	Valeta	SCC04	52.83	5.17%	1008.4800	1008.4300	2.7300	1005.7500	1005.7000	-	Concreto	0.0140	0.6122	-	**0.7000**	**0.200**	**OK**	45.0000	0.1796	1.2647
3	-	-	9	Valeta	SCC03	52.83	0.76%	1014.6100	1014.5600	0.4000	1014.2100	1014.1600	-	Concreto	0.0140	0.0639	-	**0.5000**	**0.110**	**OK**	45.0000	0.0668	0.8100
4	33+19,30m	38+19,30m	1	Valeta	SCC03	100.00	1.10%	1017.4700	1017.4200	1.1000	1016.3700	1016.3200	-	Concreto	0.0140	0.1134	-	**0.5000**	**0.142**	**OK**	45.0000	0.0908	0.9002
4	38+19,30m	43+19,30m	2	Valeta	SCC04	74.00	0.50%	1016.3700	1016.3200	0.3700	1016.0000	1015.9500	-	Concreto	0.0140	0.1973	-	**0.7000**	**0.207**	**OK**	45.0000	0.1882	1.2867
4	43+19,30m	47+19,30m	3	Valeta	SCC04	100.00	0.54%	1016.0000	1015.9500	0.5400	1015.4600	1015.4100	-	Concreto	0.0140	0.3108	-	**0.7000**	**0.276**	**OK**	45.0000	0.2693	1.4804
4	47+19,30m	47+19,30m	C	Caixa Coletora	CCS - C4	-	-	1015.9600	1015.9100	0.5000	1015.4600	1015.4100	0.50	Concreto	0.0140	0.5376	-	-	-	-	-	-	-
4	47+19,30m	47+19,30m	3A	Tubo	DN800	15.00	0.50%	1015.4600	1015.4100	0.0750	1015.3850	1015.3350	-	Concreto	0.0140	0.5376	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.375**	**0.70**	45.0000	0.4405	1.8604
4	47+19,30m	47+19,30m	D	Caixa Coletora	CCS - D4	-	-	1015.8850	1015.8350	0.5000	1015.3850	1015.3350	0.50	Concreto	0.0140	0.5376	-	-	-	-	-	-	-
4	43+19,30m	43+19,30m	3B	Tubo	DN800	100.00	1.30%	1015.3850	1015.3350	1.3000	1014.0850	1014.0350	-	Concreto	0.0140	0.5376	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.264**	**0.70**	45.0000	0.2812	1.5474
4	47+19,30m	47+19,30m	3C	Tubo	DN800	74.00	1.30%	1014.0850	1014.0350	0.9620	1013.1230	1013.0730	-	Concreto	0.0140	0.5376	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.264**	**0.70**	45.0000	0.2812	1.5474
4	47+19,30m	47+19,30m	3D	Tubo	DN800	86.00	1.30%	1013.1230	1013.0730	1.1180	1012.0050	1011.9550	-	Concreto	0.0140	0.5376	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.264**	**0.70**	45.0000	0.2812	1.5474
4	47+19,30m	52+14,39m	4	Valeta	VPA03	100.00	0.50%	1015.4600	1015.4100	0.5000	1014.9600	1014.9100	-	Concreto	0.0140	0.2268	-	**0.7000**	**0.228**	**OK**	45.0000	0.2118	1.3453
4	52+14,39m	57+14,39m	5	Valeta	VPA03	100.00	0.50%	1014.9600	1014.9100	0.5000	1014.4600	1014.4100	-	Concreto	0.0140	0.1134	-	**0.7000**	**0.143**	**OK**	45.0000	0.1205	1.1045
4	72+8,90m	67+13,97m	6	Valeta	SCC03	94.00	0.50%	1016.4000	1016.3500	0.4700	1015.9300	1015.8800	-	Concreto	0.0140	0.1066	-	0.5000	0.178	OK	45.0000	0.1206	1.0032
4	67+13,97m	62+13,97m	7	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1015.9300	1015.8800	0.5000	1015.4300	1015.3800	-	Concreto	0.0140	0.2200	-	0.7000	0.223	OK	45.0000	0.2063	1.3319
4	62+13,97m	57+14,39m	8	Valeta	VPA03	100.00	0.50%	1015.4300	1015.3800	0.5000	1014.9300	1014.8800	-	Concreto	0.0140	0.3334	-	0.7000	0.298	OK	45.0000	0.2977	1.5436
3	57+14,39m	57+14,39m	A	Caixa Coletora	CCS - A4	-	-	1015.4700	1015.4200	1.0000	1014.9300	1014.8800	1.00	Concreto	0.0140	0.3334	-	-	-	-	-	-	-
4	57+14,39m	57+14,39m	9	Escada	DCD03/04	7.00	15.72 º	1014.9300	1014.8800	1.9700	1012.9600	1012.9100	-	Concreto	0.0140	0.3334	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	10	Valeta	SCC03	16.00	0.50%	1013.0400	1012.9900	0.0800	1012.9600	1012.9100	-	Concreto	0.0140	0.0047	-	0.5000	0.024	OK	45.0000	0.0125	0.5674
4	-	-	11	Valeta	SCC03	25.00	0.50%	1013.0850	1013.0350	0.1250	1012.9600	1012.9100	-	Concreto	0.0140	0.0074	-	0.5000	0.031	OK	45.0000	0.0167	0.5890
3	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B4	-	-	1013.4600	1013.4100	0.5000	1012.9600	1012.9100	0.50	Concreto	0.0140	0.3455	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	12	Valeta	SCC03	5.00	18.20%	1012.9600	1012.9100	0.9100	1012.0500	1012.0000	-	Concreto	0.0140	0.3455	-	0.5000	0.116	OK	45.0000	0.0717	0.8289
5	72+9,92m	67+9,92m	1	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1018.3100	1018.2600	0.5000	1017.8100	1017.7600	-	Concreto	0.0140	0.2681	-	**0.7000**	**0.256**	**OK**	45.0000	0.2448	1.4243
5	67+9,92m	62+9,92m	2	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1017.8100	1017.7600	0.5000	1017.3100	1017.2600	-	Concreto	0.0140	0.3774	-	**0.7000**	**0.326**	**OK**	45.0000	0.3340	1.6210
5	62+9,92m	62+9,92m	D	Caixa Coletora	CCS - D5	-	-	1017.4400	1017.3900	0.5000	1016.9400	1016.8900	0.50	Concreto	0.0140	0.4682	-	-	-	-	-	-	-
5	62+9,92m	62+9,92m	2A	Tubo	DN600	70.00	0.50%	1016.9400	1016.8900	0.3500	1016.5900	1016.5400	-	Concreto	0.0140	0.3774	VERDADEIRO	**0.6000**	**0.371**	**0.70**	45.0000	0.3605	1.6500
5	62+9,92m	57+9,92m	3	Valeta	SCC03	100.00	0.63%	1017.4400	1017.3900	0.6300	1016.8100	1016.7600	-	Concreto	0.0140	0.1140	-	**0.5000**	**0.172**	**OK**	45.0000	0.1154	0.9860
5	57+9,92m	52+9,92m	4	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1016.8100	1016.7600	0.5000	1016.3100	1016.2600	-	Concreto	0.0140	0.2233	-	**0.7000**	**0.226**	**OK**	45.0000	0.2090	1.3385
5	52+9,92m	49+9,92m	5	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1016.3100	1016.2600	0.5000	1015.8100	1015.7600	-	Concreto	0.0140	0.3326	-	**0.7000**	**0.298**	**OK**	45.0000	0.2971	1.5421
5	49+9,92m	49+9,92m	E	Caixa Coletora	CCS - E5	-	-	1016.2600	1016.2100	1.0000	1015.3100	1015.2600	1.00	Concreto	0.0140	0.9448	-	-	-	-	-	-	-
5	49+9,92m	49+9,92m	5A	Tubo	DN600	105.00	5.01%	1015.3100	1015.2600	5.2600	1010.0500	1010.0000	-	Concreto	0.0140	0.3326	VERDADEIRO	**0.6000**	**0.151**	**0.70**	45.0000	0.1138	1.0282
5	49+9,92m	42+9,92m	6	Valeta	SCC03	100.00	1.09%	1016.4000	1016.3500	1.0900	1015.3100	1015.2600	-	Concreto	0.0140	0.1260	-	**0.5000**	**0.152**	**OK**	45.0000	0.0993	0.9307
5	42+9,92m	37+9,92m	7	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1015.3100	1015.2600	0.5000	1014.8100	1014.7600	-	Concreto	0.0140	0.2353	-	**0.7000**	**0.234**	**OK**	45.0000	0.2185	1.3617
5	37+9,92m	31+2,37m	8	Valeta	SCC04	127.55	0.50%	1014.8100	1014.7600	0.6377	1014.1723	1014.1223	-	Concreto	0.0140	0.3747	-	**0.7000**	**0.324**	**OK**	45.0000	0.3317	1.6162
5	31+2,37m	31+2,37m	A	Caixa Coletora	CCS - A5	-	-	1014.4100	1014.3600	0.5000	1014.1723	1014.1223	0.50	Concreto	0.0140	0.4386	-	-	-	-	-	-	-
5	31+2,37m	31+2,37m	9	Escada	DAD03/04	3.77	25.43 º	1014.1723	1014.1223	1.7922	1012.3800	1012.3300	-	Concreto	0.0140	0.4386	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B5	-	-	1012.8800	1012.8300	1.0000	1011.8800	1011.8300	1.00	Concreto	0.0140	0.4386	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	10	Tubo	DN600	150.00	4.09%	1011.8800	1011.8300	6.1300	1005.7500	1005.7000	-	Concreto	0.0140	0.4386	VERDADEIRO	**0.6000**	**0.195**	**OK**	45.0000	0.1548	1.1509
5	-	-	11	Valeta	SCC03	45.00	0.50%	1011.0200	1010.9700	0.2250	1010.7950	1010.7450	-	Concreto	0.0140	0.0129	-	**0.5000**	**0.045**	**OK**	45.0000	0.0243	0.6264
5	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C5	-	-	1010.7950	1010.7450	0.5000	1010.3000	1010.2500	0.50	Concreto	0.0140	0.0129	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	12	Tubo	DN600	50.00	0.50%	1010.3000	1010.2500	0.2500	1010.0500	1010.0000	-	Concreto	0.0140	0.0129	VERDADEIRO	**0.6000**	**0.040**	**OK**	45.0000	0.0253	0.7118
6	100+19,46	100+10,73	1A	Valeta	SCC03	47.00	3.72%	1025.9400	1025.8900	1.7500	1024.1900	1024.1400	-	Concreto	0.0140	0.0000	-	**0.5000**	**0.000**	**OK**	45.0000	0.0001	0.5004
6	100+10,73	100+10,73	L	Caixa Coletora	CCS - L6	-	-	1024.1900	1024.1400	5.0000	1019.3700	1019.3200	5.00	Concreto	0.0140	0.0000	-	-	-	-	-	-	-

Dimensionamento do Sistema de Drenagem

Microbacia	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Trecho	Tipo de Drenagem	Estrutura Adotada	Comprimento do Trecho	Declividade do Trecho	CBV Montante	CEBV Montante	Diferença de Cota	CBV Jusante	CEBV Jusante	Altura de Caixa de Ligação	Material	Manning	Vazão Acumulada	Diâmetro do Tubo	Largura da Base / ϕ_{Tubo}	Altura da Lâmina D'água	Verificação	Inclinação das Paredes	Área Molhada	Perímetro Molhado
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	(m^3/s)	(m)	m)	(m)	(-)	(graus)	(m^2)	(m)
6	100+10,73	98+4,77m	1	Valeta	SCC03	50.00	1.74%	1024.1900	1024.1400	0.8700	1023.3200	1023.2700	-	Concreto	0.0140	0.0655	-	**0.5000**	**0.085**	**OK**	45.0000	0.0495	0.7396
6	98+4,77m	94+12,05m	2	Valeta	SCC03	73.00	1.40%	1023.3200	1023.2700	1.0200	1022.3000	1022.2500	-	Concreto	0.0140	0.1574	-	**0.5000**	**0.163**	**OK**	45.0000	0.1077	0.9596
6	94+12,05m	92+8,91m	3	Valeta	SCC03	43.00	2.19%	1022.3000	1022.2500	0.9400	1021.3600	1021.3100	-	Concreto	0.0140	0.2161	-	**0.5000**	**0.173**	**OK**	45.0000	0.1161	0.9883
6	92+8,91m	87+8,91m	4	Valeta	SCC04	100.00	0.99%	1021.3600	1021.3100	0.9900	1020.3700	1020.3200	-	Concreto	0.0140	0.3344	-	**0.7000**	**0.234**	**OK**	45.0000	0.2183	1.3613
6	87+8,91m	87+8,91m	A	Caixa Coletora	CCS - A6	-	-	1020.3700	1020.3200	1.0000	1019.3700	1019.3200	1.00	Concreto	0.0140	0.3344	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	5	Valeta	SCC03	46.00	4.98%	1019.3700	1019.3200	2.2900	1017.0800	1017.0300	-	Concreto	0.0140	0.3344	-	**0.5000**	**0.175**	**OK**	45.0000	0.1182	0.9952
6	-	-	6	Valeta	SCC03	216.00	1.24%	1019.7600	1019.7100	2.6800	1017.0800	1017.0300	-	Concreto	0.0140	0.0679	-	**0.5000**	**0.0969**	**OK**	45.0000	0.0578	0.7741
6	94+12,05m	94+12,05m	B	Caixa Coletora	CCS - B6	-	-	1016.5800	1016.5300	0.5000	1016.0800	1016.0300	0.50	Concreto	0.0140	0.4024	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	Valeta	SCC03	52.53	7.90%	1016.0800	1016.0300	4.1500	1011.9300	1011.8800	-	Concreto	0.0140	0.4024	-	**0.5000**	**0.1696**	**OK**	45.0000	0.1136	0.9797
6	-	-	8	Valeta	SCC03	137.00	1.61%	1014.6400	1014.5900	2.2100	1012.4300	1012.3800	-	Concreto	0.0140	0.0445	-	**0.5000**	**0.0678**	**OK**	45.0000	0.0385	0.6916
6	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C6	-	-	1012.4300	1012.3800	1.5000	1010.9300	1010.8800	1.50	Concreto	0.0140	0.4470	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	9	Valeta	SCC03	55.00	3.38%	1010.9300	1010.8800	1.8600	1009.0700	1009.0200	-	Concreto	0.0140	0.4470	-	**0.5000**	**0.2428**	**OK**	45.0000	0.1804	1.1868
6	87+8,91m	82+8,91m	10	Valeta	SCC03	100.00	1.07%	1020.3700	1020.3200	1.0700	1019.3000	1019.2500	-	Concreto	0.0140	0.1200	-	**0.5000**	**0.1483**	**OK**	45.0000	0.0962	0.9196
6	82+8,91m	77+89,1m	11	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1019.3000	1019.2500	0.5000	1018.8000	1018.7500	-	Concreto	0.0140	0.2244	-	**0.7000**	**0.2264**	**OK**	45.0000	0.2098	1.3405
6	77+89,1m	72+89,1m	12	Valeta	SCC04	100.00	0.50%	1018.8000	1018.7500	0.5000	1018.3000	1018.2500	-	Concreto	0.0140	0.3287	-	**0.7000**	**0.2953**	**OK**	45.0000	0.2939	1.5352
6	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D6	-	-	1018.4000	1018.3500	2.0000	1016.4000	1016.3500	2.00	Concreto	0.0140	0.3287	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	13	Valeta	SCC03	30.50	8.07%	1016.4000	1016.3500	2.4600	1013.9400	1013.8900	-	Concreto	0.0140	0.3287	-	**0.5000**	**0.1473**	**OK**	45.0000	0.0953	0.9165
6	-	-	14	Valeta	SCC03	100.00	0.95%	1014.8900	1014.8400	0.9500	1013.9400	1013.8900	-	Concreto	0.0140	0.0303	-	**0.5000**	**0.0627**	**OK**	45.0000	0.0353	0.6774
6	-	-	E	Caixa Coletora	CCS - E6	-	-	1013.9400	1013.8900	1.5000	1012.4400	1012.3900	1.50	Concreto	0.0140	0.3591	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	15	Valeta	SCC03	40.00	6.00%	1012.4400	1012.3900	2.4000	1010.0400	1009.9900	-	Concreto	0.0140	0.3591	-	**0.5000**	**0.1724**	**OK**	45.0000	0.1159	0.9877
6	-	-	16	Valeta	SCC03	25.00	0.50%	1010.1300	1010.0800	0.1250	1010.0000	1009.9500	-	Concreto	0.0140	0.0069	-	**0.5000**	**0.0302**	**OK**	45.0000	0.0160	0.5854
6	-	-	F	Caixa Coletora	CCS - F6	-	-	1010.5400	1010.4900	0.5000	1010.0400	1009.9900	0.50	Concreto	0.0140	0.3660	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	17	Valeta	SCC04	15.00	0.50%	1010.0400	1009.9900	0.0750	1009.9650	1009.9150	-	Concreto	0.0140	0.3660	-	**0.7000**	**0.3186**	**OK**	45.0000	0.3245	1.6010
6	101+0,00m	105+4,77m	18	Valeta	SCC03	83.70	0.99%	1024.9400	1024.8900	0.8300	1024.1100	1024.0600	-	Concreto	0.0140	0.0546	-	**0.5000**	**0.0905**	**OK**	45.0000	0.0534	0.7559
6	-	-	19	Valeta	SCC03	30.00	3.37%	1025.1200	1025.0700	1.0100	1024.1100	1024.0600	-	Concreto	0.0140	0.0471	-	**0.5000**	**0.0554**	**OK**	45.0000	0.0308	0.6568
6	105+4,77m	105+4,77m	G	Caixa Coletora	CCS - G6	-	-	1024.6100	1024.5600	0.5000	1024.1100	1024.0600	0.50	Concreto	0.0140	0.1018	-	-	-	-	-	-	-
6	105+4,77m	105+4,77m	20	Escada	DCD03/04	5.00	33.58 º	1024.1100	1024.0500	3.3200	1020.7900	1020.7400	-	Concreto	0.0140	0.1018	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	H	Caixa Coletora	CCS - H6	-	-	1021.2900	1021.2400	0.5000	1020.7900	1020.7400	0.50	Concreto	0.0140	0.1018	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	21	Valeta	SCC03	19.00	3.11%	1020.7900	1020.7400	0.5900	1020.2000	1020.1500	-	Concreto	0.0140	0.1095	-	**0.5000**	**0.0979**	**OK**	45.0000	0.0586	0.7770
6	-	-	22	Valeta	SCC03	30.00	16.80%	1025.5300	1025.4800	5.0400	1020.4900	1020.4400	-	Concreto	0.0140	0.0127	-	**0.5000**	**0.0149**	**OK**	45.0000	0.0076	0.5420
6	-	-	I	Caixa Coletora	CCS - I6	-	-	1020.9900	1020.9400	0.5000	1020.4900	1020.4400	0.50	Concreto	0.0140	0.0127	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	23	Valeta	SCC03	33.00	3.91%	1020.4900	1020.4400	1.2900	1019.2000	1019.1500	-	Concreto	0.0140	0.0216	-	**0.5000**	**0.0324**	**OK**	45.0000	0.0172	0.5916
6	-	-	J	Caixa Coletora	CCS - J6	-	-	1019.7000	1019.6500	0.5000	1019.2000	1019.1500	0.50	Concreto	0.0140	0.1311	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	24	Valeta	SCC03	23.00	5.13%	1019.2000	1019.1500	1.1800	1018.0200	1017.9700	-	Concreto	0.0140	0.1410	-	**0.5000**	**0.0980**	**OK**	45.0000	0.0586	0.7771
6	-	-	25	Valeta	SCC03	10.00	13.90%	1019.4100	1019.3600	1.3900	1018.0200	1017.9700	-	Concreto	0.0140	0.0046	-	**0.5000**	**0.0085**	**OK**	45.0000	0.0043	0.5241
6	-	-	L	-	SAÍDA BUE	-	-	1019.0200	1018.9700	1.0000	1018.0200	1017.9700	-	-	-	0.7721	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	26	Valeta	SCC04	65.00	2.45%	1018.0200	1017.9700	1.5900	1016.4300	1016.3800	-	Concreto	0.0140	0.8163	-	**0.7000**	**0.3132**	**OK**	45.0000	0.3173	1.5858
6	-	-	K	Caixa Coletora	CCS - K6	-	-	1016.9300	1016.8800	0.5000	1016.4300	1016.3800	0.50	Concreto	0.0140	0.8163	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	27	Valeta	SCC04	57.00	9.16%	1016.4300	1016.3800	5.2200	1011.2100	1011.1600	-	Concreto	0.0140	0.8520	-	**0.7000**	**0.2053**	**OK**	45.0000	0.1859	1.2808
7	92+14,77m	87+14,77m	1	Valeta	SCC03	100.00	0.98%	1021.5500	1021.5000	0.9800	1020.5700	1020.5200	-	Concreto	0.0140	0.1486	-	**0.5000**	**0.1765**	**OK**	45.0000	0.1194	0.9991
7	87+14,77m	82+14,77m	2	Valeta	SCC04	100.00	1.12%	1020.5700	1020.5200	1.1200	1019.4500	1019.4000	-	Concreto	0.0140	0.3006	-	**0.7000**	**0.2084**	**OK**	45.0000	0.1894	1.2895
7	82+14,77m	77+14,77m	3	Valeta	VPA03	100.00	0.50%	1019.4500	1019.4000	0.5000	1018.9500	1018.9000	-	Concreto	0.0140	0.4327	-	**1.0000**	**0.2678**	**OK**	45.0000	0.3395	1.7573
7	77+14,77m	77+14,77m	F	Caixa Coletora	CCS - F7	-	-	1019.4600	1019.4100	1.0000	1018.9500	1018.9000	1.00	Concreto	0.0140	0.4327	-	-	-	-	-	-	-
7	77+14,77m	77+14,77m	3A	Tubo	DN800	50.00	0.50%	1018.9500	1018.9000	0.2500	1018.7000	1018.6500	-	Concreto	0.0140	0.4327	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.3210**	**0.70**	45.0000	0.3598	1.7078
7	77+14,77m	77+14,77m	3B	Tubo	DN800	104.85	0.50%	1018.7000	1018.6500	0.5243	1018.1758	1018.1258	-	Concreto	0.0140	0.4327	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.3210**	**0.70**	45.0000	0.3598	1.7078
7	77+14,77m	77+14,77m	3C	Tubo	DN800	100.00	0.50%	1018.1758	1018.1258	0.5000	1017.6758	1017.6258	-	Concreto	0.0140	0.4327	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.3210**	**0.70**	45.0000	0.3598	1.7078
7	77+14,77m	77+14,77m	3D	Tubo	DN800	135.00	0.55%	1017.6758	1017.6258	0.7425	1016.9333	1016.8833	-	Concreto	0.0140	0.4327	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.3097**	**0.70**	45.0000	0.3437	1.6761
7	77+14,77m	72+9,92m	4	Valeta	SCC03	104.85	1.10%	1019.4600	1019.4100	1.1500	1018.3100	1018.2600	-	Concreto	0.0140	0.1588	-	**0.5000**	**0.1776**	**OK**	45.0000	0.1203	1.0023
7	101+0,00m	100+10,71	5A	Valeta	SCC03	47.00	2.51%	1025.3800	1025.3300	1.1800	1024.2000	1024.1500	-	Concreto	0.0140	0.0106	-	**0.5000**	**0.0239**	**OK**	45.0000	0.0125	0.5676
7	100+10,71	100+10,71	G	Caixa Coletora	CCS - G7	-	-	1019.4600	1019.4100	1.0000	1018.9500	1018.9000	1.00	Concreto	0.0140	0.0106	-	-	-	-	-	-	-
7	100+10,71	98+4,77m	5	Valeta	SCC03	50.00	1.56%	1024.2000	1024.1500	0.7800	1023.4200	1023.3700	-	Concreto	0.0140	0.0910	-	**0.5000**	**0.1089**	**OK**	45.0000	0.0663	0.8079
7	98+4,77m	92+14,77	6	Valeta	SCC03	100.00	1.87%	1023.4200	1023.3700	1.8700	1021.5500	1021.5000	-	Concreto	0.0140	0.2568	-	**0.5000**	**0.2045**	**OK**	45.0000	0.1441	1.0785
7	92+14,77m	92+14,77m	A	Caixa Coletora	CCS - A7	-	-	1021.5500	1021.5000	0.5000	1021.0500	1021.0000	0.50	Concreto	0.0140	0.2568	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	7	Valeta	SCC03	87.50	2.93%	1021.0500	1021.0000	2.5600	1018.4900	1018.4400	-	Concreto	0.0140	0.2923	-	**0.5000**	**0.1915**	**OK**	45.0000	0.1324	1.0416
7	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B7	-	-	1018.9900	1018.9400	0.5000	1018.4900	1018.4400	0.50	Concreto	0.0140	0.2923	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	8	Valeta	SCC04	73.50	0.50%	1018.4900	1018.4400	0.3675	1018.1225	1018.0725	-	Concreto	0.0140	0.3249	-	**0.7000**	**0.2929**	**OK**	45.0000	0.2908	1.5284
7	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C7	-	-	1018.6225	1018.5725	0.5000	1018.1225	1018.0725	0.50	Concreto	0.0140	0.3249	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	9	Valeta	SCC04	63.00	0.50%	1018.1225	1018.0725	0.3150	1017.8075	1017.7575	-	Concreto	0.0140	0.3593	-	**0.7000**	**0.3144**	**OK**	45.0000	0.3190	1.5893
7	-	-	10	Valeta	SCC03	30.00	3.33%	1025.1200	1025.0700	1.0000	1024.1200	1024.0700	-	Concreto	0.0140	0.0585	-	**0.5000**	**0.0638**	**OK**	45.0000	0.0360	0.6806
7	101+0,00m	105+4,77m	11	Valeta	SCC03	83.45	1.51%	1025.3800	1025.3300	1.2600	1024.1200	1024.0700	-	Concreto	0.0140	0.1335	-	**0.5000**	**0.1418**	**OK**	45.0000	0.0910	0.9010
7	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D7	-	-	1024.6200	1024.5700	0.5000	1024.1200	1024.0700	0.50	Concreto	0.0140	0.1920	-	-	-	-	-	-	-
7	105+4,77m	105+4,77m	12	Escada	DCD03/04	5.00	28.81 º	1024.1200	1024.0700	2.7500	1021.3700	1021.3200	-	Concreto	0.0140	0.1920	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	E	Caixa Coletora	CCS - E7	-	-	1021.8700	1021.8200	0.5000	1021.3700	1021.3200	0.50	Concreto	0.0140	0.1920	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	13	Valeta	SCC03	83.45	3.48%	1021.3700	1021.3200	2.9000	1018.4700	1018.4200	-	Concreto	0.0140	0.2394	-	**0.5000**	**0.1581**	**OK**	45.0000	0.1040	0.9471
7	-	-	14	Valeta	SCC03	42.00	16.60%	1025.4400	1025.3900	6.9700	1018.4700	1018.4200	-	Concreto	0.0140	0.0278	-	**0.5000**	**0.0241**	**OK**	45.0000	0.0127	0.5683
7	-	-	-	-	ENTRADA BUE	-	-	1018.9700	1018.9200	0.5000	1018.4700	1018.4200	-	-	-	0.6265	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	15	Bueiro Greide	DN800	88.00	0.51%	1018.4700	1018.4200	0.4500	1018.0200	1017.9700	-	Concreto	0.0140	0.6265	VERDADEIRO	**0.8000**	**0.4155**	**0.70**	45.0000	0.5050	1.9751

APÊNDICE A – ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Município: Caçador/SC

Estação Pluviográfica: Caçador

Equação definida por Back, Henn e Oliveira para o município de Caçador/SC

Adriana Burin Weschenfelder

Karine Pickbrenner

Eber José de Andrade Pinto

PORTO ALEGRE

2018

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre

Copyright @ 2018 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 – Santa Tereza
Porto Alegre - RS - 90.840-030
Telefone: 0(xx)(51) 3406-7300
Fax: 0(xx)(51) 3233-7772
http://www.cprm.gov.br

Ficha Catalográfica

W511 Weschenfelder, Adriana Burin
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência; Município: Caçador, Estação Pluviográfica: Caçador, Equação definida por Back, Henn e Oliveira para o município de Caçador/SC / Adriana Burin Weschenfelder, Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. – Porto Alegre: CPRM, 2018.
10p.; anexos

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade

ISBN 978-85-7499-472-7

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. Pickbrenner, Karine. II. Pinto, Eber José de Andrade. IV. Título

CDD 551.570981
CDU 556.5(81)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil
É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Wellington Moreira Franco

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Márcio Félix

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Maria José Gazzi Salum

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM/SGB)

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Otto Bittencourt Netto

Vice-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Conselheiros

Cassio Roberto da Silva

Cassiano de Souza Alves

Elmer Prata Salomão

Paulo Cesar Abrão

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Fernando Carvalho

Diretor de Administração e Finanças

Juliano de Souza Oliveira

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Fernando Henrique Kohlmann Schwanke
Superintendente

Diogo Rodrigues Andrade da Silva
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Lucy Takehara Chemale
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Claudia Viero
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Paulo Ricardo de Fraga Costa
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

Departamento de Hidrologia
Frederico Cláudio Peixinho

Divisão de Hidrologia Aplicada
Adriana Dantas Medeiros
Achiles Monteiro *(In memorian)*

Coordenação Executiva do DEHID
Projeto Atlas Pluviométrico
Eber José de Andrade Pinto

Departamento de Gestão Territorial
Maria Adelaide Mansini Maia

Divisão de Geologia Aplicada
Maria Adelaide Mansini Maia

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade
Tiago Antonelli

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

José Alexandre Moreira Farias – REFO

Karine Pickbrenner – SUREG /PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder – SUREG /PA

Adriano da Silva Santos – SUREG/RE

Albert Teixeira Cardoso – SUREG /PA

Caluan Rodrigues Capozzoli – SUREG /SP

Catharina dos Prazeres Campos de Farias – SUREG/BE

Jean Ricardo da Silvado Nascimento – RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – SUREG/BH

Osvalcélio Mercês Furtunato – SUREG/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento – SUREG/BH

APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional.

Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se, a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF). Essas relações serão estabelecidas para os pontos da rede hidrometeorológica nacional que dispõe de registros contínuos de chuva, ou seja, estações equipadas com pluviógrafos ou estações automáticas.

Entretanto, em localidades nas quais existem somente pluviômetros, ou seja, não existem registros contínuos das precipitações, obtidos com pluviógrafos ou estações automáticas, as relações IDF serão estabelecidas a partir da desagregação das precipitações máximas diárias.

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma freqüência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

Na definição das relações IDF foram priorizados os municípios onde serão mapeadas, pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil, as áreas suscetíveis a movimentos de massa e enchentes.

Este estudo, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida por Back, Henn e Oliveira (2011) para o município de Caçador/SC, onde foram utilizados os registros contínuos de precipitações diárias máximas da estação pluviográfica de Caçador.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO 01
2 – EQUAÇÃO 01
3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO 04
4 – REFERÊNCIAS 04

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica
Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h
Tabela 02 – Altura de chuva em mm

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida por Back, Henn e Oliveira (2011) para o município de Caçador/SC é indicada para o município de Caçador/SC.

O município de Caçador está localizado a 261 km de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina. Faz fronteira com os municípios de Calmon, Lebon Regis, Rio das Antas, Videira, Macieira e General Carneiro. O município possui área de 984,285 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 931 metros em sua sede. A população de Caçador, segundo IBGE (2010), é de 70.762 habitantes.

A estação Caçador, está localizada na Latitude 26°46'00"S e Longitude 51°00'00"O; na sub-bacia 72, sub-bacia dos rios Uruguai, do Peixe e outros. A estação pluviográfica localiza-se no município de Caçador e o período utilizado na elaboração da equação IDF foi de 1988 a 2005. Os dados para definição da equação foram obtidos a partir dos dados diários contínuos de precipitação coletados em um pluviógrafo.

A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

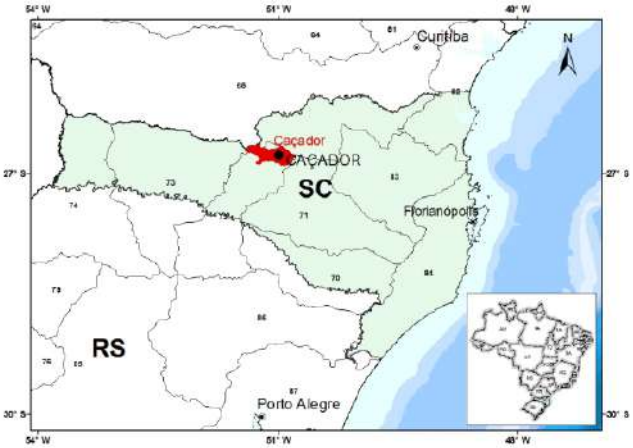


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica

2 – EQUAÇÃO

Os pluviogramas diários da estação pluviográfica de Caçador, foram digitalizados e determinaram-se as séries de máximos anuais de chuva para as durações de 5 minutos até 24 horas. Para cada duração foram estimadas, por meio da distribuição de Gumbel-Chow, as chuvas máximas considerando-se os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos. A aderência dos dados ao modelo de Gumbel-Chow foi comprovada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5%. Ajustaram-se duas equações IDF de chuvas: uma válida para durações entre 5 e 120 minutos e outra para durações de 120 a 1440 minutos.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

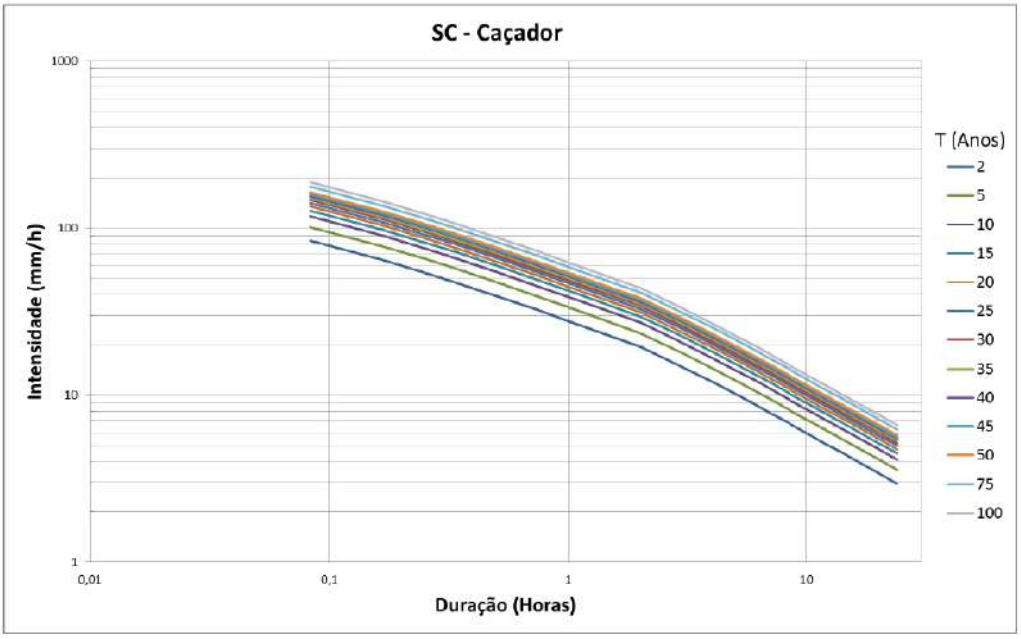


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 02 é do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \qquad (01)$$

Onde:
i é a intensidade da chuva (mm/h)
T é o tempo de retorno (anos)
t é a duração da precipitação (minutos)
a, b, c, d, são parâmetros da equação

No caso de Caçador, para durações de 5 minutos até 2 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

5min ≤ t ≤ 2h

a = 213,7; b = 0,2071; c = 2,7 e d = 0,5275;

$$i = \frac{213{,}7\, T^{0{,}2071}}{(t+2{,}7)^{0{,}5275}} \qquad (02)$$

Para durações iguais e superiores 2 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

2h ≤ t ≤ 24h

a = 1027,8; b = 0,2063; c = 26,8 e d = 0,8222;

$$i = \frac{1027{,}8\, T^{0{,}2063}}{(t+26{,}8)^{0{,}8222}} \qquad (03)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno de até 100 anos. A Tabela 01 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 02 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	84,0	101,6	117,3	127,6	135,4	141,8	147,3	156,3	163,7	170,0	178,0	184,9	189,0
10 Minutos	64,5	78,0	90,1	98,0	104,0	108,9	113,1	120,0	125,7	130,6	136,7	142,0	145,1
15 Minutos	54,2	65,5	75,6	82,2	87,3	91,4	94,9	100,8	105,5	109,6	114,8	119,2	121,8
20 Minutos	47,5	57,4	66,3	72,1	76,5	80,2	83,3	88,4	92,5	96,1	100,7	104,5	106,8
30 Minutos	39,2	47,4	54,7	59,5	63,1	66,1	68,7	72,9	76,3	79,3	83,0	86,2	88,1
45 Minutos	32,1	38,8	44,8	48,7	51,7	54,2	56,3	59,7	62,6	65,0	68,0	70,6	72,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	19,5	23,6	27,2	29,6	31,4	32,9	34,2	36,3	38,0	39,5	41,3	42,9	43,9
3 HORAS	14,8	17,9	20,6	22,4	23,8	24,9	25,9	27,5	28,7	29,8	31,3	32,5	33,2
4 HORAS	12,0	14,5	16,7	18,2	19,3	20,2	21,0	22,3	23,3	24,2	25,3	26,3	26,9
5 HORAS	10,2	12,3	14,2	15,4	16,3	17,1	17,8	18,8	19,7	20,5	21,5	22,3	22,8
6 HORAS	8,8	10,7	12,3	13,4	14,2	14,9	15,5	16,4	17,2	17,8	18,7	19,4	19,8
7 HORAS	7,9	9,5	10,9	11,9	12,6	13,2	13,7	14,6	15,3	15,8	16,6	17,2	17,6
8 HORAS	7,1	8,6	9,9	10,7	11,4	11,9	12,4	13,1	13,8	14,3	15,0	15,5	15,9
12 HORAS	5,1	6,2	7,2	7,8	8,3	8,7	9,0	9,6	10,0	10,4	10,9	11,3	11,5
14 HORAS	4,6	5,5	6,3	6,9	7,3	7,7	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,2
24 HORAS	3,0	3,6	4,1	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,5	6,6

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	7,0	8,5	9,8	10,6	11,3	11,8	12,3	13,0	13,6	14,2	14,8	15,4	15,7
10 Minutos	10,8	13,0	15,0	16,3	17,3	18,2	18,8	20,0	21,0	21,8	22,8	23,7	24,2
15 Minutos	13,5	16,4	18,9	20,6	21,8	22,9	23,7	25,2	26,4	27,4	28,7	29,8	30,5
20 Minutos	15,8	19,1	22,1	24,0	25,5	26,7	27,8	29,5	30,8	32,0	33,6	34,8	35,6
30 Minutos	19,6	23,7	27,3	29,7	31,6	33,1	34,3	36,4	38,2	39,6	41,5	43,1	44,1
45 Minutos	24,1	29,1	33,6	36,6	38,8	40,6	42,2	44,8	46,9	48,7	51,0	53,0	54,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	39,0	47,2	54,5	59,2	62,9	65,8	68,4	72,6	76,0	78,9	82,7	85,8	87,7
3 HORAS	44,4	53,6	61,9	67,3	71,4	74,7	77,6	82,4	86,2	89,5	93,8	97,4	99,5
4 HORAS	48,0	58,0	66,9	72,7	77,2	80,8	83,9	89,1	93,3	96,8	101,4	105,3	107,6
5 HORAS	50,8	61,4	70,8	77,0	81,7	85,5	88,8	94,2	98,7	102,4	107,3	111,4	113,8
6 HORAS	53,1	64,1	73,9	80,4	85,3	89,3	92,8	98,4	103,1	107,0	112,1	116,4	118,9
7 HORAS	55,0	66,4	76,6	83,3	88,4	92,6	96,1	102,0	106,8	110,9	116,1	120,6	123,2
8 HORAS	56,6	68,4	79,0	85,8	91,1	95,4	99,0	105,1	110,0	114,3	119,6	124,2	127,0
12 HORAS	61,8	74,6	86,1	93,6	99,3	104,0	108,0	114,6	120,0	124,6	130,5	135,5	138,5
14 HORAS	63,8	77,0	88,9	96,6	102,5	107,4	111,5	118,3	123,9	128,6	134,7	139,8	142,9
24 HORAS	70,9	85,7	98,9	107,5	114,1	119,4	124,0	131,6	137,8	143,1	149,8	155,6	159,0

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Caçador foi registrada uma Chuva de 99 mm com duração de 3 horas. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: *Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 01. Dessa forma temos:*

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a}\right]^{1/b} \qquad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 99 mm dividido por 3 h é igual a 33,0 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{33(180+26{,}8)^{0{,}8222}}{1027{,}8}\right]^{1/0{,}2063} = 97{,}6\ anos$$

O tempo de retorno de 97,6 anos corresponde a uma probabilidade de 1,02% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 33\ mm/h) = \frac{1}{T}100 = \frac{1}{97{,}6}100 = 1{,}02$$

4 – REFERÊNCIAS

BACK, A. J.; HENN, A.; OLIVEIRA, J. L. R. Heavy rainfall equations for Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 35, p. 2127-2134, 2011.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. *Estatística por cidade e estado:* Caçador. Brasília, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/cacador>. Acesso em: 26 out. 2018.

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

ISBN 978-85-7499-472-7

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF).

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

ENDEREÇOS

Sede
SGAN- Quadra 603 – Conjunto J – Parte A – 1° andar
Brasília – DF – CEP: 70830-030
Tel: 61 2192-8252
Fax: 61 3224-1616

Escritório Rio de Janeiro
Av Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – RJ Cep: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382
Fax: 21 2542-3647

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial
Tel: 61 3223-1059 - 21 2295-8248
Fax: 61 3323-6600 - 21 2295-5804

Departamento de Gestão Territorial
Tel: 21 2295-6147 - Fax: 21 2295-8094

Diretoria de Infraestrutura Geocientífica
Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105-Santa Teresa
Porto Alegre - RS - CEP: 90840-030
Tel.: 51 3406-7300 - Fax: 51 3233-7772

Assessoria de Comunicação
Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949
E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação
Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370
E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria
Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS
Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897
E-mail: seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br

Atlas Pluviométrico do Brasil

PAC

CPRM Serviço Geológico do Brasil

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

BRASIL GOVERNO FEDERAL

01	REVISÃO GERAL	20/05/2020	EDUARDO		
00	EMISSÃO INICIAL	20/01/2020	EDUARDO		
REV	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVO

Contratante: Contratada:

Sítio **AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES (SC)**		
Data JANEIRO / 2020	Área do sítio **GERAL**	
Autores CAU / CREA / UF EDUARDO DELL AVANZI CREA-RJ 124.924/D	Especialidade / Subespecialidade **GEOTECNIA**	
Validador Rubrica JULIO A. AMARANTES JR.	Tipo / Especificação do documento **MEMORIAL DE CÁLCULO**	
Aprovador Rubrica ADELCIO CORREA GUIMARÃES FILHO	Tipo de obra **CONSTRUÇÃO**	Classe Geral do projeto **PROJETO BÁSICO**
Rubrica do (s) Autor (es)	Codificação **CD.02/103.76/00004/01**	

SUMÁRIO

1. OBJETIVO 4
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 4
3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES 4
4. NORMAS CONSULTADAS 4
5. BIBLIOGRAFIA 5
6. ÁREA OBJETO DE ESTUDO 6
7. CARACTERIZAÇÃO HIDRO-MECÂNICA DOS MATERIAIS NATURAIS E DE ATERRO 10
7.1. SONDAGENS À PERCUSSÃO 11
7.2. ENSAIOS DE LABORATÓRIO 16
7.2.1. Resistência ao Cisalhamento do Solo Natural – Bloco 1 18
7.2.2. Resistência ao Cisalhamento do Bloco 2 22
7.2.3. Resistência ao Cisalhamento do Material de Empréstimo Compactado na Umidade Ótima e Energia Proctor Normal 23
7.2.4. Peso Específico dos Sólidos dos Solos Amostrados 25
7.2.5. Características de Compactação do Solo da Jazida 26
7.2.6. Resultados dos Ensaios de Adensamento 28
7.2.7. Estimativa da Condutividade Hidráulica Saturada do Material do Bloco 1 31
7.2.8. Estimativa da Curva de Retenção de Umidade do Solo 32
7.2.9. Estimativa dos Potenciais Totais e Matriciais 32
7.2.10. Análises Granulométricas 34
7.2.11. Limites de Atterberg 36
7.2.12. Estimativa do CBR do material compactado 40
8. DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO DOS ATERROS REFORÇADOS E NÃO REFORÇADOS 42
8.1. CRITÉRIO DE COMPACTAÇÃO 42
8.2. SOBRECARGAS ATUANTES 43
8.3. FATORES DE SEGURANÇA MÍNIMOS 44
8.4. PARÂMETROS DOS MATERIAIS ADOTADOS 47
8.5. CENÁRIOS ANALISADOS 49
8.6. MODELO PREDITIVO DE COMPORTAMENTO 50
8.7. ESTABILIDADE DOS TALUDES DA ESTACA 0 51

8.8. ESTABILIDADE DOS TALUDES NA REGIÃO DA ESTACA 27 53

8.9. ESTABILIDADE DOS TALUDES NA REGIÃO DA ESTACA 94 55

8.10. ESTABILIDADE DOS TALUDES NA REGIÃO DA ESTACA 99 56

8.11. COMENTÁRIOS CONCLUSIVOS..... 57

APÊNDICE 1 – RELATÓRIO DE SONDAGENS 60

APÊNDICE 2 – DADOS DOS ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO – BLOCO 1 AMOSTRAS INUNDADAS 91

APÊNDICE 3 – DADOS DOS ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO – BLOCO 2 AMOSTRAS INUNDADAS 107

APÊNDICE 4 – DADOS DOS ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO – MATERIAL DE EMPRÉSTIMO 115

APÊNDICE 5 – ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO..... 120

APÊNDICE 6 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS 121

APÊNDICE 7 - RELATÓRIO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE..... 125

1. OBJETIVO

Desenvolvimento de projeto geotécnico para adequação da faixa de pista e RESAs do aeroporto municipal de Caçador-SC.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Imagens aéreas de domínio público – Google Earth
- Levantamento planialtimétrico do sítio aeroportuário
- Relatório de sondagens de simples reconhecimento elaborado por Geoazimute Ltda.
- Serviço Geológico do Brasil (2014). Mapa Geológico de Santa Catarina

3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- CD.02/104.92/00013/01 – Especificação Técnica – Geotecnia e Terraplenagem
- CD.02/103.01/0005/01 – Locação de sondagens
- CD.02/103.01/00007/01– Aterro Reforçado com Geogrelha – Seções Estacas 21 a 24
- CD.02/103.01/00008/01 – Aterro Reforçado com Geogrelha – Seções Estacas 25 a 27
- CD.02/103.01/00009/01 – Aterro Reforçado com Geogrelha – Seções Estacas 28 a 31
- CD.02/103.01/00006/01 – Aterro Reforçado com Geogrelha – Planta de Escavação
- CD.02/104.07/00025/01 – Pista de Pouso –Detalhes

4. NORMAS CONSULTADAS

- Agência Nacional de Aviação Civil (2018). Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 154-06 Emenda 04
- American Society of Testing Materials. D 420-98 – Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes
- American Society of Testing Materials. D 5447 – Guide for Application of a Ground-Water Flow Model to a Site-Specific Problem

- American Society of Testing Materials. D 5490 – Guide for Comparing Ground-Water Flow Model Simulations to Site-Specific Information
- American Society of Testing Materials. D 5609 – Guide for Defining Boundary Conditions in Ground-Water Flow Modeling
- American Society of Testing Materials. D 5610 – Guide for Defining Initial Conditions in Ground-Water Flow Modeling
- American Society of Testing Materials. D 5611 – Guide for Conducting a Sensitivity Analysis for Ground-Water Flow Model Application
- American Society of Testing Materials. D 5718-95 – Standard Guide for Documenting a Ground-Water Flow Model Application
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11682/09 – Estabilidade de Encostas
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instrução de Serviços Ferroviários 207 – Estudos Geotécnicos
- EUROCODE 7 (2004) – Geotechnical Design Part 1 – General rules
- Ministério da Defesa – Comando da Aeronáutica – Departamento de Controle do Espaço Aérea. ICEA 63-19. Critérios de Análise Técnica da Área de Aeródromos (AGA). Edição 2015.

5. BIBLIOGRAFIA

- Fossen, H. (2017). Geologia Estrutural. Oficina de Textos.
- Freeze,A. and Cherry, J.A. (1979). Groundwater. Prentice Hall Pubs.
- Koerner, R.M. (1999). Designing with Geosynthetics. 4th Edition. Prentice Hall Pubs.
- Serviço Geológico do Brasil (2018). Atlas Pluviométrico do Brasil. Equações Intensidade-Duração-Frequência – Município de Caçador-SC, Estação Pluviográfica de Caçador/SC.
- Tucci, C.E.M. (1993). Hidrologia – Ciência e Aplicação. Editora UFRGS.
- U.S. Department of Transportation (2009). FHWA-NHI-10-024 – Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes (FHWA GEC 011) – Volume I and II
- U.S. Department of Transportation (2013). FAA Advisory Circular AC 150/5320-5D Airport Drainage Design

6. ÁREA OBJETO DE ESTUDO

A área objeto de estudo compreende o sítio do aeroporto municipal de Caçador/SC e as respectivas áreas circunvizinhas que compõem o sistema de microbacias da região. O centro da área objeto de estudo localiza-se no município de Caçador-SC nas Coordenadas UTM 505963.10m E e 7.037.055m S.

A região caracteriza-se por uma geomorfologia composta por morros suaves com alturas variando entre 20 e 100m, intercalados por talvegues que formam um sistema de pequenas microbacias adjuntas. Conforme apresentado na Figura 6.1, a região do sítio aeroportuário caracteriza-se pela implantação da pista de pouso e decolagem na direção de alinhamento NE-SW (N20E) próximo à cota de elevação 1025m. A análise das fotos aéreas do local objeto de estudo possibilitou inferir que, o processo de implantação da pista de pouso e decolagem (PPD), envolveu a execução de uma sequência sucessiva de cortes e aterros de tal modo que os talvegues originais de direção de alinhamento NW-SE que atuavam como as drenagens naturais do local, foram soterrados e totalmente obstruídos. Como consequência, a PPD passou a desempenhar o papel de divisor de águas da região.

A inspeção do local objeto de estudo possibilitou observar que os aterros executados não foram devidamente projetados uma vez que há a presença de blocos de rocha de dimensões métricas dispersos no meio da massa de solo (Figura 6.2 e Figura 6.3), bem como a saia do aterro apresenta baixa compactação estando susceptível à erosão por ação de água superficial (runoff) (Figura 6.4).

Figura 6.1 - Vista aérea da região objeto de estudo

Figura 6.2 - Detalhe de matacão rolado da saia do aterro da PPD

Figura 6.3 - Vista geral do aterro de solo-enrocamento da faixa de pista da PPD

Figura 6.4 - Detalhe da vala de erosão formada ao longo da saia do aterro da PPD

O solo do local é predominantemente argiloso, de coloração marrom avermelhada característico dos solos residuais de basalto da formação Serra Geral. A espessura da camada de solo na região tende a variar entre 15m e 20m em locais próximos às fraturas/ falhas geológicas (região de concentração do fluxo de água) enquanto que nas regiões de crista tenderá variar entre 2m e 7m de espessura, conforme ilustrado na Figura 6.5.

A visita de campo realizada em 10 de dezembro de 2019 possibilitou observar que:

- Parte da PPD está assente em rocha e parte em aterro de solo-enrocamento;
- A qualidade da compactação da saia do aterro é baixa, apresentando material fofo, simplesmente lançado;
- Existe um processo de erosão avançado na borda leste do aterro da PPD, próximo à cabeceira 02;
- Não foi observada a existência de um sistema de drenagem de águas superficiais na região do sítio aeroportuário.

Figura 6.5 - Detalhe da espessura do manto de solo e localização do topo rochoso próximo à cabeceira 02

7. CARACTERIZAÇÃO HIDRO-MECÂNICA DOS MATERIAIS NATURAIS E DE ATERRO

A campanha de prospecção de campo e de laboratório foi definida observando-se os preceitos normativos da NBR 11.682/2009 - Estabilidade de Encostas Naturais e da Instrução de Serviços Ferroviários ISF 207 do DNIT. Portanto, as sondagens à percussão foram locadas de modo a possibilitar a elaboração do perfil geológico nas regiões de maiores alturas de aterros, sendo uma localizada na região da crista e outra na região de sopé, com distância entre dois furos consecutivos não superior a 100m. Os ensaios de laboratório incluíram ensaios de caracterização e classificação dos solos, ensaios de compactação nas energias Proctor Normal e Proctor Modificada, ensaios de adensamento e ensaios de cisalhamento direto em amostras na umidade natural e inundadas em conformidade com o proposto pela ISF 207 do DNIT. Os ensaios de adensamento foram realizados em amostras indeformadas e em amostra compactada na energia Proctor Normal. Em aditamento aos ensaios definidos como necessários pela ISF 207 do DNIT, procedeu-se com a avaliação da condutividade hidráulica saturada do solo e sua respectiva curva de retenção de umidade do solo. Esses parâmetros são fundamentais para as análises de fluxo da região objeto de estudo e não compõem a relação de ensaios definida pela ISF 207. Os ensaios realizados foram suficientes para definirem as características hidromecânicas dos solos naturais e compactados necessárias para os modelos numéricos. O compêndio de ensaios de campo e laboratório realizados está indicado nas tabelas abaixo.

Tabela 7.1 – Serviços geotécnicos realizados em campo

Item	Serviço	Designação	Coordenadas de Locação (UTM)		Especificação
1	Sondagem à percussão	SPT-O1	505941.00m E	7036521.00m S	NBR 6484 e NBR 6502
		SPT-O2	505993.00m E	7036513.00m S	
		SPT-O3	505920.00m E	7036359.00m S	
		SPT-O4	505986.33m E	7036349.08m S	
		SPT-O5	505819.00m E	7036484.00m S	
		SPT-O6	506063.00m E	7037136.00m S	
2	Sondagem a trado	TRADO-01	505959.43m E	7037884.09m S	Trado mecânico (preferível) ou manual, com diâmetro igual a 25cm ou superior com 6m de haste metálica
		TRADO-02	505958.31m E	7037789.74m S	
		TRADO-03	505951.75m E	7037680.64m S	
3	Blocos Indeformados	BLI-01	505999.30m E	7036404.62m S	Dimensões 0.3m x 0.3m x 0.3m
		BLI-02	505942.93m E	7037739.55m S	

Tabela 7.2 – Ensaios geotécnicos realizados em laboratório

Item	Descrição	Quantidade	Especificação	Normas Técnicas Relacionadas
1	Ensaio de Cisalhamento Direto	16	8 ensaios em amostras indeformadas inundadas e 8 ensaios em amostras na umidade natural ou de compactação	ASTM D 3080/ D3080M
2	Ensaio Edométrico	2	2 ensaios edométricos com 5 estágios de carregamento e 3 estágios de descarregamento	ASTM D 2435
3	Ensaio de Granulometria e Limites de Atterberg	4 conjuntos de cada	4 ensaios de determinação granulométrica, 4 conjuntos de ensaios de determinação dos limtes de liquidez e de plasticidade, 2 ensaios de determinação do peso específico dos sólidos	ASTM D 422, D 1140, D 421, 2217, E 11, D 2216, D 4318, D 2487
4	Método do Papel Filtro	14	8 determinações de sucção total e matricial nas amostras de ensaio de cisalhamento direto em amostras não saturadas e 6 determinações de sucção total e matricial para a curva de campo	ASTM D 5298
5	Ensaios de Compactação	2	1 curva na energia Proctor normal e 1 curva na energia Proctor modificado	ASTM D 1140, D 1557, D 2168 e D 5080
6	Ensaio de Condutividade Hidráulica Saturada por Permeâmetro de Carga Variável	6	6 medidas de gradiente hidráulico/ vazão para estimativa da conditividade hidráulica saturada	ASTM D 5084

7.1. SONDAGENS À PERCUSSÃO

A campanha de prospecção de campo foi definida considerando os preceitos normativos da NBR 11682/2009 em conjunto com as instruções relativos aos estudos geotécnicos aplicados à projetos ferroviários propostos pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Desse modo, considerando que os aterros necessários para conformação da faixa de pista da PPD serão construídos preponderantemente ao longo de encostas naturais, decidiu-se pela locação das sondagens nas seções mais críticas dos mesmos com relação a: (a) fluxo de água; (b) geomorfologia da região de jusante do talude; (c) homogeneidade dos depósitos de solo e demais formações geológicas. Desse modo, na região do muro em solo estruturado, definiu-se a execução de quatro sondagens à percussão, duas localizadas na região de crista dos aterros atuais e duas localizadas na região de sopé dos mesmos aterros. Não foram locadas sondagens ao longo do talude devido ao fato da geologia do local ser muito homogênea e a distância entre as sondagens de crista e sopé curta (em torno de

25m). Na região dos aterros em solo compactado, definiu-se a locação de duas sondagens na região de concentração do fluxo superficial da água, caracterizado pela existência de um açude que será parcialmente aterrado pela obra. A locação dos furos de sondagem à percussão, bem como as de sondagem à trado e coleta de bloco de amostras indeformadas pode ser observada na Figura 7.1.

Os resultados de todas as sondagens indicaram que os depósitos de solos da região objeto de estudo são consideravelmente homogêneos e o posicionamento do nível d'água muito uniforme ao longo de toda a região. Os relatórios das sondagens foram utilizados para estimativa dos perfis geológicos adotados nas seções-tipo de análise e estão apresentados no Apêndice 2. Nas Figura 7.2 e

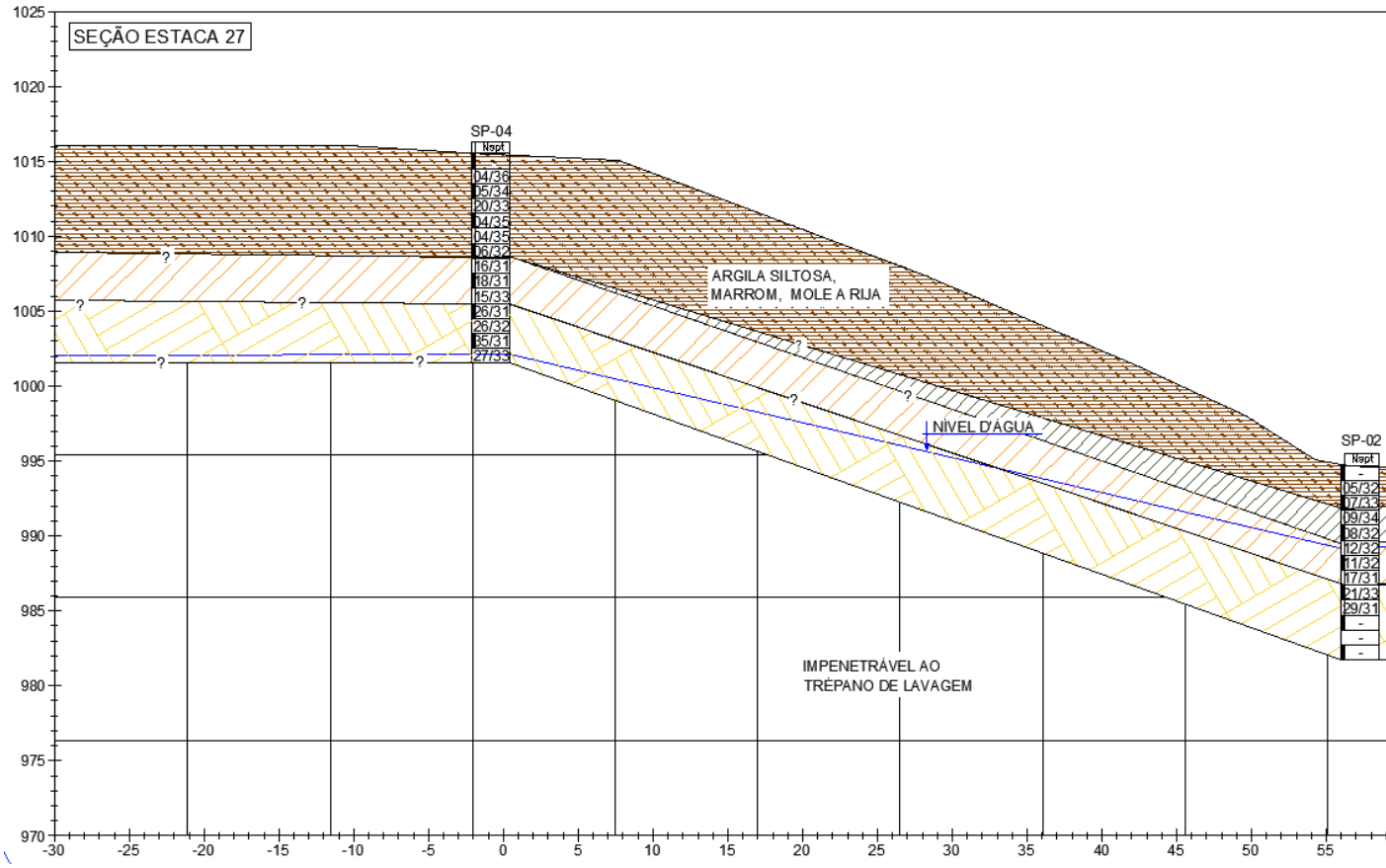


Figura 7.3 são apresentados os perfis geológicos verificados nas proximidades da estaca 19 e da estaca 27, respectivamente.

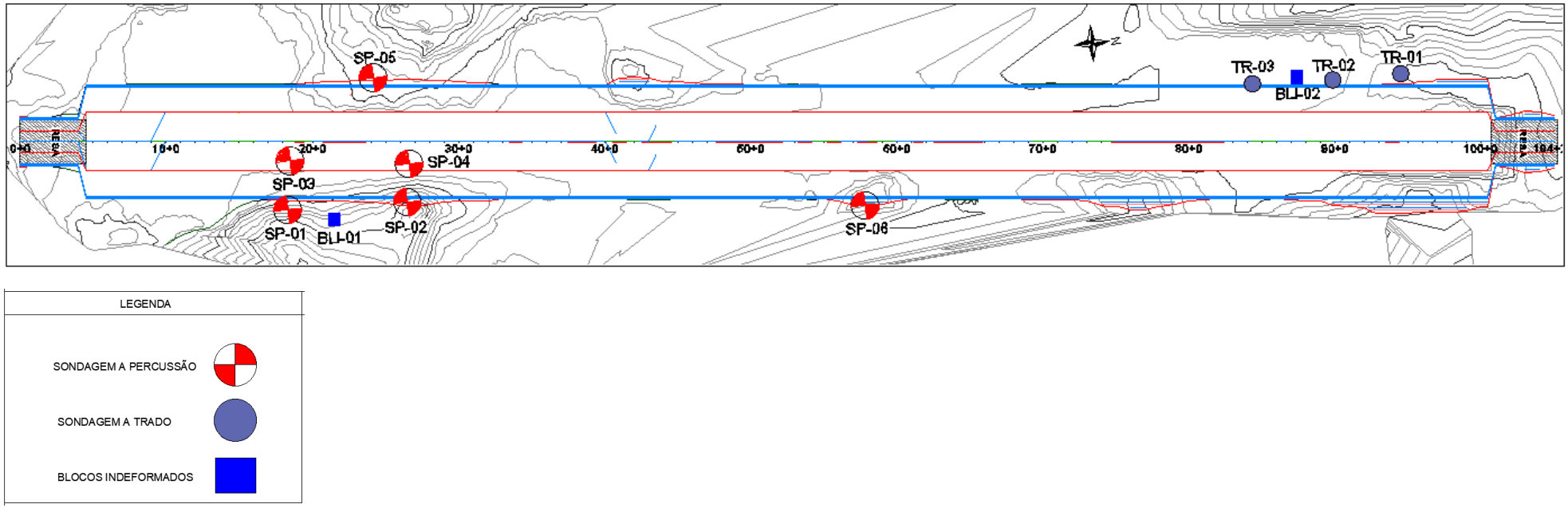


Figura 7.1 - Locação dos furos de sondagem à percussão, à trado e coleta de amostras indeformadas

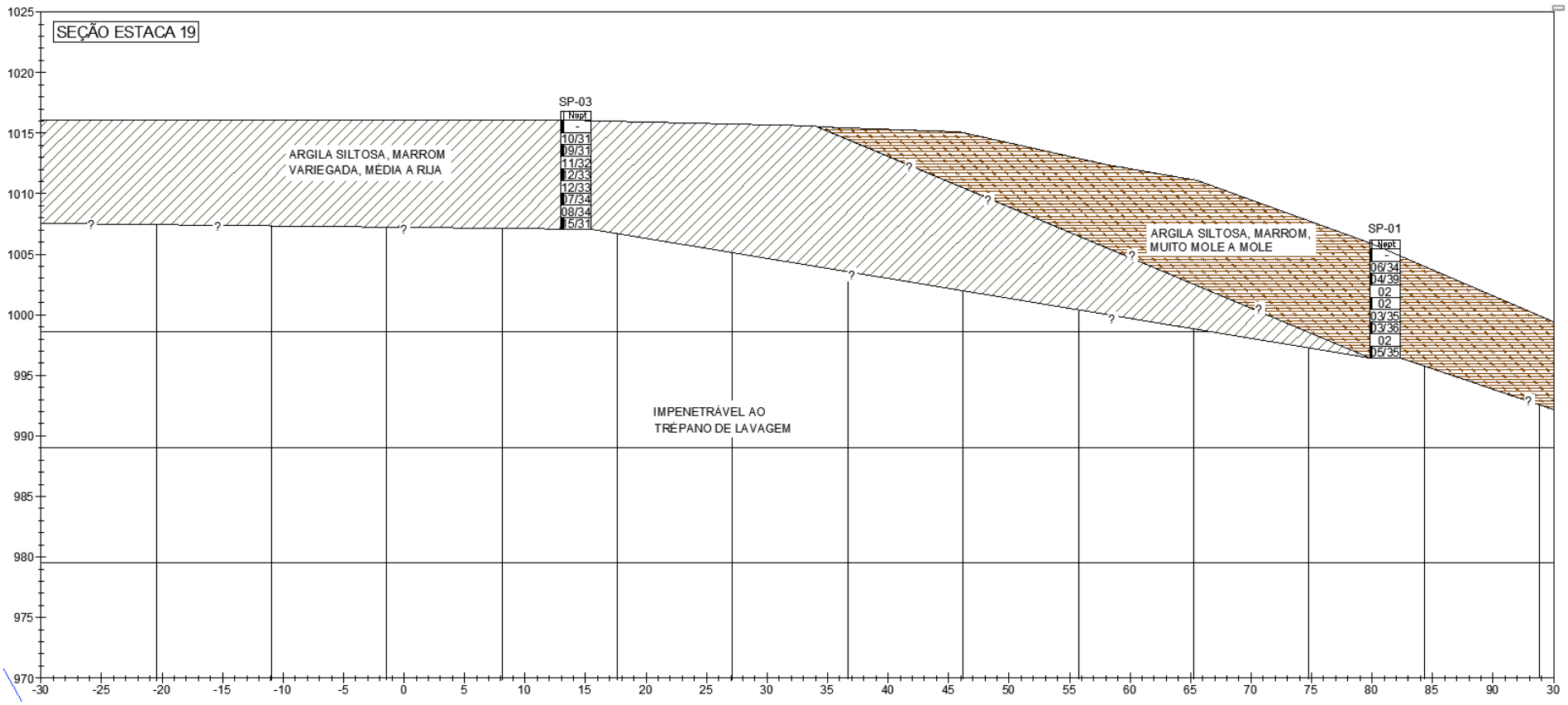


Figura 7.2 - Perfil geológico Seção Estaca 19

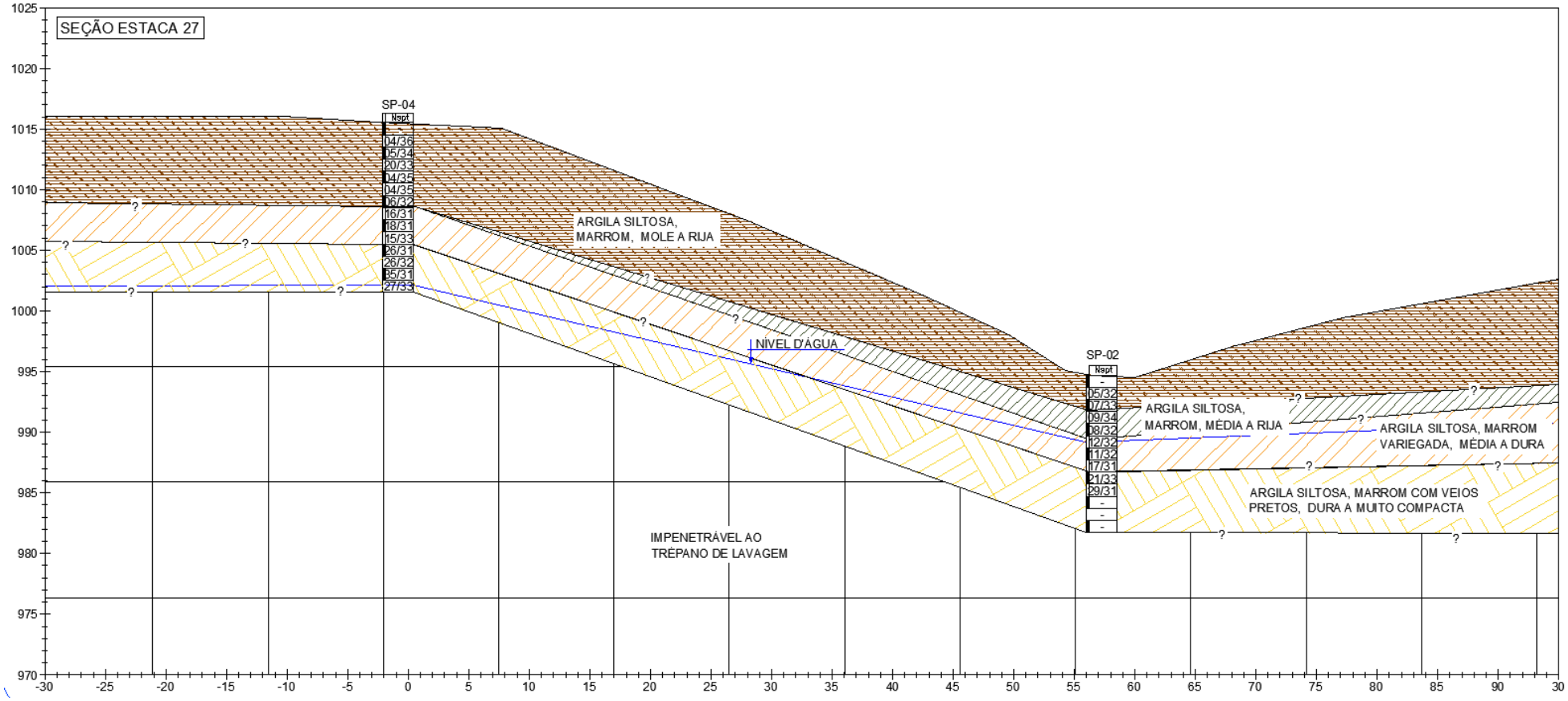


Figura 7.3 - Perfil geológico Seção Estaca 27

7.2. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

As características hidromecânicas dos materiais localizados no sopé e do material do corpo do aterro foram estimadas por ensaios de laboratório especificados para descreverem o respectivo estado de tensão destes materiais no campo.

A campanha de ensaios de cisalhamento foi especificada de modo a avaliar-se o comportamento de resistência ao cisalhamento do material de fundação dos aterros da faixa de pista considerando seu estado de não saturação e de cenário extremo (saturação). As sucções matricial e total, alcançadas ao final do cisalhamento das amostras não saturadas, foram estimadas utilizando-se a técnica do papel-filtro.

Os parâmetros de resistência ao cisalhamento do material do aterro da faixa de pista foram avaliados a partir de amostras compactadas na energia Proctor normal na respectiva umidade ótima em seu estado não saturado com medição de sucção total e matricial pelo método do papel filtro ao final do cisalhamento.

Os ensaios edométricos foram realizados em uma amostra indeformada do bloco 1 e em uma amostra compactada na umidade ótima da energia Proctor normal. Esses ensaios foram utilizados para estimativa dos parâmetros de deformação (módulo edométrico, coeficiente de compressão volumétrica, índice de compressão e de recompressão), bem como a estimativa da variação da condutividade hidráulica saturada dos materiais em função da tensão efetiva aplicada. Apresentam-se a seguir fotos ilustrativas coletadas durante a realização dos ensaios.

Figura 7.4 - Vista geral da prensa de cisalhamento direto

Figura 7.5 - Vista geral da prensa de edométrica com o permeâmetro de carga variável acoplado à célula

Figura 7.6 - Vista geral durante a medição de vazão para estimativa da condutividade hidráulica saturada

7.2.1. Resistência ao Cisalhamento do Solo Natural – Bloco 1

Os ensaios de cisalhamento direto foram realizados com taxa de deslocamento imposto, nas tensões normais iguais a 40 kPa, 80 kPa, 160 kPa e 320 kPa. As características físicas dos corpos de prova ensaiados na umidade natural e saturados estão apresentados nas tabelas abaixo:

Tabela 7. 3 - Características físicas dos corpos de prova dos ensaios saturados

	ÍNDICES FÍSICOS						
CORPO DE PROVA	Peso específico total (γt)	Umidade gravimétrica (ω)	Peso específico dos sólidos (G)	Peso específico seco (γd)	Índice de vazios (e)	Grau de saturação (S)	Porosidade (η)
CP 1	1.50 g/cm³	26.6%	2.81	1.19 g/cm³	1.37	55%	0.58
CP 2	1.58 g/cm³	26.4%	2.81	1.25 g/cm³	1.25	59%	0.56
CP 3	1.55 g/cm³	35.1%	2.81	1.15 g/cm³	1.44	68%	0.59
CP 4	1.63 g/cm³	27.2%	2.81	1.28 g/cm³	1.19	64%	0.54
MÉDIA	**1.57 g/cm³**	**29%**	**2.81**	**1.22 g/cm³**	**1.31**	**0.62**	**0.57**

Tabela 7.4 - Características físicas dos corpos de prova dos ensaios realizados com amostras na umidade natural.

	ÍNDICES FÍSICOS						
CORPO DE PROVA	Peso específico total (γt)	Umidade gravimétrica (ω)	Peso específico dos sólidos (G)	Peso específico seco (γd)	Índice de vazios (e)	Grau de saturação (S)	Porosidade (η)
CP 1	1.54 g/cm³	51.7%	2.81	1.01 g/cm³	1.77	82%	0.64
CP 2	1.61 g/cm³	34.8%	2.81	1.19 g/cm³	1.36	72%	0.58
CP 3	1.49 g/cm³	36.1%	2.81	1.10 g/cm³	1.56	65%	0.61
CP 4	1.50 g/cm³	36.6%	2.81	1.10 g/cm³	1.43	68%	0.59
MÉDIA	**1.53 g/cm³**	**40%**	**2.81**	**1.10 g/cm³**	**1.53**	**0.72**	**0.60**

Os índices de vazios avaliados para as amostras variaram entre 1.19 e 1.77 indicando que o solo natural é um solo estruturado com potencial de colapso do seu arranjo de partículas.

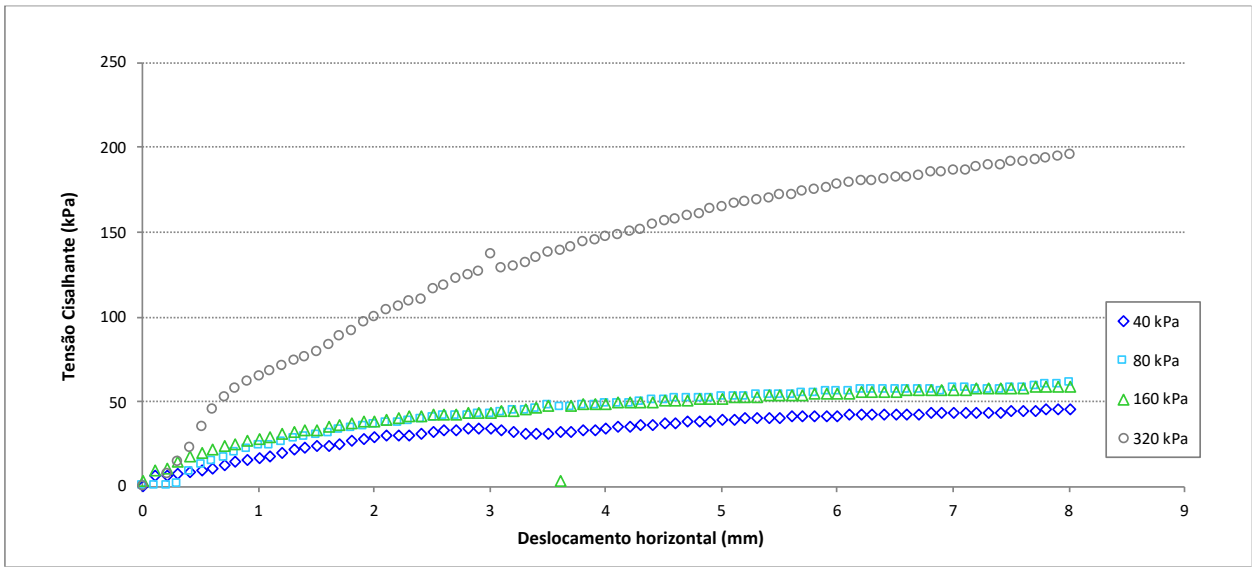


Figura 7.7 - Curvas tensão cisalhante x deslocamento horizontal das amostras saturadas

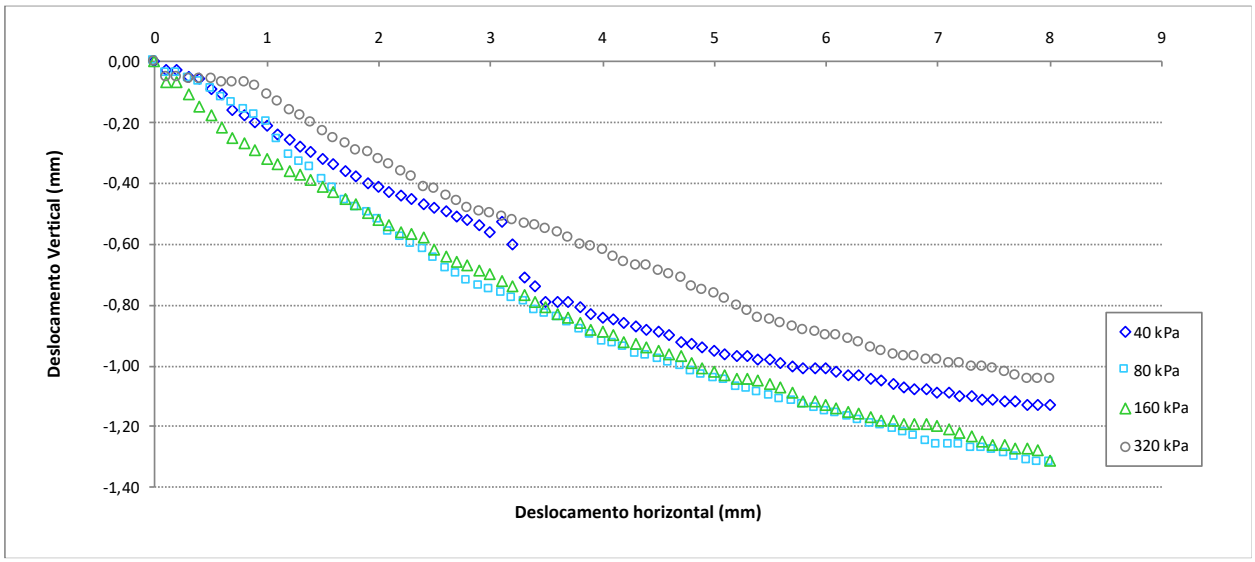


Figura 7.8 - Curvas deslocamento horizontal x deslocamento vertical das amostras saturadas

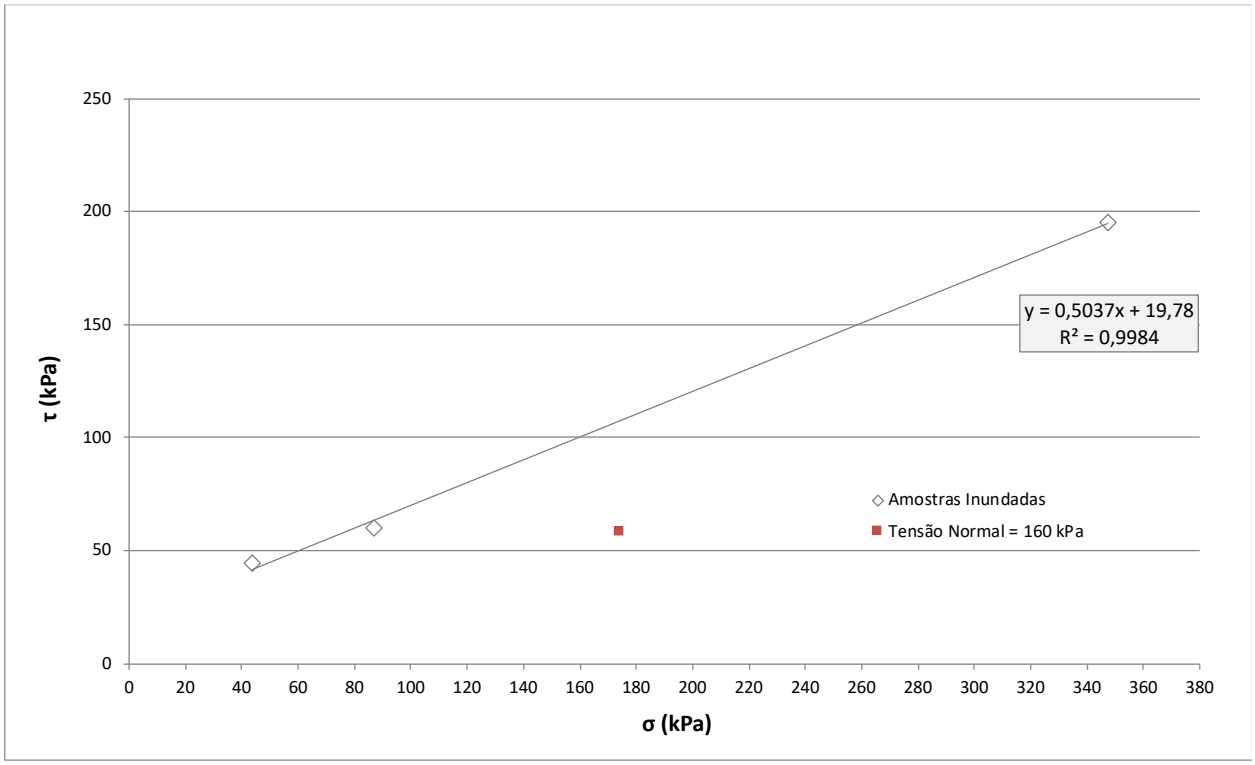


Figura 7.9 - Envoltória de ruptura de Mohr-Coulomb dos ensaios realizados em amostras inundadas

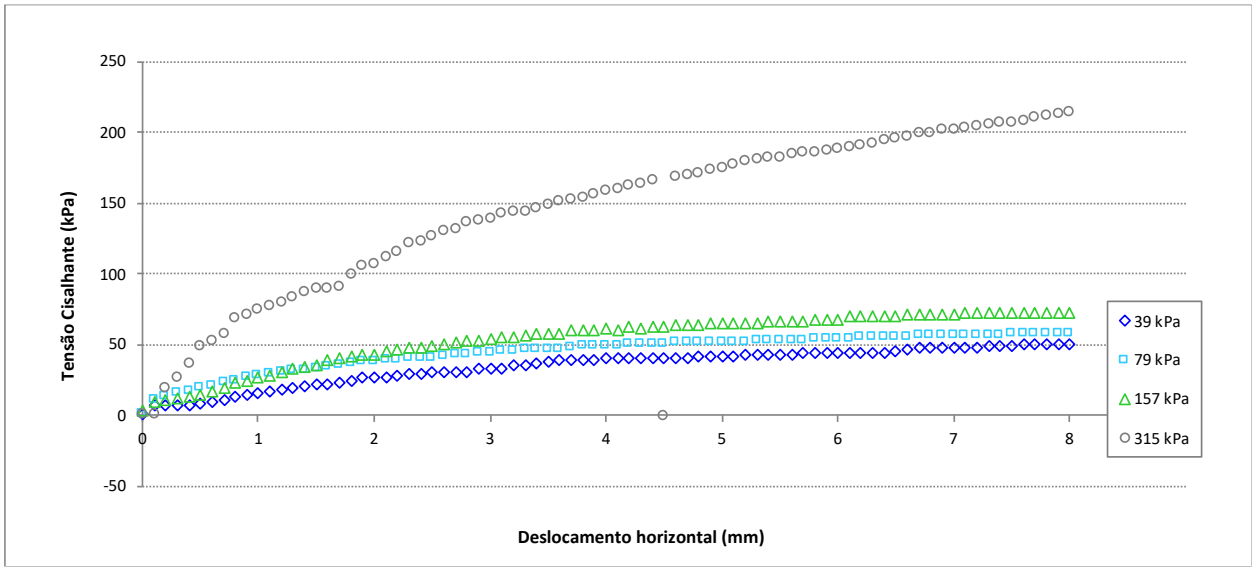


Figura 7.10 - Curvas tensão cisalhante x deslocamento horizontal das amostras na umidade natural

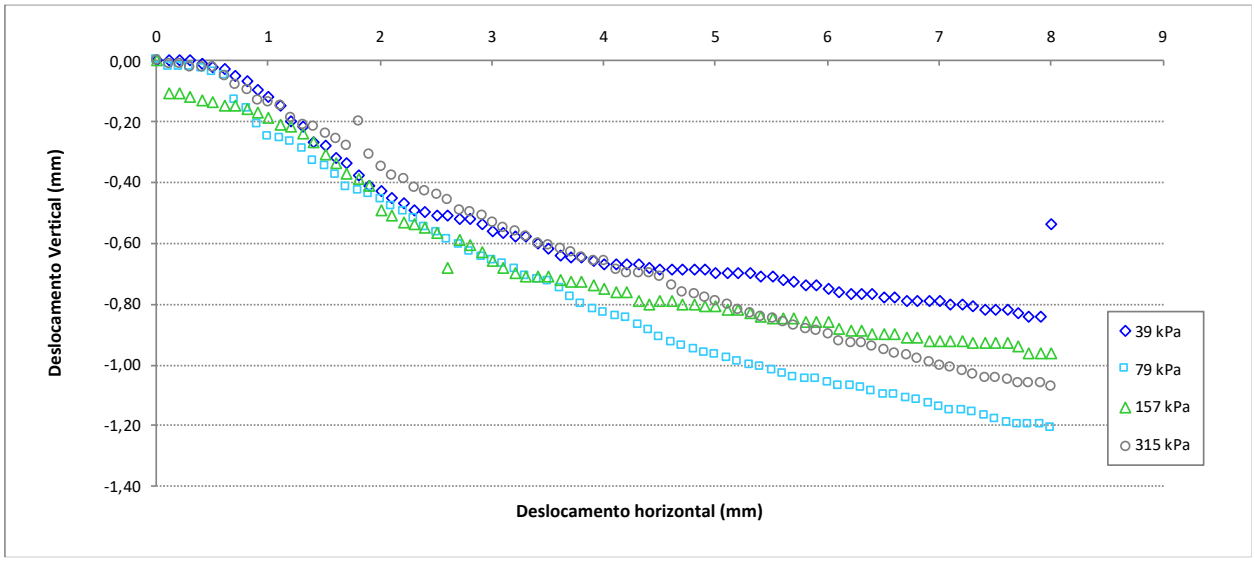


Figura 7.11 - Curvas deslocamento horizontal x deslocamento vertical das amostras na umidade natural

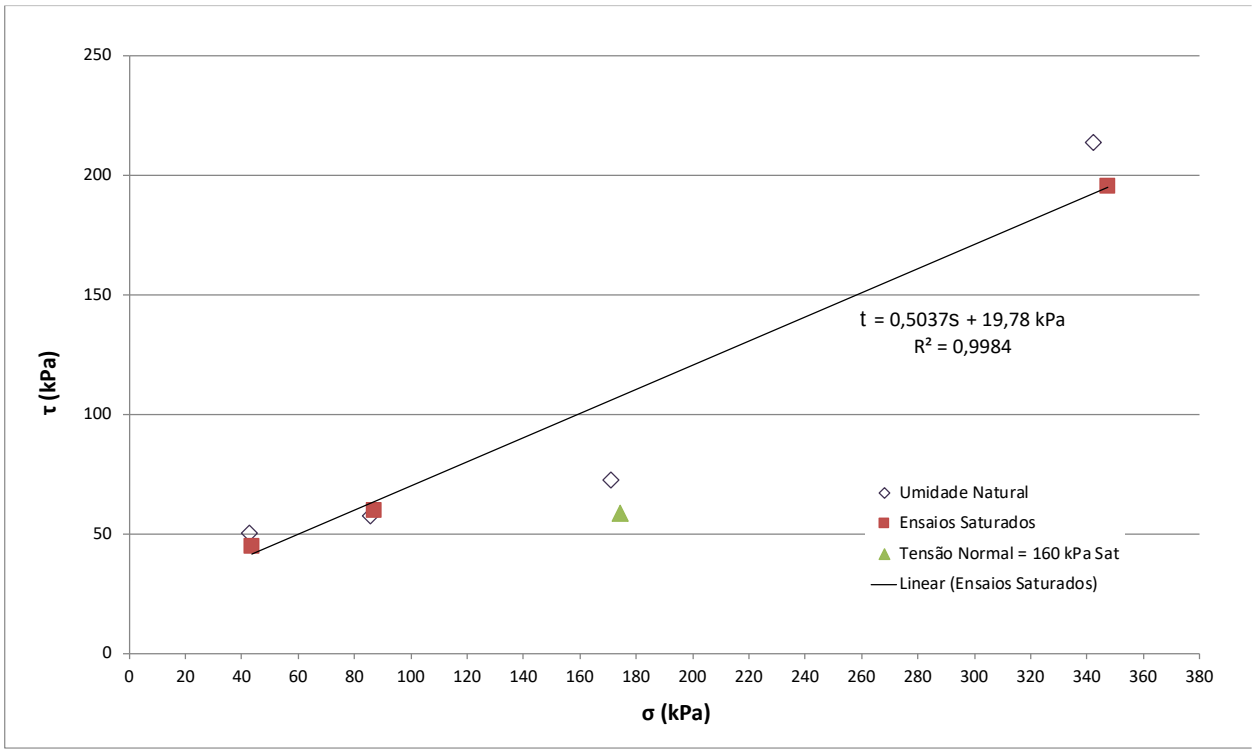


Figura 7.12 - Resumo dos ensaios de cisalhamento direto das amostras extraídas do bloco 1

Os resultados dos ensaios de cisalhamento direto possibilitaram observar que não há um ganho de resistência significativo devido ao efeito de não saturação para tensões normais iguais ou inferiores a 80kPa. Entretanto, os ensaios também indicaram que para ambos os cenários, a resistência ao cisalhamento do solo, avaliada para tensão normal inicial iguala 160 kPa, é consideravelmente inferior que para as tensões normais inferiores e superiores. Esses ensaios, em especial, foram reproduzidos duas vezes (um ensaio em amostra submersa e outro ensaio na umidade natural) para avaliação do

comportamento anômalo observado, apresentando comportamento similar. Tal comportamento pode estar relacionado à quebra do arranjo de partículas do solo durante o processo de cisalhamento da amostra.

Os parâmetros de resistência ao cisalhamento do solo avaliados sob condição saturada são: $\phi' = 27^o$ e $c' = 19.78\ kPa$.

7.2.2. Resistência ao Cisalhamento do Bloco 2

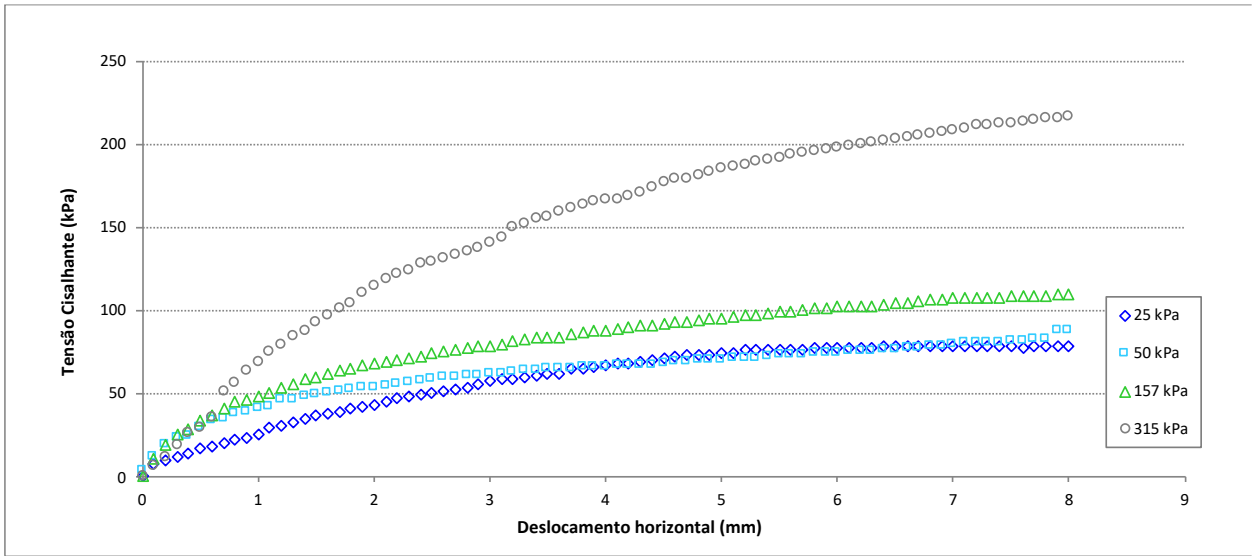


Figura 7.13 - Curvas tensão cisalhante x deslocamento horizontal das amostras do bloco 2 inundadas

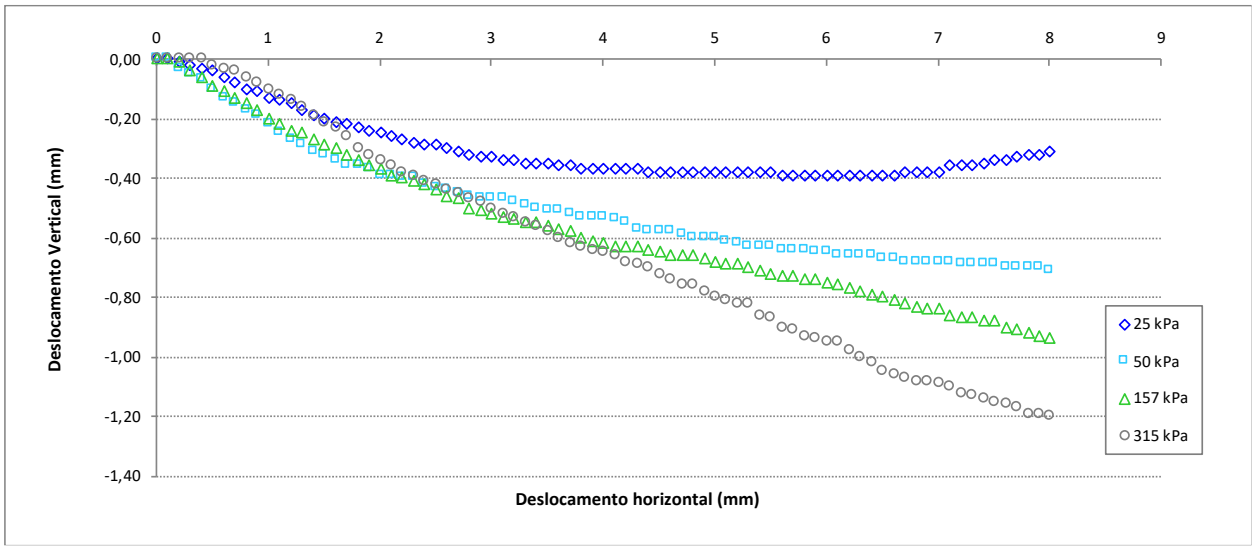


Figura 7.14 - Curvas deslocamento horizontal x deslocamento vertical das amostras do bloco 2 inundadas

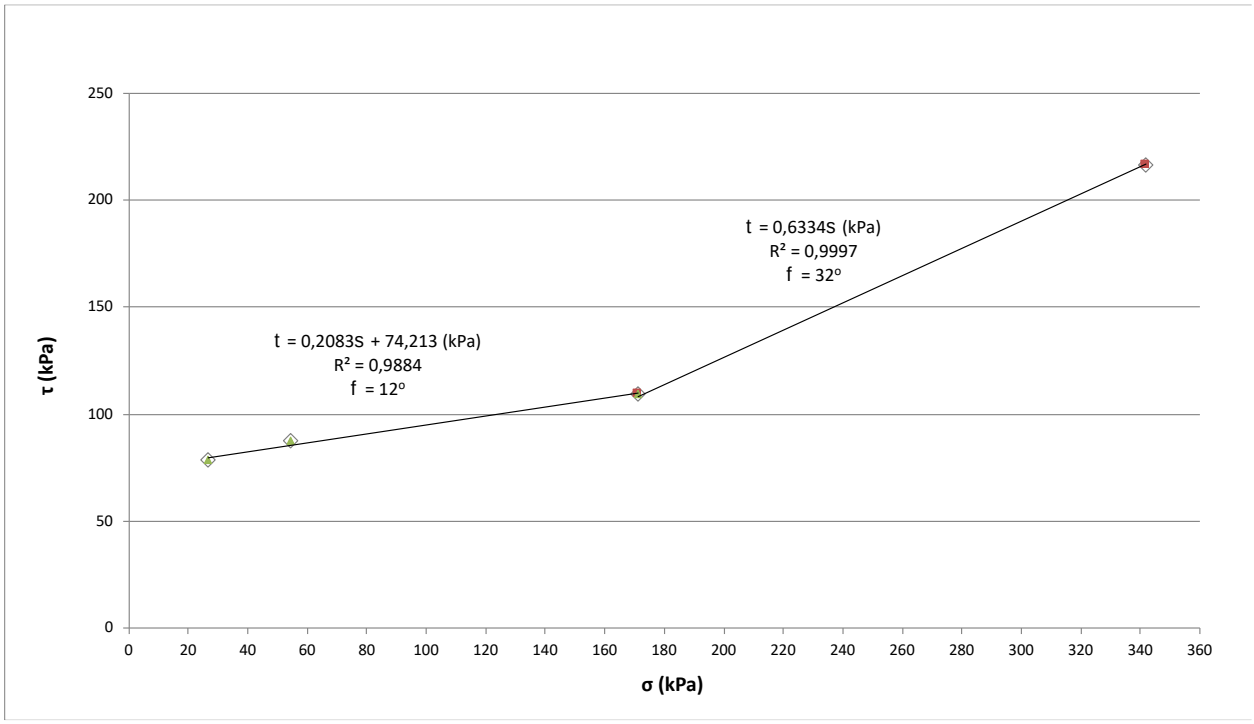


Figura 7.15 - Envoltórias de resistência do solo do bloco 2

Os resultados dos ensaios indicam que o solo da região do bloco 2 apresenta uma tensão de sobre-adensamento da ordem de 179 kPa, caracterizada pela intercessão entre as envoltórias do domínio normalmente adensado e do domínio sobre-adensado.

7.2.3. Resistência ao Cisalhamento do Material de Empréstimo Compactado na Umidade Ótima e Energia Proctor Normal

A partir da especificação da compactação do material da área de empréstimo, foram confeccionados 4 corpos de prova na umidade ótima e energia proctor normal, os quais foram submetidos ao ensaio de cisalhamento direto na umidade de compactação. As curvas tensão x deslocamento horizontal e deslocamento vertical x deslocamento horizontal observadas estão apresentadas abaixo. A envoltória de ruptura alcançada está apresentada na Figura 7.18 subsequente.

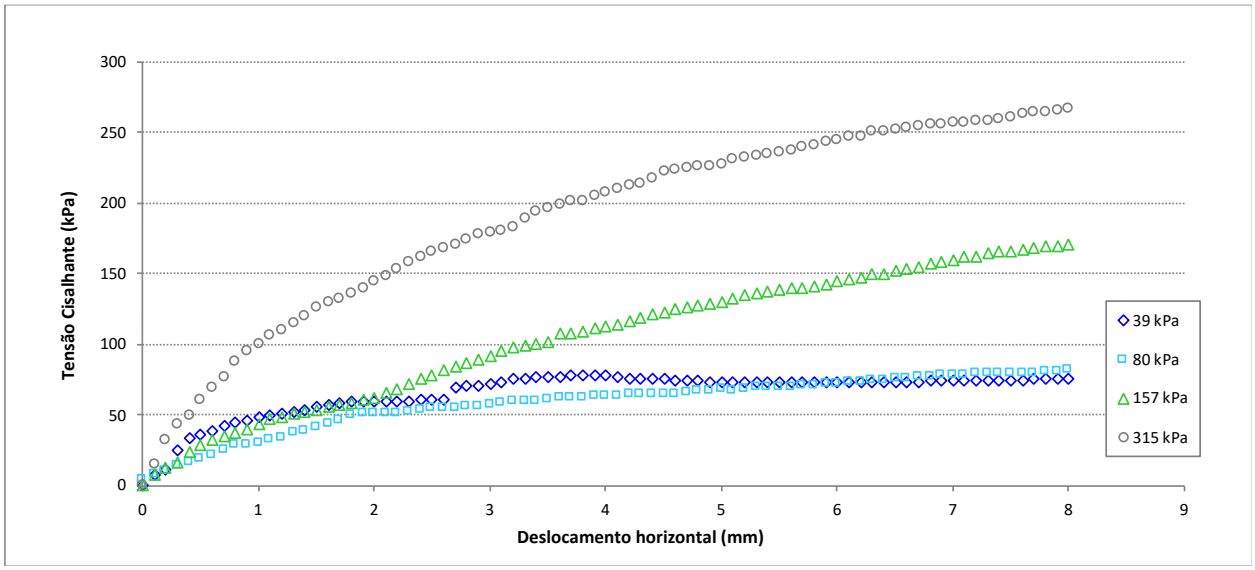


Figura 7.16 - Curvas deslocamento horizontal x deslocamento vertical das amostras do material compactado na umidade ótima

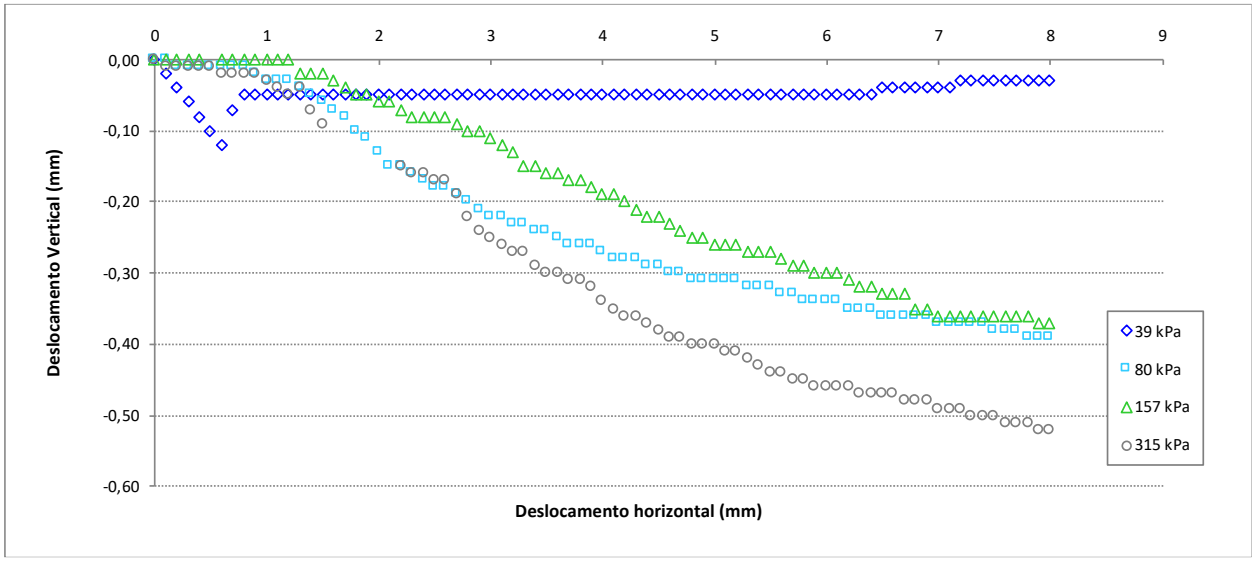


Figura 7.17 - Curvas deslocamento horizontal x deslocamento vertical das amostras de material de empréstimo compactado na umidade ótima

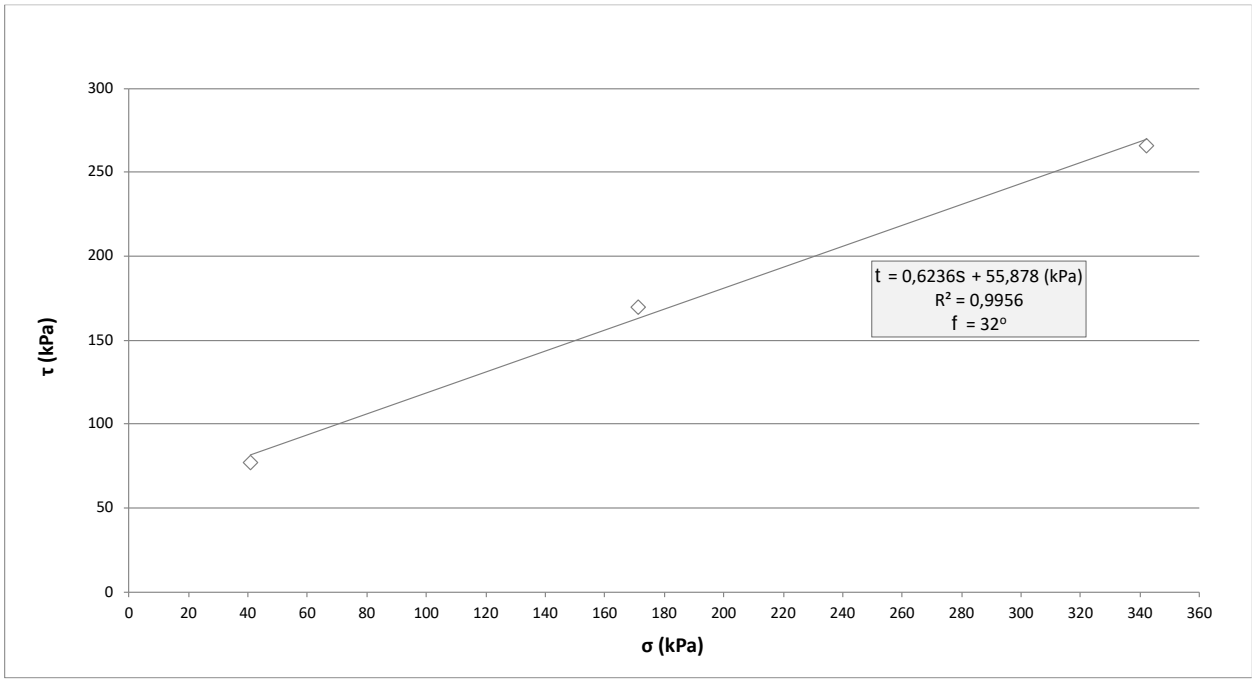


Figura 7.18 - Envoltórias de resistência do solo de empréstimo compactado na umidade ótima

7.2.4. Peso Específico dos Sólidos dos Solos Amostrados

Os resumos de determinação do peso específico dos sólidos dos solos amostrados estão apresentados nas tabelas abaixo.

Tabela 7.5 - Peso específico dos sólidos do solo do bloco 1

DENSIDADE DOS GRÃOS - G			
PICNÔMETRO	**4**	**6**	**10**
TARA PICNÔMETRO	**31.84**	**32.40**	**30.318**
PESO PIC +SOLO	**38.66**	**39.94**	**37.515**
PESO SOLO SECO	6.82	7.53	7.20
PESO PIC + SOLO + ÁGUA	**91.19**	**91.10**	**89.277**
PESO PIC. COM ÁGUA	**86.80**	**86.24**	**84.616**
PESO PIC COM ÁGUA + SOLO SECO	93.62	93.77	91.81
VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO SOLO	2.42	2.68	2.54
TEMPERATURA DA ÁGUA	**26.00**	**26.00**	**26.00**
Y DA ÁGUA	**1.00**	**1.00**	**1.00**
Y DA ÁGUA A 20°	0.9982	0.9982	0.9982
FATOR DE CORREÇÃO	0.9986	0.9986	0.9986
MASSA ESPECÍFICA DO GRÃO DE SOLO	2.810	2.812	2.834
MÉDIA	2.8109		

Tabela 7.6 - Peso específico dos sólidos do solo do bloco 2

DENSIDADE DOS GRÃOS - G			
PICNÔMETRO	**4**	**6**	**10**
TARA PICNÔMETRO	**57.10**	**31.84**	**30.319**
PESO PIC +SOLO	**65.35**	**38.64**	**38.85**
PESO SOLO SECO	8.26	6.79	8.53
PESO PIC + SOLO + ÁGUA	**167.95**	**91.28**	**90.258**
PESO PIC. COM ÁGUA	**162.49**	**86.78**	**84.614**
PESO PIC COM ÁGUA + SOLO SECO	170.74	93.57	93.15
VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO SOLO	2.79	2.30	2.89
TEMPERATURA DA ÁGUA	**23.00**	**23.00**	**23.00**
Y DA ÁGUA	**1.00**	**1.00**	**1.00**
Y DA ÁGUA A 20°	0.9982	0.9982	0.9982
FATOR DE CORREÇÃO	0.9994	0.9994	0.9994
MASSA ESPECÍFICA DO GRÃO DE SOLO	2.956	2.955	2.953
MÉDIA	2.9552		

7.2.5. Características de Compactação do Solo da Jazida

As amostras coletadas na área da jazida para fornecimento de material para os aterros necessários para adequação da faixa de pista foram quarteadas e posteriormente homogeneizadas. Subsequentemente, procedeu-se com os ensaios de compactação nas energias Proctor normal e Proctor modificado, definindo-se a linha de ótimos do solo. Apresenta-se na Figura 7.19, as respectivas curvas de compactação e a linha de ótimos definida para o solo.

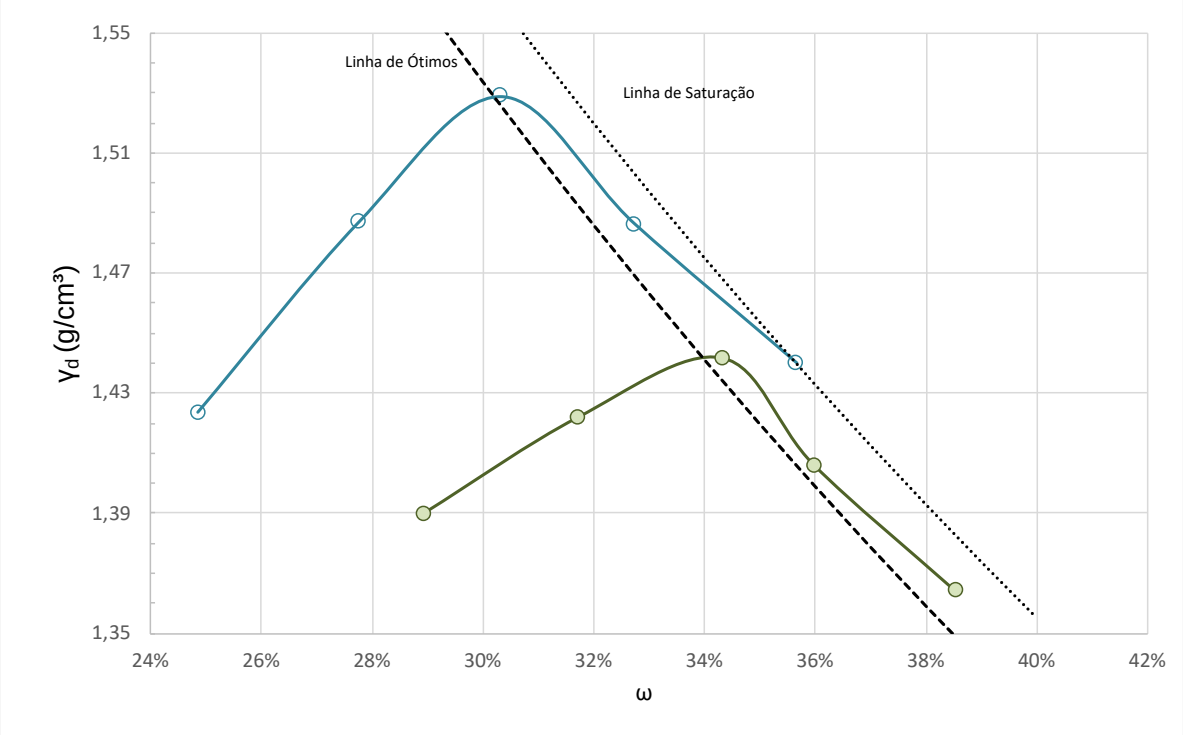


Figura 7.19 - Curvas de compactação do material da região de empréstimo

Os resultados indicam que a umidade ótima variará entre 30.5% para a energia Proctor modificado e 33.9% para a energia Proctor normal. Os resumos dos pesos específicos avaliados para ambas as curvas estão apresentados nas Tabela 7.7 e Tabela 7. 8.

Tabela 7.7 - Resultados do ensaio de compactação na energia Proctor modificado

PROCTOR MODIFICADO					
MASSA CILINDRO (g)	5695.0	5695.0	5695.0	5695.0	5695.0
DIÂMETRO CILINDRO (cm)	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
ÁREA CILINDRO (cm²)	181.0	181.0	181.0	181.0	181.0
ALTURA CILINDRO (cm)	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
VOLUME CILINDRO (cm³)	2045.1	2045.1	2045.1	2045.1	2045.1
MASSA CILINDRO + SOLO (g)	9330	9580	9770	9730	9690
MASSA SOLO (g)	3635.0	3885.0	4075.0	4035.0	3995.0
MASSA ESPECÍFICA APARENTE (g/cm³)	1.78	1.90	1.99	1.97	1.95
MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA(g/cm³)	1.42	1.49	1.53	1.49	1.44
ID CÁPSULA	17	10	22	7	31
PESO CÁPSULA (g)	13.79	12.56	12.25	12.81	12.63
PESO CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	63.81	47.4	55.49	71.84	65.13
PESO CÁPSULA + SOLO SECO (g)	53.85	39.83	45.43	57.28	51.33
PESO ÁGUA (g)	9.96	7.57	10.06	14.56	13.8
PESO SOLO (g)	40.06	27.27	33.18	44.47	38.7
UMIDADE	24.9%	27.8%	30.3%	32.7%	35.7%

Tabela 7. 8 - Resultados do ensaio de compactação na energia Proctor normal

PROCTOR NORMAL					
MASSA CILINDRO (g)	5695.0	5695.0	5695.0	5695.0	5695.0
DIÂMETRO CILINDRO (cm)	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
ÁREA CILINDRO (cm²)	181.0	181.0	181.0	181.0	181.0
ALTURA CILINDRO (cm)	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
VOLUME CILINDRO (cm³)	2045.1	2045.1	2045.1	2045.1	2045.1
MASSA CILINDRO + SOLO (g)	9360	9525	9655	9605	9560
MASSA SOLO (g)	3665.0	3830.0	3960.0	3910.0	3865.0
MASSA ESPECÍFICA APARENTE (g/cm³)	1.79	1.87	1.94	1.91	1.89
MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA(g/cm³)	1.39	1.42	1.44	1.41	1.36
ID CÁPSULA	76	11	18	22	10
PESO CÁPSULA (g)	7.2	12.95	12.17	12.23	13.1
PESO CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	44.36	67.47	43.32	62.22	71.15
PESO CÁPSULA + SOLO SECO (g)	36.02	54.34	35.36	48.99	55
PESO ÁGUA (g)	8.34	13.13	7.96	13.23	16.15
PESO SOLO (g)	28.82	41.39	23.19	36.76	41.9
UMIDADE	28.9%	31.7%	34.3%	36.0%	38.5%

Devido às características do material da área de empréstimo, a dispersão máxima na umidade de compactação material no campo não deverá exceder 1%. Devido às características do solo ser naturalmente estruturado, deve-se proceder com um grau de

compactação mínimo igual a 100% da energia Proctor normal, sem ultrapassar a energia de Proctor intermediária. As curvas tensão cisalhante x deslocamento horizontal obtidas a partir de amostras inundadas do solo compactado na umidade ótima estão apresentados abaixo.

7.2.6. Resultados dos Ensaios de Adensamento

A curva índice de vazios x tensão efetiva vertical do ensaio edométrico realizado em amostra indeformada do bloco 1 está apresentado na figura abaixo.

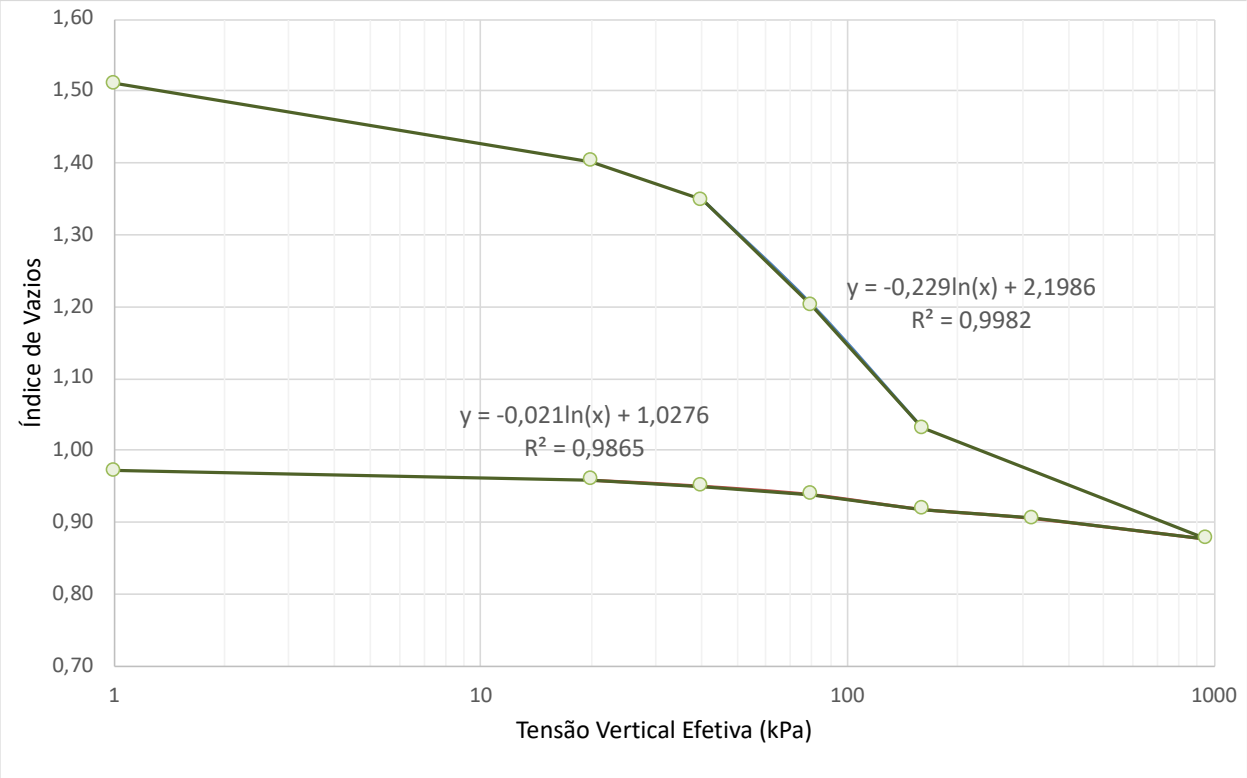


Figura 7.20 - Curva de consolidação uniaxial de amostra indeformada do bloco 1

Os parâmetros de deformação do solo do bloco 1 estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 7.9 - Resultados do ensaio edométrico com amostra indeformada do bloco 1

e	1.51	1.40	1.35	1.20	1.03	0.88
a_v (1/kPa)		-0.0057	-0.0027	-0.00368	-0.00213	-0.00019
m_v (1/kPa)		-0.0023	-0.0011	-0.00157	-0.00097	-9.4E-05
E_{Edo} (kPa)		441.86	897.19	637.95	1031.76	10583.31

Tabela 7.10 - Índices de compressão e de recompressão do ensaio edométrico com amostra indeformada do bloco 1

Cc	-0.528
Cr	-0.0456

A curva de compressão edométrica do material do bloco 2 está apresentada na figura abaixo.

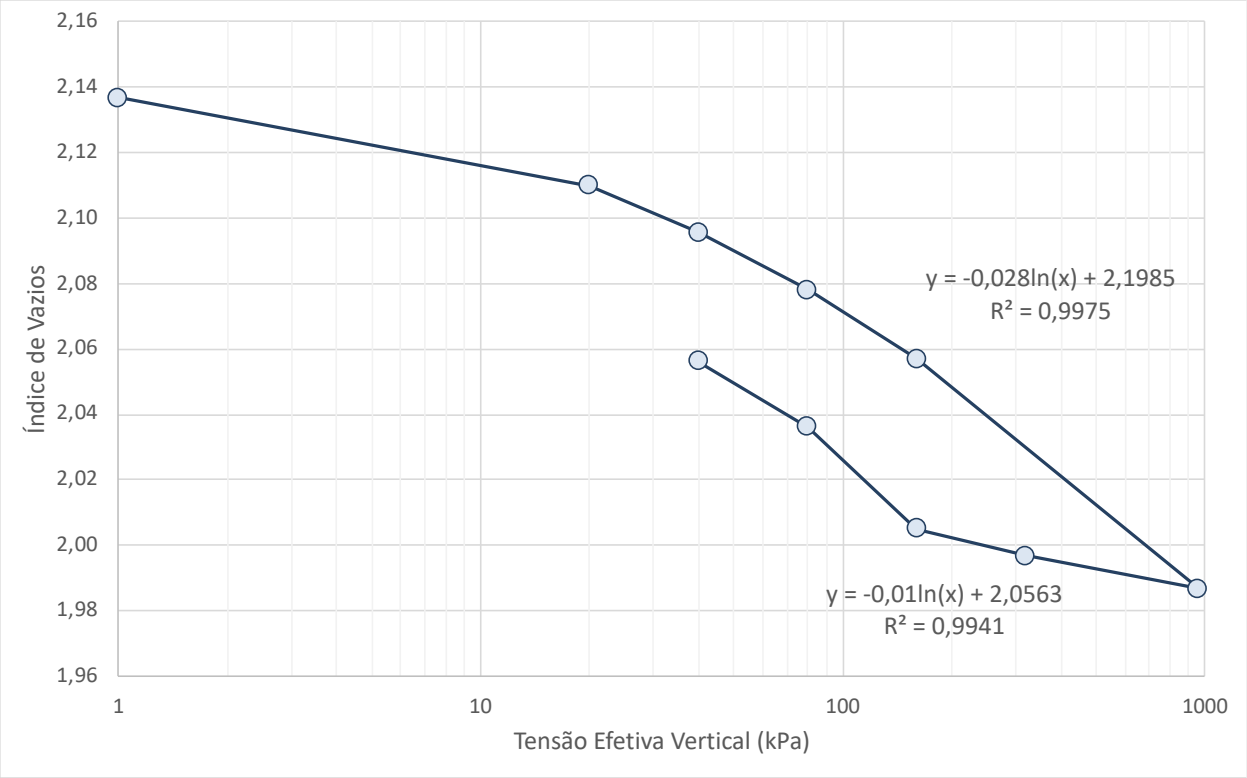


Figura 7.21 - Curva de compressão edométrica de amostra indeformada do bloco 2

Os parâmetros de deformação do material do bloco 2 estão apresentados nas tabelas abaixo.

Tabela 7. 11 - Resultados do ensaio edométrico com amostra indeformada do bloco 2

e	2.14	2.11	2.10	2.08	2.06	1.99
a_v (1/kPa)		-1.41E-03	-7.11E-04	-4.39E-04	-2.61E-04	-8.81E-05
m_v (1/kPa)		-4.49E-04	-2.29E-04	-1.42E-04	-8.49E-05	-2.88E-05
E_{Edo} (kPa)		2225.75	4372.51	7046.93	11771.64	34709.55

Tabela 7. 12 - Índices de compressão e de recompressão do ensaio edométrico com amostra indeformada do bloco 2

Cc	-0.064
Cr	-0.023

A curva edométrica do material de empréstimo compactado na umidade ótima está apresentada na figura abaixo.

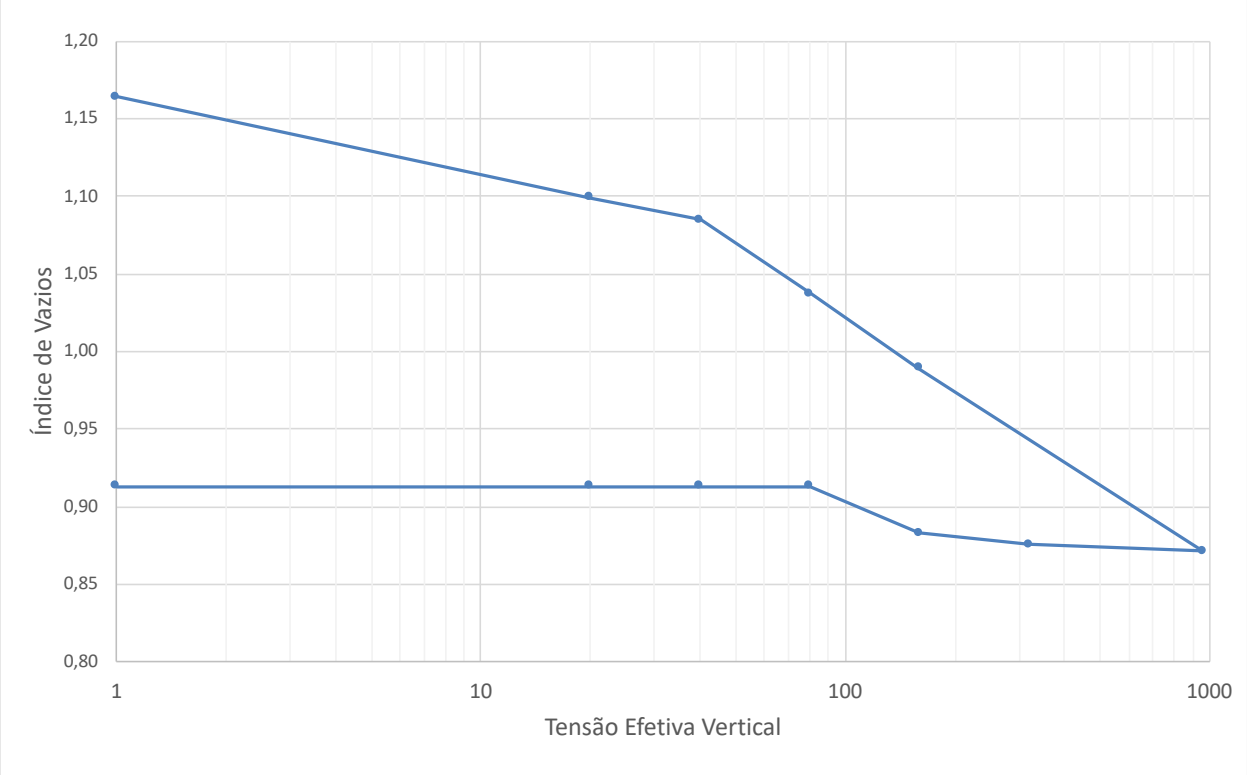


Figura 7.22 - Curva de compressão edométrica do material de empréstimo compactado na umidade ótima

Os parâmetros de deformação do material compactado estão indicados na tabela abaixo.

Tabela 7.13 - Resultados do ensaio edométrico com material de empréstimo compactado na ótima

e	1.16	1.11	1.10	1.05	1.01	0.91	0.915	0.922	0.948
a_v (1/kPa)		-0.003	-0.000613	-0.00103	-0.00051	-0.00013	-5.7E-06	-4.1E-05	-3.25E-04
m_v (1/kPa)		-0.0014	-0.000291	-0.00049	-0.00025	-6.3E-05	-3E-06	-2.1E-05	-1.69E-04
E_{Edo} (kPa)		730.77	3437.65	2038.60	3997.19	15795.87	3.38E+05	47200.00	5920.00

Tabela 7.14 - Índices de compressão e de recompressão do ensaio edométrico do material de empréstimo compactado na ótima

Cc	-0.137
Cr	-0.0302

7.2.7. Estimativa da Condutividade Hidráulica Saturada do Material do Bloco 1

A condutividade hidráulica saturada do material do bloco 1 foi estimada a partir de ensaio em permeâmetro de carga variável durante o ensaio de adensamento do mesmo bloco através da formulação apresentada abaixo.

$$k_{sat} = \frac{aH}{A} ln \left|\frac{C - h_1}{C - h_0}\right| \frac{1}{(t_1 - t_0)}$$

Onde a é a área da seção transversal da bureta de precisão, H é a altura da amostra ensaiada, A é a área da seção transversal da amostra ensaiada, C é a altura da lâmina d'água ne célula edométrica, h_0 e h_1 são as alturas de coluna d'água inicial e final quando da medição da condutividade hidráulica do solo nos respectivos tempos t_0 e t_1.

Apresenta-se a seguir, os resultados de condutividade hidráulica saturada em função da tensão efetiva vertical aplicada em cada estágio do ensaio edométrico.

Tabela 7.15 - Resumo da condutividade hidráulica saturada do bloco 1

a	0.1	cm^2				
A	38.48	cm^2				
C	3	cm				
s'_v (kPa)	**0**	**20**	**40**	**80**	**160**	**958**
H(cm)	3.000	2.871	2.807	2.631	2.427	2.244
DH (mm)	-	-1.290	-0.640	-1.760	-2.040	-1.830
h0 (cm)	-	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
hfinal (cm)	-	45.5	45.5	49.4	49.8	50.0
Dt (minutos)	-	2	27	30	60	90
k_{sat} (cm/min)	-	-3.75E-04	-2.72E-05	-2.93E-06	-5.61E-07	-1.38E-09
k_{sat} (cm/s)		-6.26E-06	-4.53E-07	-4.88E-08	-9.34E-09	-2.30E-11
k_{sat} (m/h)		-2.25E-04	-1.63E-05	-1.76E-06	-3.36E-07	-8.27E-10

Tabela 7.16 - Resumo da condutividade hidráulica saturada do material compactado

a	0.1	cm^2				
A	38.48	cm^2				
C	3	cm				
s'_v (kPa)	**0**	**20**	**40**	**80**	**160**	**958**
H(cm)	3.000	2.922	2.905	2.848	2.791	2.650
DH (mm)	-	-0.780	-0.170	-0.570	-0.570	-1.410
h0 (cm)	-	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
hfinal (cm)	-	48.6	49.1	49.8	49.9	50.0
Dt (minutos)	-	30	30	30	30	30
k_{sat} (cm/min)	-	-7.65E-06	-4.86E-06	-1.32E-06	-5.15E-07	-4.88E-09
k_{sat} (cm/s)		-1.28E-07	-8.11E-08	-2.19E-08	-8.58E-09	-8.14E-11
k_{sat} (m/h)		-4.59E-06	-2.92E-06	-7.89E-07	-3.09E-07	-2.93E-09

7.2.8. Estimativa da Curva de Retenção de Umidade do Solo

A curva de retenção de umidade do solo (CRUS) de campo foi determinada através da técnica do papel filtro. Foram moldadas 6 (seis) amostras indeformadas de solo do bloco 1. Uma amostra foi montada na umidade natural. Três amostras foram submetidas a um processo de umedecimento gradual enquanto que outras 2 amostras foram submetidas a um processo de secagem ao ar. Todas as amostras foram montadas de modo a serem medidos os potenciais total e matricial. Apresentam-se na figura abaixo, a curva de campo obtida após 23 dias de equalização dos potenciais do solo e do papel filtro.

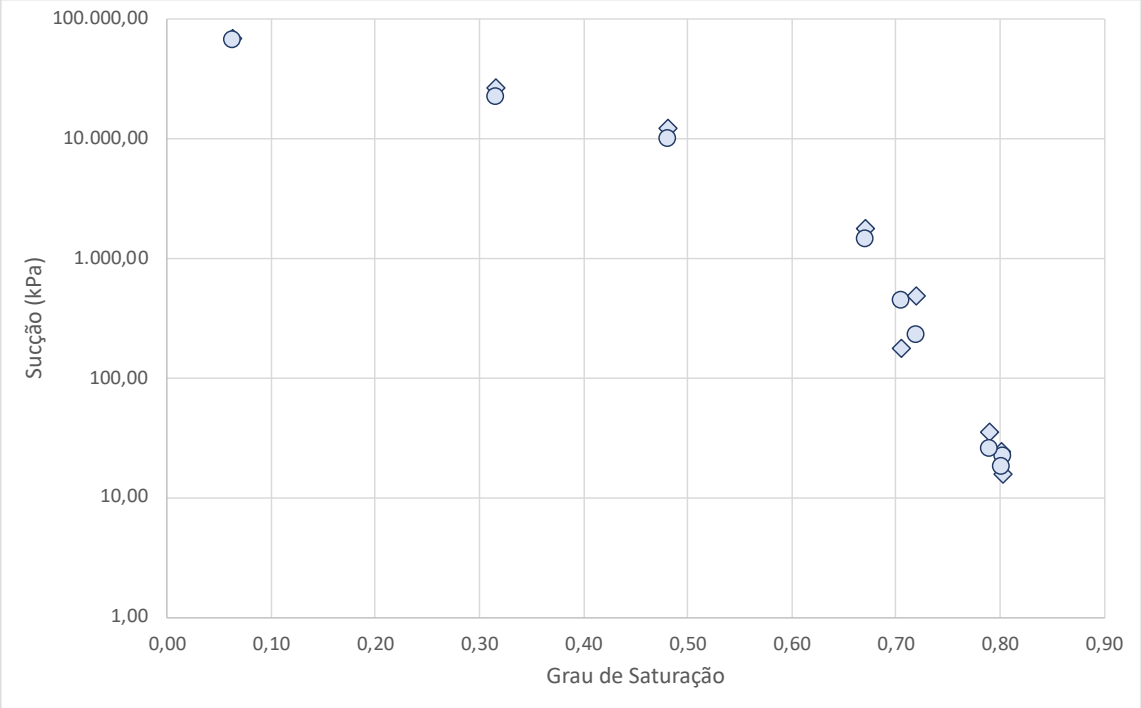


Figura 7.23 - Curva de retenção de umidade do solo (curva de campo) do bloco 1

7.2.9. Estimativa dos Potenciais Totais e Matriciais

Os potenciais matriciais e totais das amostras não saturadas foram estimados usando-se o método do papel filtro aplicado às amostras ao final do cisalhamento. Adotou-se um período de equalização do potencial igual a 15 dias e a curva de calibração proposta por Chandler (1992) para estimativa da magnitude dos potenciais. Apresentam-se a seguir, as magnitudes dos potenciais aferidas após o cisalhamento das amostras do bloco 1.

Tabela 7.17 - Potenciais matricial e total do ensaio de cisalhamento direto adensado para 40 kPa

Potencial	Peso úmido (g)	Peso seco (g)	Peso água (g)	ω	Sucção Chandler (1992)
Matricial 1	0.2075 g	0.1527 g	0.0548 g	35.89 %	156.22 kPa
Matricial 2	0.2153 g	0.1545 g	0.0608 g	39.35 %	124.30 kPa
Matricial 3	0.2297 g	0.1604 g	0.0693 g	43.20 %	98.60 kPa
Total 1	0.2055 g	0.1558 g	0.0497 g	31.90 %	209.22 kPa
Total 2	0.2091 g	0.1607 g	0.0484 g	30.12 %	241.27 kPa

Tabela 7.18 - Potenciais matricial e total do ensaio de cisalhamento direto adensado para 80 kPa

Potencial	Peso úmido (g)	Peso seco (g)	Peso água (g)	ω	Sucção Chandler (1992)
Matricial 1	0.2188 g	0.1570 g	0.0618 g	39.36 %	124.22 kPa
Matricial 2	0.2211 g	0.1540 g	0.0671 g	43.57 %	96.56 kPa
Matricial 3	0.2302 g	0.1664 g	0.0638 g	38.34 %	132.59 kPa
Total 1	0.2073 g	0.1516 g	0.0557 g	36.74 %	147.37 kPa
Total 2	0.2121 g	0.1534 g	0.0587 g	38.27 %	133.24 kPa

Tabela 7.19 - Potenciais matricial e total do ensaio de cisalhamento direto adensado para 160 kPa

Potencial	Peso úmido (g)	Peso seco (g)	Peso água (g)	ω	Sucção Chandler (1992)
Matricial 1	0.2230 g	0.1610 g	0.0620 g	38.51 %	131.16 kPa
Matricial 2	0.2229 g	0.1592 g	0.0637 g	40.01 %	119.28 kPa
Matricial 3	0.2240 g	0.1567 g	0.0673 g	42.95 %	100.07 kPa
Total 1	0.2065 g	0.1544 g	0.0521 g	33.74 %	182.01 kPa
Total 2	0.2117 g	0.1570 g	0.0547 g	34.84 %	168.12 kPa

Tabela 7.20 - Potenciais matricial e total do ensaio de cisalhamento direto adensado para 320 kPa

Potencial	Peso úmido (g)	Peso seco (g)	Peso água (g)	ω	Sucção Chandler (1992)
Matricial 1	0.2264 g	0.1595 g	0.0669 g	41.94 %	106.12 kPa
Matricial 2	0.2285 g	0.1596 g	0.0689 g	43.17 %	98.80 kPa
Matricial 3	0.2267 g	0.1533 g	0.0734 g	47.88 %	76.42 kPa
Total 1	0.2129 g	0.1566 g	0.0563 g	35.95 %	155.53 kPa
Total 2	0.2201 g	0.1603 g	0.0598 g	37.31 %	141.91 kPa

7.2.10. Análises Granulométricas

Foram realizados ensaios de granulometria conjunta em amostras dos blocos 1 e 2 e em duas amostras extraídas da região da jazida. As curvas de granulometria estão indicadas abaixo.

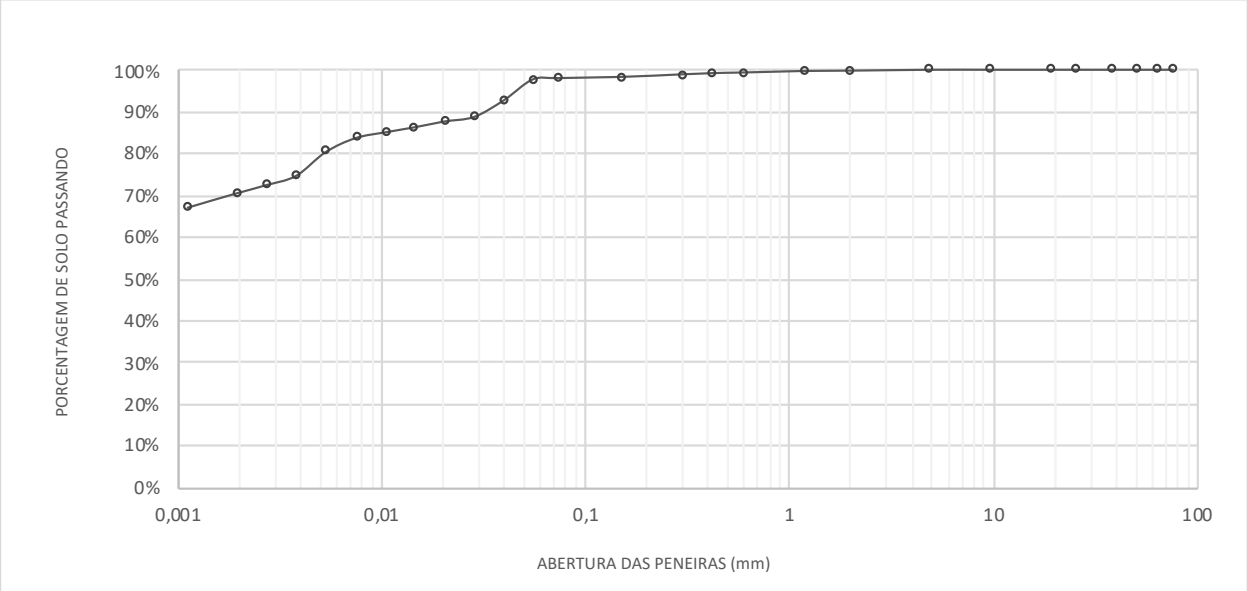


Figura 7.24 - Curva granulométrica do solo do bloco 1

Tabela 7.21 - Distribuição granulométrica da amostra de solo do bloco 1

RESUMO DA GRANULOMETRIA - PORCENTAGENS EM RELAÇÃO À AMOSTRA TOTAL DE SOLO ANALISADA					
ARGILA	SILTE	AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	PEDREGULHO
70.7%	27.1%	1.1%	0.5%	0.4%	0.2%

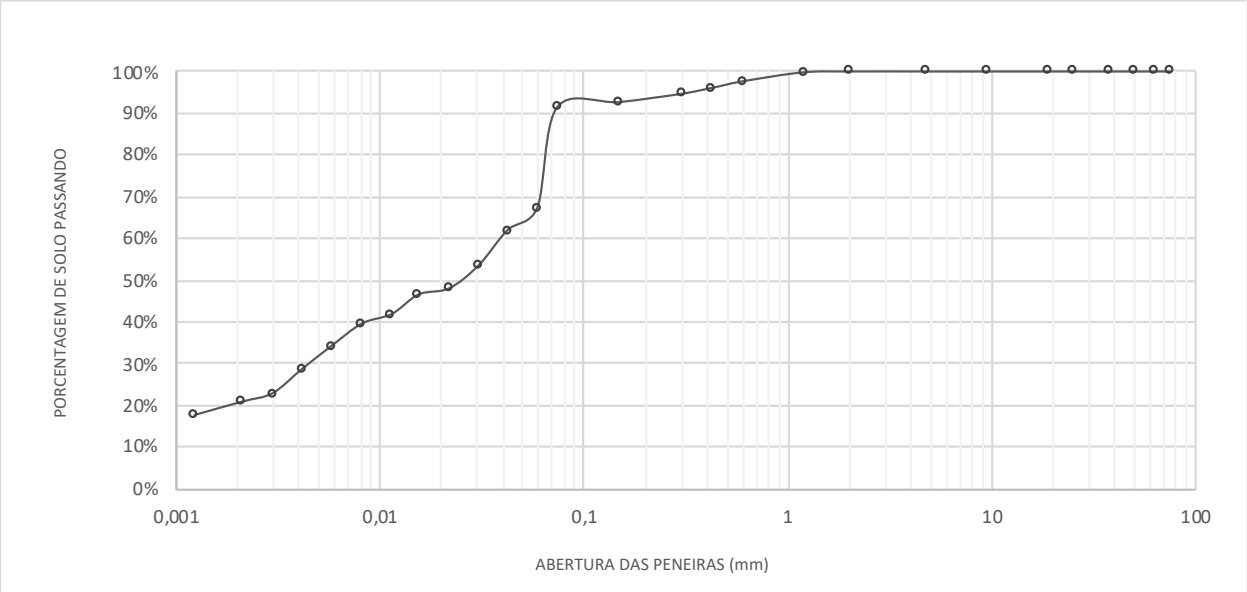


Figura 7.25 - Curva granulométrica do solo do bloco 2

Tabela 7.22 - Distribuição granulométrica da amostra de solo do bloco 2

RESUMO DA GRANULOMETRIA - PORCENTAGENS EM RELAÇÃO À AMOSTRA TOTAL DE SOLO ANALISADA					
ARGILA	SILTE	AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	PEDREGULHO
20.8%	46.5%	27.4%	3.0%	2.4%	0.0%

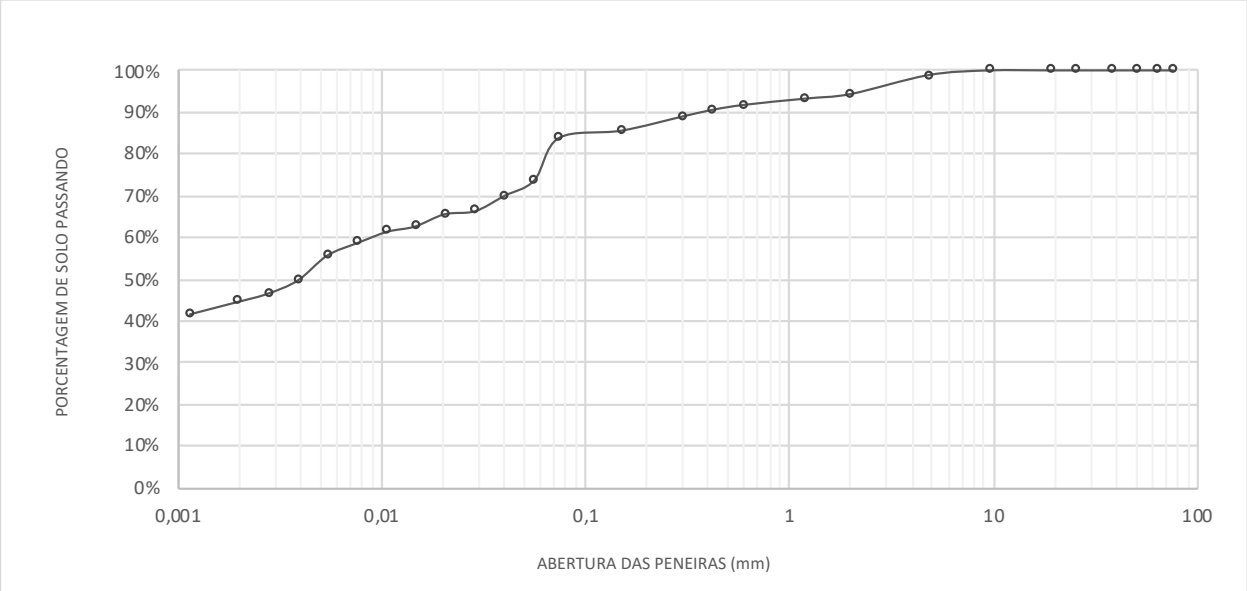


Figura 7.26 - Curva granulométrica da amostra 1 do material de empréstimo

Tabela 7.23 - Distribuição granulométrica da amostra 1 do material de empréstimo

RESUMO DA GRANULOMETRIA - PORCENTAGENS EM RELAÇÃO À AMOSTRA TOTAL DE SOLO ANALISADA					
ARGILA	SILTE	AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	PEDREGULHO
44.8%	29.0%	15.2%	2.8%	2.6%	5.6%

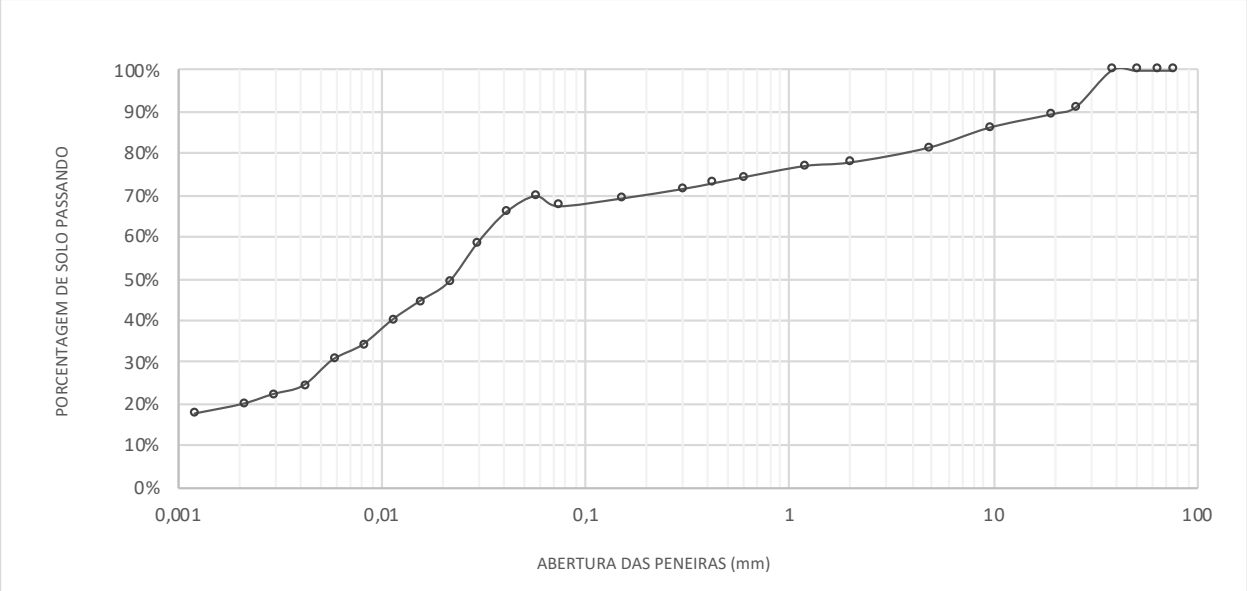


Figura 7.27 - Curva granulométrica da amostra 2 do material de empréstimo

Tabela 7.24 - Distribuição granulométrica da amostra 2 do material de empréstimo

RESUMO DA GRANULOMETRIA - PORCENTAGENS EM RELAÇÃO À AMOSTRA TOTAL DE SOLO ANALISADA					
ARGILA	SILTE	AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	PEDREGULHO
19.9%	49.9%	1.7%	2.8%	3.5%	20.4%

7.2.11. Limites de Atterberg

Os limites de liquidez e de plasticidade dos solos dos blocos 1 e 2 e das amostras coletadas na jazida estão apresentados abaixo.

Tabela 7.25 - Determinação do limite de liquidez do solo do bloco 1

LIMITE DE LIQUIDEZ - BLOCO 1					
ID DA CÁPSULA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PESO DA CÁPSULA	7.2	7.2	7.21	7.19	7.21
PESO DA CÁPSULA + SOLO UMIDO	12.54	12.18	12.62	14.25	13.41
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	15.11	15.77	15.80	15.38	14.7
PESO DE SOLO SECO	7.91	8.57	8.59	8.19	7.49
PESO DE ÁGUA	-2.57	-3.59	-3.18	-1.13	-1.29
UMIDADE	-32.49%	-41.89%	-37.02%	-13.80%	-17.22%
NUMERO DE GOLPES	34	27	23	19	14

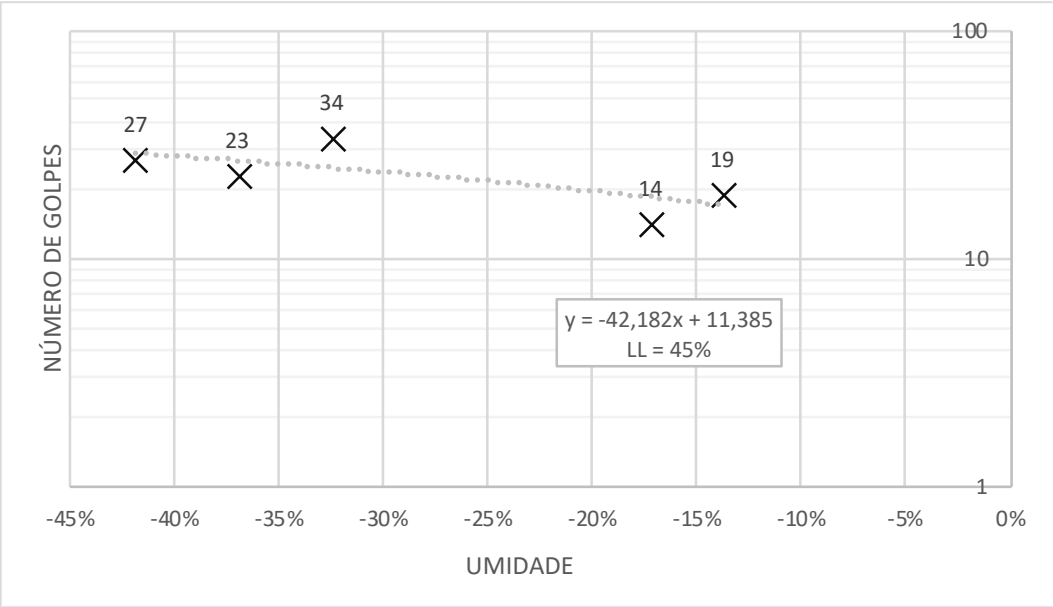


Figura 7.28 - Gráfico número de golpes x umidade gravimétrica para determinação do limite de liquidez do solo do bloco 1

Tabela 7.26 - Determinação do limite de plasticidade do solo do bloco 1

LIMITE DE PLASTICIDADE - BLOCO 1					
ID DA CÁPSULA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PESO DA CÁPSULA	7.18	7.18	7.22	7.2	7.19
PESO DA CÁPSULA + SOLO UMIDO	9.01	9.26	9.22	9.34	9.18
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	8.53	8.73	8.71	8.79	8.65
PESO DE SOLO SECO	1.35	1.55	1.49	1.59	1.46
PESO DE ÁGUA	0.48	0.53	0.51	0.55	0.53
UMIDADE	35.56%	34.19%	34.23%	34.59%	36.30%
UMIDADE MÉDIA	34.97%				
5% DA MÉDIA DE UMIDADES	1.75%				
DIFERENÇA	0.58%	0.78%	0.75%	0.38%	1.33%
VERIFICAÇÃO	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**
UMIDADES SATISFATÓRIAS	35.56%	-	34.23%	34.59%	36.30%
PELO MENOS 3	OK				
MÉDIAS DE UMIDADES SATISFATÓRIAS	**35%**				

Tabela 7.27 - Determinação do limite de liquidez do solo do bloco 2

LIMITE DE LIQUIDEZ - BLOCO 2					
ID DA CÁPSULA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PESO DA CÁPSULA	7.23	7.19	7.18	7.2	12.5
PESO DA CÁPSULA + SOLO UMIDO	10.46	11.9	12.14	11.14	17.71
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	9.36	10.25	10.35	9.70	15.76
PESO DE SOLO SECO	2.13	3.06	3.17	2.50	3.26
PESO DE ÁGUA	1.10	1.65	1.79	1.44	1.95
UMIDADE	51.64%	53.92%	56.47%	57.60%	59.82%
NUMERO DE GOLPES	38	32	23	16	11

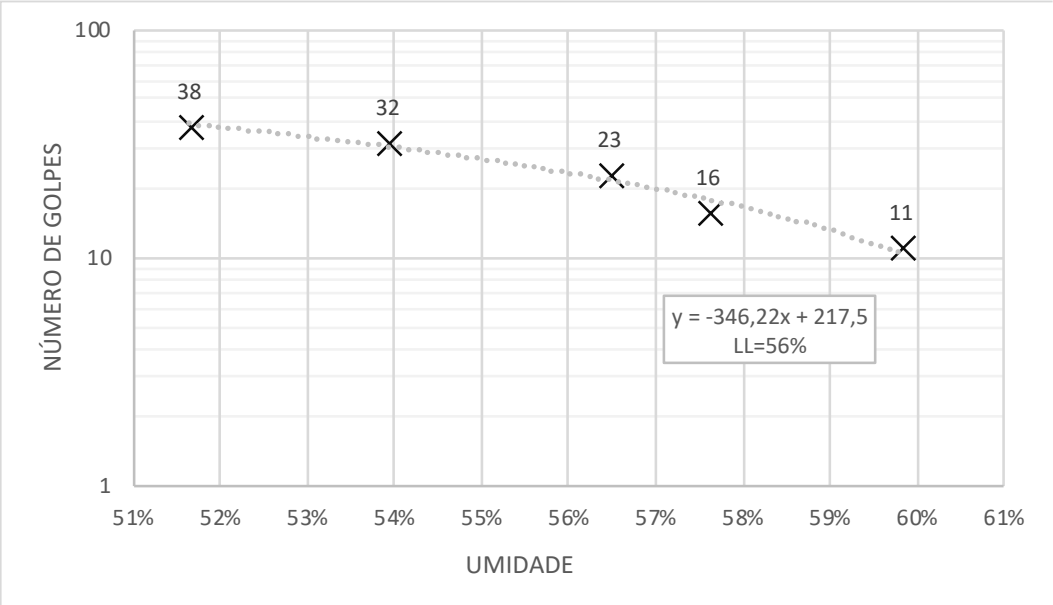


Figura 7.29 - Gráfico número de golpes x umidade gravimétrica para determinação do limite de liquidez do solo do bloco 2

Tabela 7.28 - Determinação do limite de plasticidade do solo do bloco 2

LIMITE DE PLASTICIDADE - BLOCO 2					
ID DA CÁPSULA	1	2	3	4	5
PESO DA CÁPSULA	7.16	7.18	7.14	7.18	7.21
PESO DA CÁPSULA + SOLO UMIDO	8.54	8.69	8.16	8.59	9.19
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	8.24	8.36	7.95	8.29	8.77
PESO DE SOLO SECO	1.08	1.18	0.81	1.11	1.56
PESO DE ÁGUA	0.30	0.33	0.21	0.30	0.42
UMIDADE	27.78%	27.97%	25.93%	27.03%	26.92%
UMIDADE MÉDIA	27.12%				
5% DA MÉDIA DE UMIDADES	1.36%				
DIFERENÇA	0.65%	0.84%	1.20%	0.10%	0.20%
VERIFICAÇÃO	OK	OK	OK	OK	OK
UMIDADES SATISFATÓRIAS	27.78%	-	25.93%	27.03%	26.92%
PELO MENOS 3	OK				
MÉDIAS DE UMIDADES SATISFATÓRIAS	**27%**				

Tabela 7.29 - Determinação do limite de liquidez da amostra 1 do material de empréstimo

LIMITE DE LIQUIDEZ - AMOSTRA 1 DO MATERIAL DE EMPRÉSTIMO					
ID DA CÁPSULA	88	79	80	2	1
PESO DA CÁPSULA	7.18	7.2	7.18	7.19	7.19
PESO DA CÁPSULA + SOLO UMIDO	12.13	12.09	11.63	12.22	12.24
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	10.38	10.32	9.99	10.30	10.26
PESO DE SOLO SECO	3.20	3.12	2.81	3.11	3.07
PESO DE ÁGUA	1.75	1.77	1.64	1.92	1.98
UMIDADE	54.69%	56.73%	58.36%	61.74%	64.50%
NUMERO DE GOLPES	36	30	25	20	15

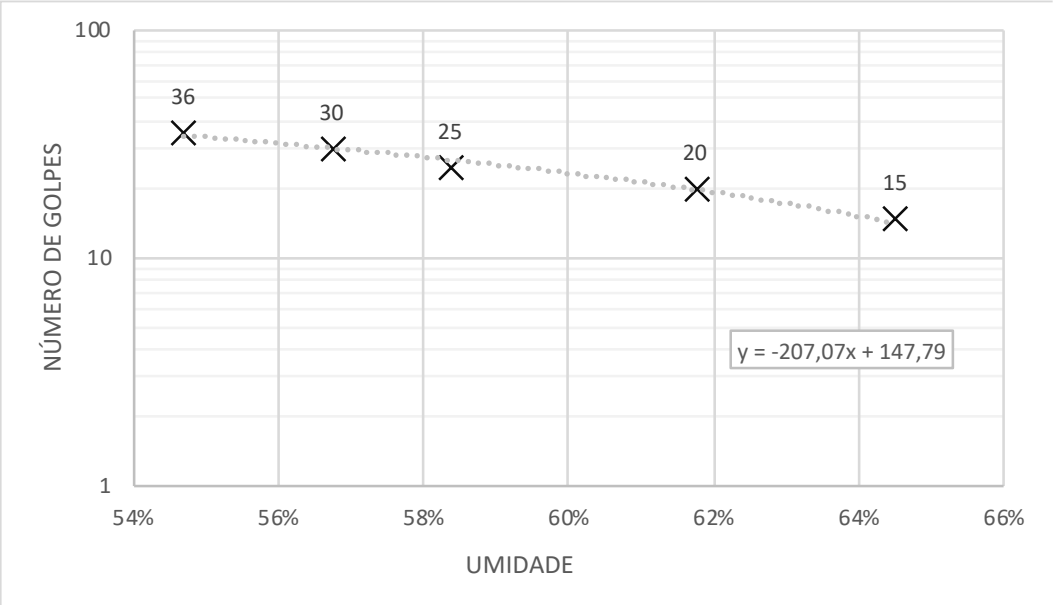


Figura 7.30 - Gráfico número de golpes x umidade gravimétrica para determinação do limite de liquidez da amostra 1 do material de empréstimo

Tabela 7.30 - Determinação do limite de plasticidade da amostra 1 do material de empréstimo

LIMITE DE PLASTICIDADE - AMOSTRA 1 DO MATERIAL DE EMPRÉSTIMO					
ID DA CÁPSULA	1	2	3	4	5
PESO DA CÁPSULA	13.78	12.72	12.39	12.7	12.51
PESO DA CÁPSULA + SOLO UMIDO	16.22	15.23	14.56	14.88	15.01
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	15.52	14.49	13.92	14.24	14.25
PESO DE SOLO SECO	1.74	1.77	1.53	1.54	1.74
PESO DE ÁGUA	0.70	0.74	0.64	0.64	0.76
UMIDADE	40.23%	41.81%	41.83%	41.56%	43.68%
UMIDADE MÉDIA	41.82%				
5% DA MÉDIA DE UMIDADES	2.09%				
DIFERENÇA	1.59%	0.01%	0.01%	0.26%	1.86%
VERIFICAÇÃO	OK	OK	OK	OK	OK
UMIDADES SATISFATÓRIAS	40.23%	-	41.83%	41.56%	43.68%
PELO MENOS 3	OK				
MÉDIAS DE UMIDADES SATISFATÓRIAS	**42%**				

Tabela 7.31 - Determinação do limite de liquidez da amostra 2 do material de empréstimo

LIMITE DE LIQUIDEZ - AMOSTRA 2 DO MATERIAL DE EMPRÉSTIMO					
ID DA CÁPSULA	1	2	3	4	5
PESO DA CÁPSULA	7.2	7.19	7.21	7.23	7.2
PESO DA CÁPSULA + SOLO UMIDO	11.99	12.25	12.05	12.58	11.97
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	10.6	10.71	10.52	10.83	10.32
PESO DE SOLO SECO	3.40	3.52	3.31	3.60	3.12
PESO DE ÁGUA	1.39	1.54	1.53	1.75	1.65
UMIDADE	40.88%	43.75%	46.22%	48.61%	52.88%
NUMERO DE GOLPES	32	28	23	19	14

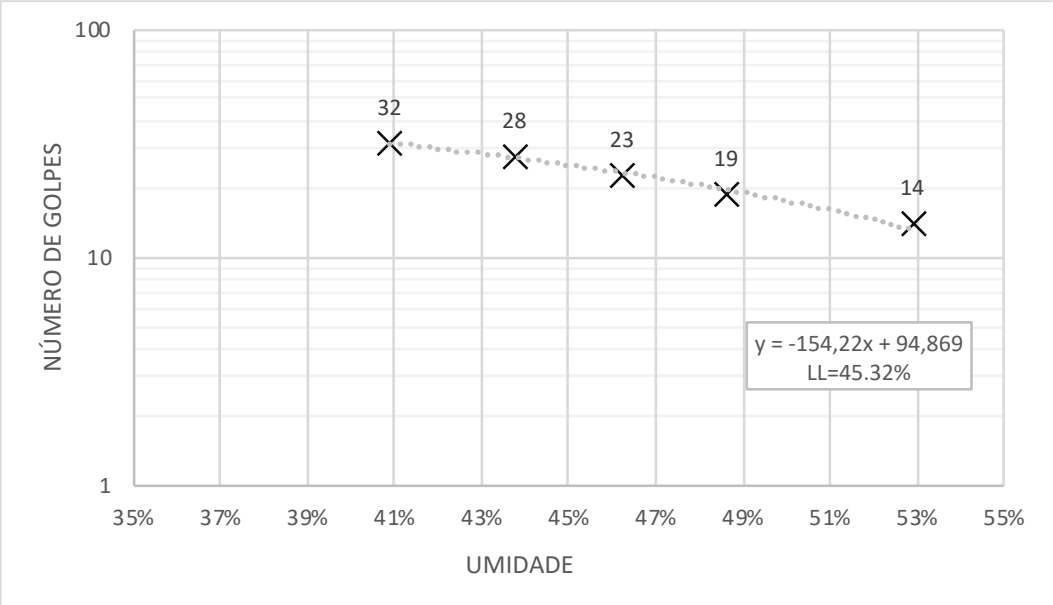


Figura 7.31 - Gráfico número de golpes x umidade gravimétrica para determinação do limite de liquidez da amostra 2 do material de empréstimo

Tabela 7. 32 - Determinação do limite de plasticidade da amostra 2 do material de empréstimo

LIMITE DE PLASTICIDADE - AMOSTRA 2 DO MATERIAL DE EMPRÉSTIMO					
ID DA CÁPSULA	1	2	3	4	5
PESO DA CÁPSULA	7.21	7.21	7.17	7.18	7.18
PESO DA CÁPSULA + SOLO UMIDO	9.19	9.05	9.12	9.1	9.08
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	8.63	8.54	8.55	8.54	8.55
PESO DE SOLO SECO	1.42	1.33	1.38	1.36	1.37
PESO DE ÁGUA	0.56	0.51	0.57	0.56	0.53
UMIDADE	39.44%	38.35%	41.30%	41.18%	38.69%
UMIDADE MÉDIA	39.79%				
5% DA MÉDIA DE UMIDADES	1.99%				
DIFERENÇA	0.35%	1.44%	1.51%	1.39%	1.10%
VERIFICAÇÃO	OK	OK	OK	OK	OK
UMIDADES SATISFATÓRIAS	39.44%	-	41.30%	41.18%	38.69%
PELO MENOS 3	OK				
MÉDIAS DE UMIDADES SATISFATÓRIAS	**40%**				

A classificação unificada dos solos ensaiados está apresentada na tabela abaixo.

Tabela 7.33 - Classificação unificada dos solos amostrados

Amostra de Solo	LL (%)	Classificação Unificada	
Bloco 1	45.0	Argila siltosa inorgânica	**CL**
Bloco 2	56.0	Silte areno-argiloso inorgânico	**MH**
Empréstimo 1	59.0	Argila Siltosa inorgânica	**CH**
Empréstimo 2	45.3	Silte argiloso inorgânico	**ML**

Os resultados da classificação dos solos amostrados indicam que o solo da jazida é um bom solo para uso em aterros, desde que seja garantida a qualidade da compactação do mesmo. Uma vez que os siltes areno-argilosos inorgânicos tendem a apresentar processos erosivos, deve-se proceder com a adoção de um sistema de proteção de face de todos os taludes dos aterros compactados.

7.2.12. Estimativa do CBR do material compactado

Uma vez conhecidas as magnitudes do módulo edométrico e do coeficiente de Poisson do solo, pode-se proceder com a estimativa do Índice de Suporte Califórnia através da adoção da solução analítica para estimativa de recalques de áreas circulares uniformemente carregadas baseada na teoria da elasticidade. Neste caso, a capacidade de suporte do solo é estimada por:

$$\Delta q = \frac{\rho E}{d(1-\nu^2)}$$

Onde Δq denota a capacidade de suporte do solo, ρ o recalque imposto (penetração da agulha de CBR), E o módulo de elasticidade do solo, ν o coeficiente de Poisson do solo

e d o diâmetro da agulha. Uma vez conhecido o ângulo de atrito do solo, pode-se estimar o coeficiente de Poisson do mesmo através da hipótese de equivalência entre as proposições de Jaky (1947) e da teoria da elasticidade para o coeficiente de empuxo no repouso (k_0). Apresenta-se a seguir as estimativas de CBR para as amostras do material de empréstimo compactadas na umidade ótima e energia Proctor normal.

Os resultados indicam que o solo apresentará um CBR de 9.19% quando compactado na umidade ótima e energia Proctor Normal, aumentando para cerca de 27% caso compactado na energia Proctor Modificado.

Tabela 7.34 - Estimativa do CBR do material da área de empréstimo compactado na umidade ótima e energia Proctor Normal

f	32	graus
n	0.32	
$g_d(w_{opt})$	14.4	kN/m^3
g_s	29.6	kN/m^3
$e(w_{opt})$	1.06	
E_{edo}	15795.87	kPa
E	11047.1	kPa
d	0.0496	m
r	2.54E-03	m
r_{flex}	2.59E-03	m
Dq	643.01	kPa
CBR	0.0919 9.19%	

Tabela 7.35 - Estimativa do CBR do material da área de empréstimo compactado na umidade ótima e energia Proctor Modificado

f	32	graus
n	0.32	
$g_d(w_{opt})$	15.3	kN/m^3
g_s	29.6	kN/m^3
$e(w_{opt})$	0.93	
E_{edo}	47200.00	kPa
E	33010.2	kPa
d	0.0496	m
r	2.54E-03	m
r_{flex}	2.59E-03	m
Dq	1921.40	kPa
CBR	0.2745 27.45%	

Os resultados indicam que o grau de compactação mínimo dos aterros deverá atingir, ao menos, 100% do Proctor normal de modo a se garantir as características de resistência e de deformações necessárias para a estabilidade dos taludes. Necessariamente, os aterros deverão ser compactados na energia intermediária.

8. DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO DOS ATERROS REFORÇADOS E NÃO REFORÇADOS

8.1. CRITÉRIO DE COMPACTAÇÃO

O solo utilizado na execução dos aterros compactados (não estruturados) deverá ter um grau de compactação mínimo igual a 100% da energia Proctor normal, correspondente à um CBR de campo mínimo igual a 10%.

O solo utilizado na execução dos aterros estruturados deverá atender a um grau de compactação igual a 100% da energia Proctor intermediário e na umidade ótima correspondente com dispersão de umidade não maior que 1%.

Por fim, os materiais compactados no campo deverão estar inseridos na região hachurada indicada na Figura 8.1.

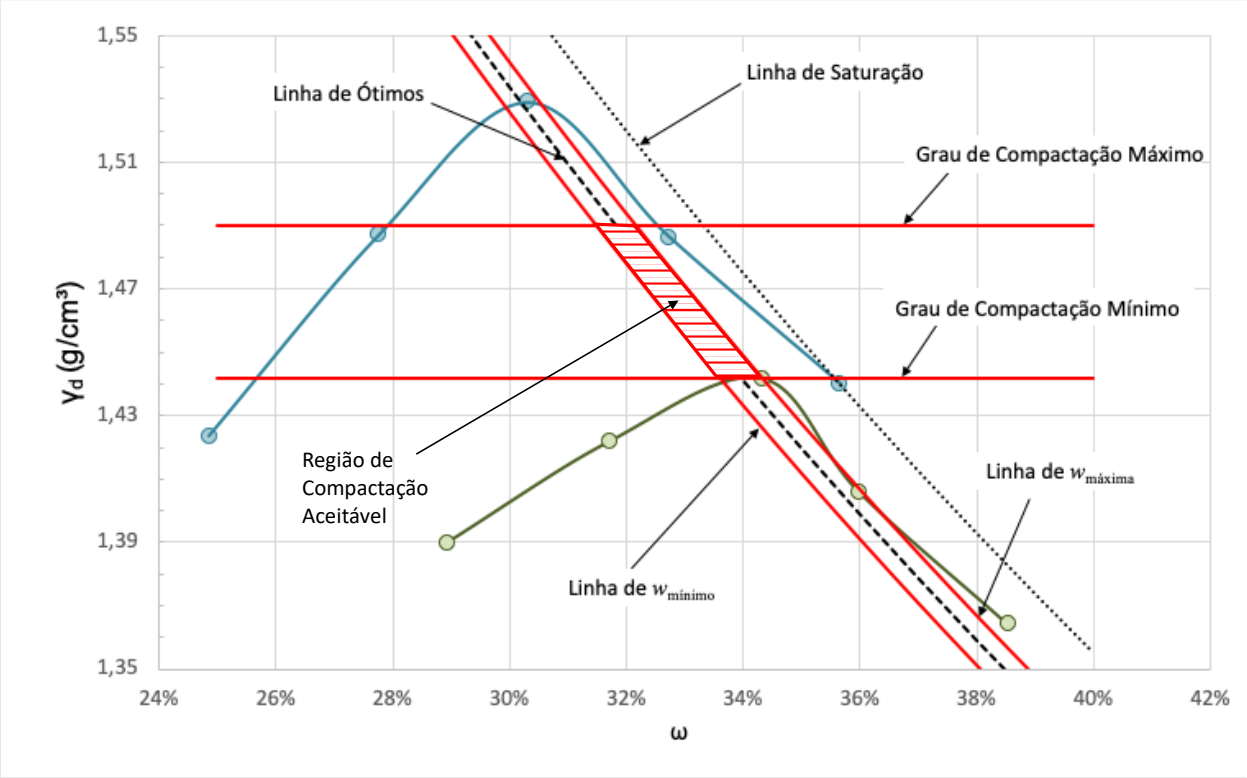


Figura 8.1 - Critério de compactação a ser observado no campo

De modo a simplificar os parâmetros de referência do critério de compactação, apresenta-se na Tabela 8.1 abaixo os valores limites de umidade e peso específico que definem os contornos da zona de compactação aceitável da Figura 8.1.

Tabela 8.1 - Resumo dos parâmetros de compactação do material da área de empréstimo

$g_{d,\ médio}$	14.90 kN/m^3
$g_{d,min}$	14.30 kN/m^3
w_{opt}	0.32
s_{dev} w_{opt}	+/- 1%

8.2. SOBRECARGAS ATUANTES

As sobrecargas atuantes foram definidas considerando um aeroplano modelo ATR-72, cujo peso total pleno é igual a 230 kN, o peso distribuído de um caminhão de emergência e uma sobrecarga de multidão igual a 5kPa. A distribuição das cargas nos trens- de-pouso do ATR-72 estão apresentadas na figura abaixo.

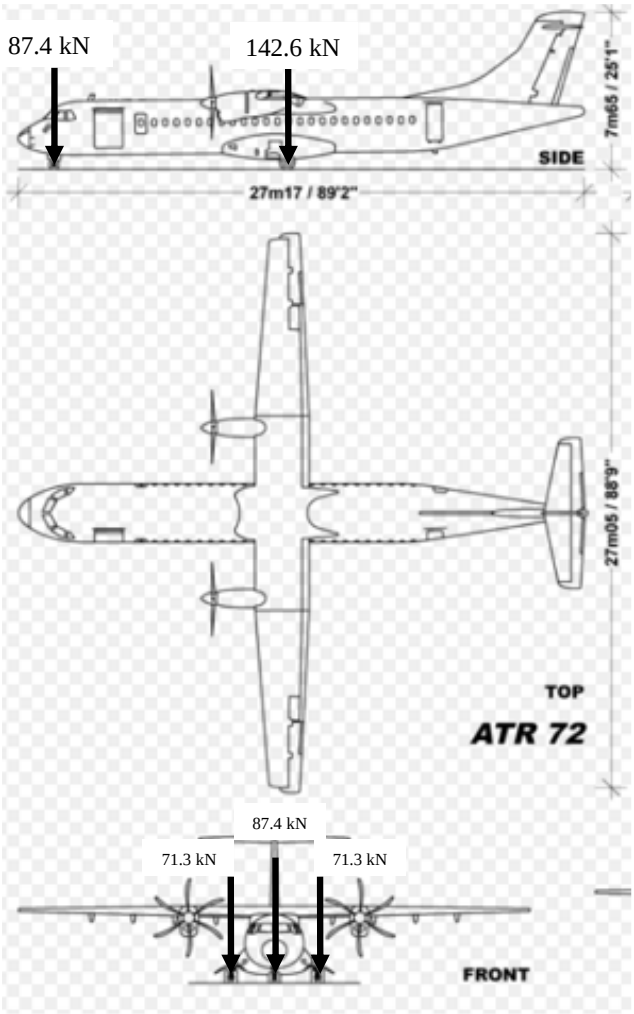


Figura 8.2 - Sobrecarga devido ao aeroplano ATR-72

As cargas de reação do caminhão do corpo de bombeiros estão apresentadas na figura abaixo.

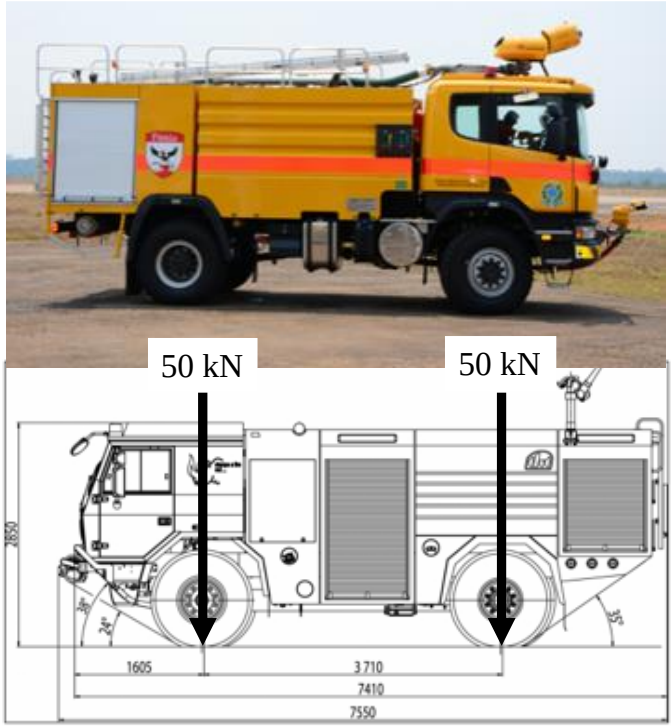


Figura 8.3 - Sobrecarga devido ao caminhão de combate a incêndios

8.3. FATORES DE SEGURANÇA MÍNIMOS

Os fatores de segurança mínimos a serem observados foram definidos baseando-se nos preceitos normativos da NBR 11.682/09. A norma de estabilidade de encostas naturais propõe a definição da magnitude mínima de fator de segurança a partir da matriz de risco de danos ambientais e perdas de vida conforme indicado nas figuras abaixo.

Tabela 1 — Nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas

Nível de segurança	Critérios
Alto	Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego intenso
Médio	Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego moderado
Baixo	Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido

Figura 8.4 - Matriz de risco da NBR 11682/09 versando sobre perdas de vidas humanas

Tabela 2 — Nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais

Nível de segurança	Critérios
Alto	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos
Médio	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados
Baixo	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos

Figura 8.5 - Matriz de risco da NBR 11682/09 versando sobre damos materiais e ambientais

Tabela 3 — Fatores de segurança mínimos para deslizamentos

Nível de segurança contra danos materiais e ambientais \ 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

NOTA 1 No caso de grande variabilidade dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10 %. Alternativamente, pode ser usado o enfoque semiprobabilístico indicado no Anexo D.

NOTA 2 No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, incidindo sobre os parâmetros γ, ϕ, c, em função das incertezas sobre estes parâmetros. O método de cálculo deve ainda considerar um fator de segurança mínimo de 1,1. Este caso deve ser justificado pelo engenheiro civil geotécnico.

NOTA 3 Esta tabela não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e queda ou rolamento de blocos.

Figura 8.6 - Matriz de risco da NBR 11682/09 versando sobre a magnitude mínima do fator de segurança

Uma vez que a faixa de pista é uma área de acesso restrito, o risco de perda de vidas humanas devido à ruptura brusca do talude é baixo. Com relação aos danos ambientais, uma vez que o aeródromo se insere em região rural, o nível de segurança contra danos materiais e ambientais também é baixo. Portanto, nesse cenário a magnitude mínima do fator de segurança quanto à estabilidade global poderá ser da ordem de 1.2. Entretanto, devido à grande variabilidade dos resultados dos ensaios de resistência ao cisalhamento e edométricos dos materiais ensaiados, decidiu-se pela adoção da NOTA 1 da tabela da NBR 11682/09, aumentando o fator de segurança mínimo em 10%, ou seja, a magnitude mínima de FS para a estabilidade global do talude é igual a 1.32.

No cenário de necessidade de adoção de reforços geossintéticos para garantia de estabilidade do talude, as magnitudes dos fatores de segurança quanto à ruptura interna e quanto ao comprimento mínimo de ancoragem foram definidos baseando-se nos preceitos da Federal Highway Administration dos Estados Unidos da América, sintetizados na publicação FHWA-NHI-10-024.

Para o caso de muros em solo reforçado (declividade de face superior à 60º), as magnitudes mínimas de FS que deverão ser observadas e garantidas no cenário de chuva extrema para a região objeto de estudo estão apresentadas na tabela abaixo. No caso de taludes em solo reforçado, adotou-se como referência os valores de FS indicados pela NBR 11.682/2009.

Tabela 8.2 - Resumo das magnitudes mínimas de FS

Cenário de Análise	FS
Estabilidade Global	1.32
Estabilidade Interna	1.75
Estabilidade de Fundação	2.50

Para o cenário de adoção de reforços geossintéticos, uma vez que os mesmos sofrem influência de ataques químicos, físicos e biológicos, deve-se proceder com fatores de redução da carga nominal de trabalho do mesmo. Neste caso, os fatores de redução devido à probabilidade de danos físicos, químicos, biológicos e efeito de *creep* do polímero estão apresentados na tabela abaixo (Koerner, 1998).

Tabela 8.3 - Fatores de redução da carga última da geogrelha de poliéster

Dano	FR
Creep	2.8
Físico	1.12
Químico	1.05
Biológico	1.05
FR_{total}	3.5

A magnitude do fator de redução devido a efeitos de creep adotado é superior ao preconizado pela FHWA para geogrelhas de poliester (proposto 2.5). Entretanto, as magnitudes dos fatores de redução devido ao potencial de danos físicos durante a instalação, ataque químico e ataque biológico adotados foram ligeiramente inferiores aos valores preconizados para obras rodoviárias (em geral em torno de 1.2 cada). A adoção de um fator de redução total igual a 3.5 justifica-se devido ao fato da área da faixa

preparada ser de acesso restrito e não estar submetida à ação constante de cargas superficiais e nem permitida a presença constante de pessoas como no caso de rodovias.

8.4. PARÂMETROS DOS MATERIAIS ADOTADOS

Os aterros foram dimensionados considerando-se os parâmetros hidráulicos e de resistência ao cisalhamento obtidos nos ensaios de laboratório. O efeito dos potenciais matricial e total sobre a resistência ao cisalhamento do solo residual na umidade natural do bloco 1 está apresentado na tabela abaixo.

Tabela 8.4 - Efeito da não saturação sobre a resistência do solo residual natural do bloco 1

Ensaio	t_S	t_{NS}	y	$\tan f^b_y$	f^b_y	(u_a-u_w)	$\tan f^b_{(ua-uw)}$	$f^b_{(ua-uw)}$	W
40 kPa	44.74 kPa	50.4 kPa	225.24 kPa	0.0251	1.44	124.37 kPa	0.0455	2.61	100.87 kPa
80 kPa	60.06 kPa	57.83 kPa	140.3 kPa	-0.0159	-0.91	117.79 kPa	-0.0189	-1.08	22.51 kPa
160 kPa	58.66 kPa	72.57 kPa	175.06 kPa	0.0795	4.54	116.83 kPa	0.1191	6.79	58.23 kPa
320 kPa	195.31 kPa	213.65 kPa	148.72 kPa	0.1233	7.03	93.78 kPa	0.1956	11.07	54.94 kPa

Os resultados indicam que o efeito da não saturação no aumento de resistência do solo somente é considerável para tensões verticais acima de 160 kPa. Para a tensão normal de 80 kPa, o efeito da não saturação sobre a resistência ao cisalhamento é inexistente. Portando, optou-se por desprezar esse efeito sobre a resistência ao cisalhamento, adotando-se um cenário mais conservador e, por conseguinte, mais seguro.

Os demais parâmetros dos solos tais como peso específico total, condutividade hidráulica saturada, módulo de elasticidade, módulo edométrico, coeficiente de compressão volumétrica, coeficiente de Poisson e curva de retenção de umidade do solo foram definidos em seus respectivos valores característicos nos limites mais desfavoráveis para os resultados das análises. Apresenta-se abaixo as características hidromecânicas adotadas para todos os materiais dos modelos.

Solo Residual
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.5 kN/m³
Cohesion: 19.55 kPa
Phi: 27 °
Phi-B: 0 °

Aterro de Solo Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.5 kN/m³
Cohesion: 12 kPa
Phi: 24 °
Phi-B: 0 °

Basalto Fraturado
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23.8 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 43 °
Phi-B: 0 °

Aterro Controlado
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 25 kPa
Phi: 27 °
Phi-B: 0 °

No caso dos aterros estruturados, o reforço considerado é uma geogrelha de poliéster de alta tenacidade e de baixa fluência, com revestimento protetor polimérico. Esse tipo de reforço tem sido utilizado para reforço de aterros compactados nos mais diversos tipos de obras de engenharia tais como aterros de encontro de pontes e viadutos e aterros para implantação de edificações. As geogrelhas são fornecidas em bobinas com 5.0m de largura e 100m de comprimento. Os reforços deverão ser posicionados de modo a ocorrer uma sobreposição de 50cm em cada lateral, gerando uma largura líquida de reforço igual a 4m. Esta largura pode ser aumentada diminuindo-se a sobreposição para 25cm com adoção de tiras plásticas para união e fixação dos reforços contíguos. A geogrelha considerada possui resistência última longitudinal e transversal igual a 300 kN/m com uma malha de abertura de 30mm x 30mm. A tensão máxima de longo prazo da geogrelha foi calculada dividindo-se a tensão última (que deve ser atestada com ensaios de tração realizados em laboratório pelo fabricante do material) pelo fator de redução total indicado na Tabela 8.3. A tensão de trabalho da geogrelha foi definida considerando-se a necessidade de compatibilização de deslocamentos entre o reforço e o solo compactado, principalmente no trecho ancorado. Neste cenário, os esforços em uma determinada geogrelha não deverão passar de 25 kN/m para deformações específicas da ordem de 0.5%. Os parâmetros de resistência ao cisalhamento do contato geogrelha-solo compactado foram definidos com base nos preceitos indicados pela FHWA-NHI-10-025 de 2009. Devido às diferenças entre campo

e laboratório, a resistência de interface líquida foi calculada dividindo-se a resistência mobilizada no contato por um fator de segurança igual a 7. As características da geogrelha, incluindo os parâmetros de interface entre o reforço e o solo estão apresentados abaixo.

Contact Cohesion: 20 kPa
Contact Phi: 10 °
Interface Factor: 0.85
Bond Safety Factor: 7
Fabric Capacity: 300 kN
Fabric Safety Factor: 3.5
Fabric Load: 85.714286 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Load Orientation: 0
Applied Load: 85.714286 kN

8.5. CENÁRIOS ANALISADOS

Os cenários críticos analisados envolveram a consideração da aeronave-tipo posicionada nas proximidades dos aterros em sua carga plena com a presença do veículo de combate a incêndios e a carga de multidão simulando situação de evacuação emergencial. Os cenários consideraram a possibilidade de dois posicionamentos da aeronave. O primeiro, caracteriza-se pela aeronave posicionada transversalmente à crista dos aterros com o veículo de combate a incêndios posicionado a 10m de distância da aeronave. O segundo cenário, caracteriza-se pela aeronave posicionada paralelamente à crista do aterro, com o veículo de combate a incêndios posicionado a 10m perpendicularmente à aeronave. As figuras abaixo ilustram os dois cenários considerados.

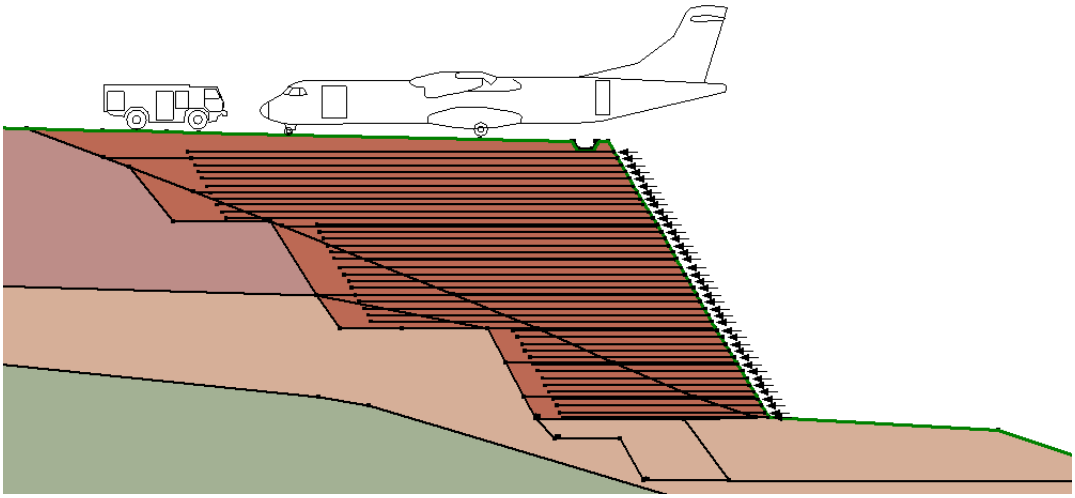


Figura 8.7 - Cenário 1 de análise de estabilidade

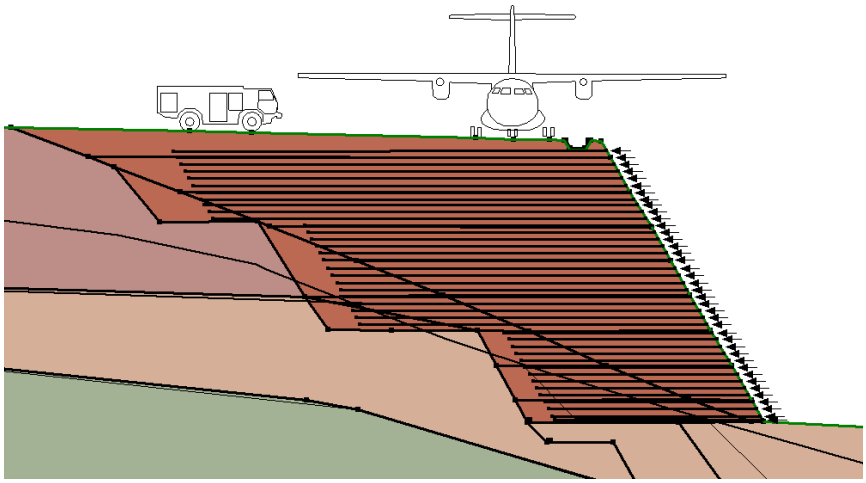


Figura 8.8 - Cenário 2 de análise de estabilidade

8.6. MODELO PREDITIVO DE COMPORTAMENTO

Utilizou-se nas análises de estabilidade o pacote computacional GeoStudio 2007 da GeoSlope Inc. do Canadá, amplamente utilizado no meio técnico internacional. O módulo Seep/W possibilita a modelagem de fluxo saturado-não saturado da massa de solo. O módulo Sigma/W do pacote permite a realização de análises acopladas de fluxo-tensão-deformação baseadas no método dos elementos finitos tridimensional, enquanto que o módulo Slope/W permite avaliar a estabilidade da face dos taludes por vários métodos de estabilidade baseados no princípio do equilíbrio limite, tais como os de Bishop Simplificado (Bishop, 1955), Janbu Generalizado (1957), Spencer (1967), Sarma (1979) e método de Morgenstein e Price (1985). No presente trabalho adotou-se somente

por apresentar os resultados de estabilidade aferidos pelo método de Morgenstein e Price (1985). Este método é considerado um método rigoroso de estimativa da estabilidade pois considera em sua formulação, o equilíbrio de todas as forças e momentos atuantes entre fatias. Para o caso do talude reforçado, o efeito do reforço na estabilidade do talude foi introduzido através da consideração de uma força concentrada atuante na base da respectiva fatia da superfície potencial de ruptura. Essa hipótese assume que durante o processo de mobilização dos esforços, ocorre uma compatibilidade de deslocamentos entre o reforço e o solo ao longo de todo o comprimento do reforço com exceção da região de localização da superfície potencial de ruptura.

As seções geológicas dos modelos desenvolvidos foram definidas baseando-se nas sondagens de simples reconhecimento realizadas no local e apresentadas no Apêndice 1. Extrapolou-se a validade das sondagens realizadas para as demais seções-tipo analisadas. Para cada seção, foram desenvolvidos uma série de modelos que descrevem o processo executivo de implantação dos aterros de ajuste da largura da faixa de pista. Como exemplo, apresenta-se abaixo uma das seções-tipo desenvolvidas para a estaca 00. Apresenta-se no Apêndice 7 os relatórios de todas as análises realizadas.

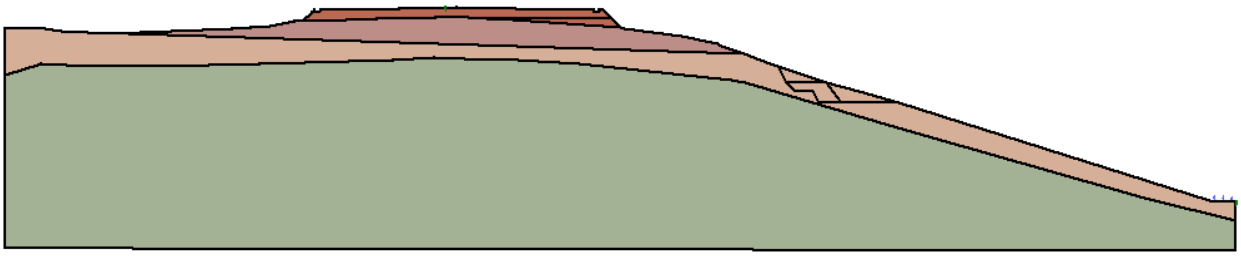


Figura 8.9 - Seção-tipo da RESA da cabeceira 02

8.7. ESTABILIDADE DOS TALUDES DA ESTACA 0

O talude longitudinal (sentido eixo da pista) do aterro na região da RESA-02 será da ordem de 2.5m. Os taludes laterais das margens esquerda e direita possuirão alturas variando entre 2m e 4m. Todos os taludes possuirão declividade de face igual a 45º.

Apresenta-se a seguir, o resumo das análises de estabilidade da encosta à jusante da RESA da cabeceira 02 no cenário atual, considerando a pluviometria observada ao longo do ano de 2019.

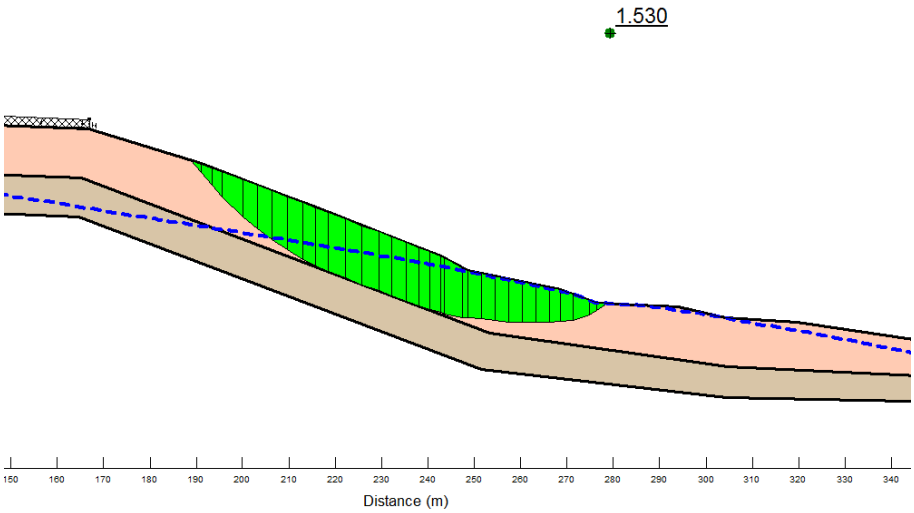


Figura 8.10 - Estabilidade do talude da RESA-02 no cenário atual ao final do período de estiagem

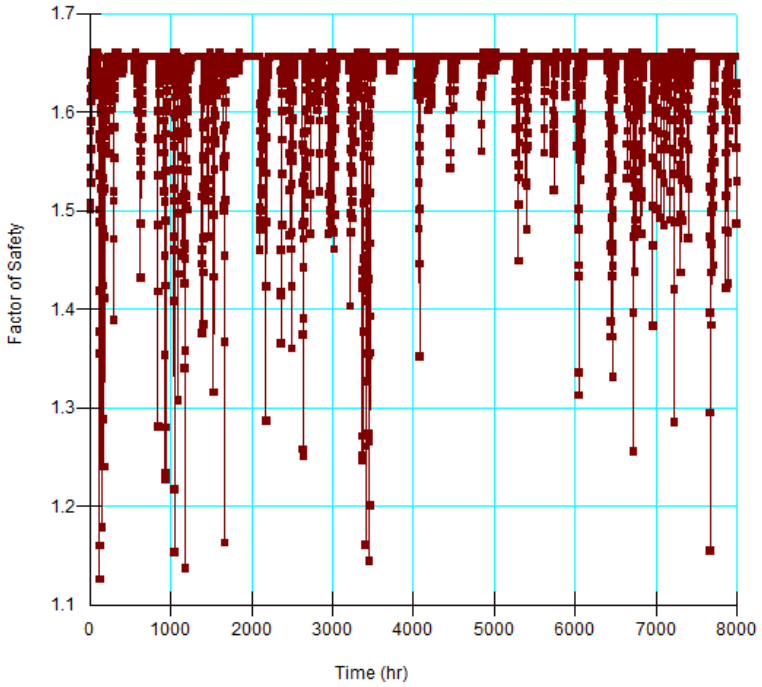


Figura 8.11 - Variação sazonal do fator de segurança do talude da RESA-02 – cenário atual

Os resultados indicam que a estabilidade do talude da RESA-02 no cenário atual é preponderantemente condicionada pelo estado de não saturação do solo.

Uma vez que a RESA possui largura total igual a 60m, será considerado somente o cenário 2 de carregamento para efeito da avaliação da estabilidade dos taludes laterais.

Devido às pequenas alturas, esses taludes não serão reforçados. Apresentam-se a seguir os resultados das análises para um período de chuvas moderadas.

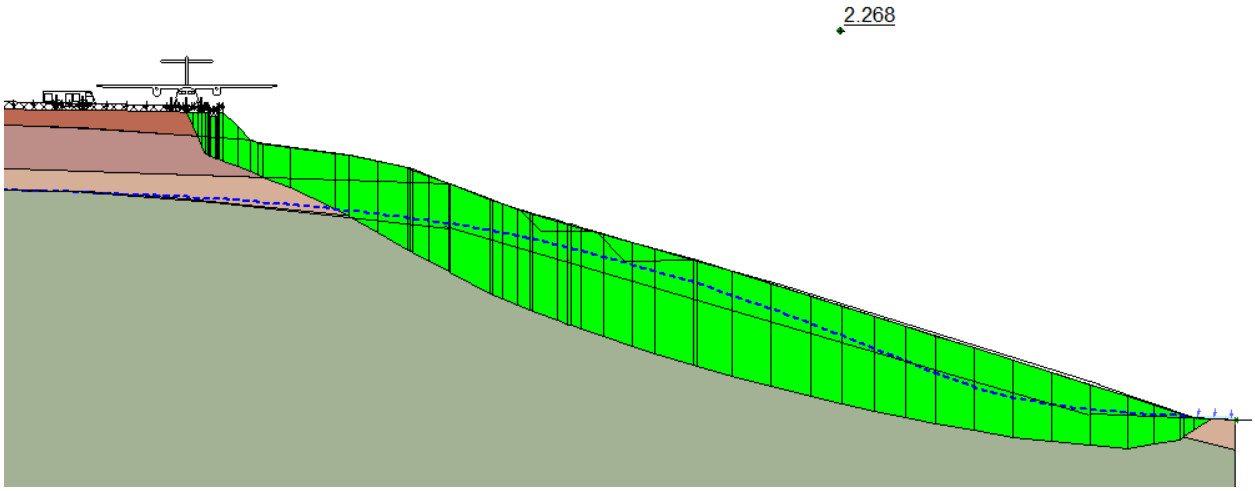


Figura 8.12 - Estabilidade do talude do aterro da margem direita da RESA da cabeceira 02 – cenário 2

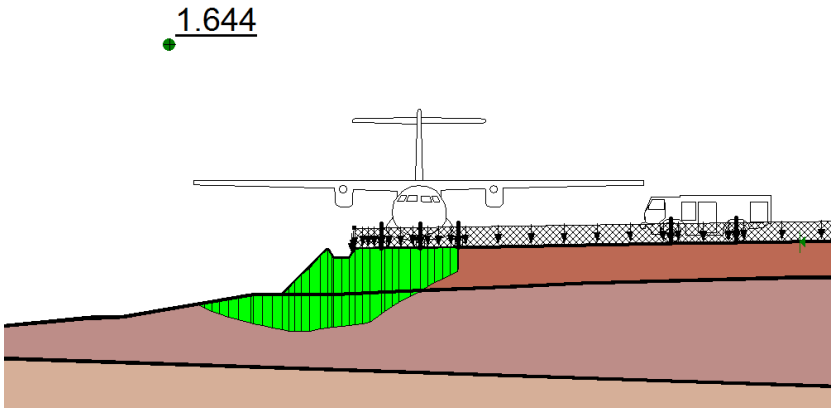


Figura 8.13 - Estabilidade do talude do aterro da margem esquerda da RESA da cabeceira 02 – cenário 2

8.8. ESTABILIDADE DOS TALUDES NA REGIÃO DA ESTACA 27

Os taludes da margem direita do aterro da faixa de pista próximo à Estaca 27 possuem altura máxima da ordem de 20m de altura. Todos esses taludes apresentarão inclinação de face igual a 60º e serão reforçados com geogrelha de poliéster de alto módulo. A inclinação de face foi definida considerando a necessidade de manter a saia do aterro dentro do sítio aeroportuário, simultaneamente permitindo a implantação do sistema de drenagem da microbacia sem interferência na estabilidade do aterro. Os resumos das análises de estabilidade desses taludes estão apresentados a seguir.

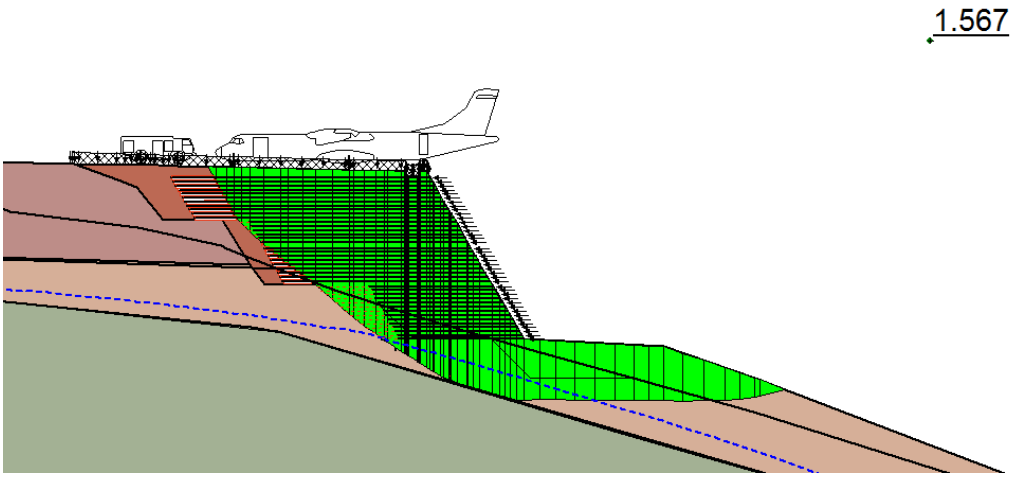


Figura 8.14 - Fator de segurança do aterro reforçado da margem direita da estaca 27 – cenário 1

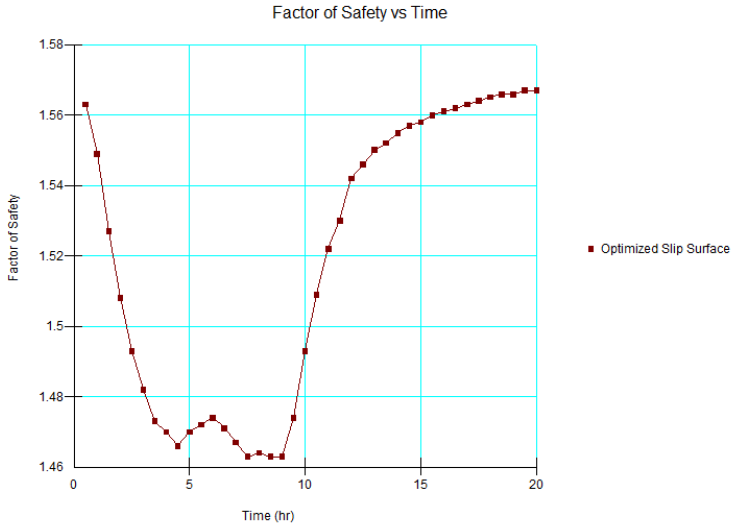


Figura 8.15 - Variação sazonal do fator de segurança do aterro em solo reforçado da margem direita da estaca 27 – cenário 1

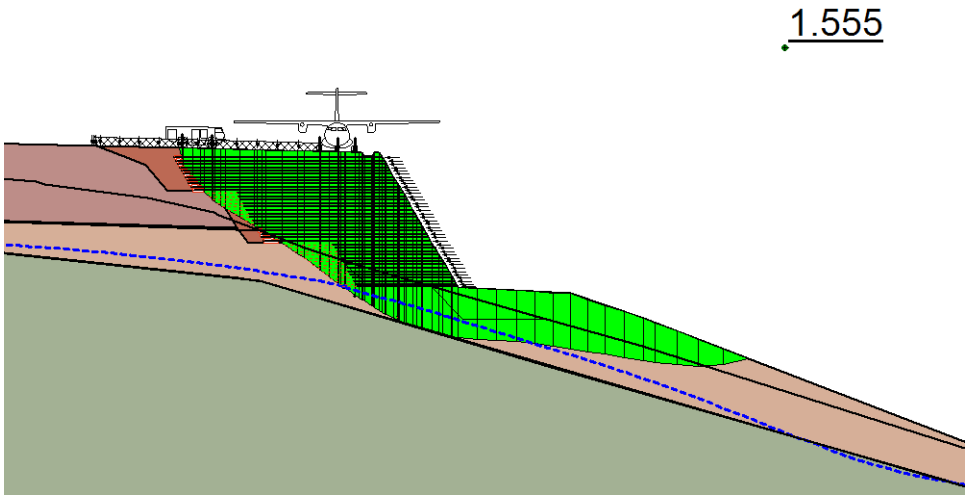


Figura 8.16 - Fator de segurança do aterro reforçado da margem direita da estaca 27 – cenário 2

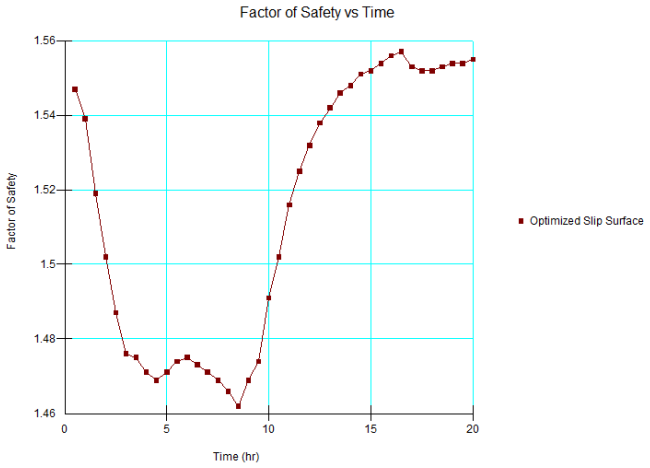


Figura 8.17 - Variação sazonal do fator de segurança do aterro em solo reforçado da margem direita da estaca 27 – cenário 2

8.9. ESTABILIDADE DOS TALUDES NA REGIÃO DA ESTACA 94

Os taludes na região da Estaca 94 serão compostos por bermas sucessivas de 5m de altura com inclinação de face igual a 45º, intercaladas por duas banquetas com 3m de largura. O aterro deverá ser compactado observando CBR mínimo igual a 10% o que corresponde a 100% da energia Proctor Normal. A região da grota localizada ao longo da estrada deverá possuir sistema de dissipação de energia da água transportada pelo sistema de drenagem do local. Apresenta-se abaixo os resultados de variação sazonal das magnitudes do fator de segurança do talude compactado e ao final do período chuvoso.

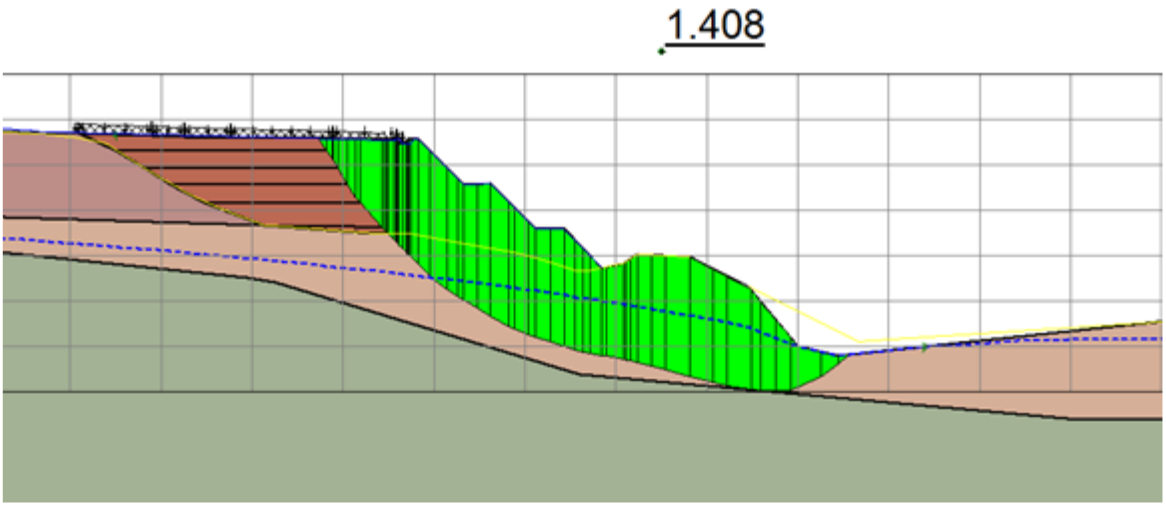


Figura 8.18 - Fator de segurança do talude da estaca 94 (região da grota) ao final de período chuvoso – cenário 1

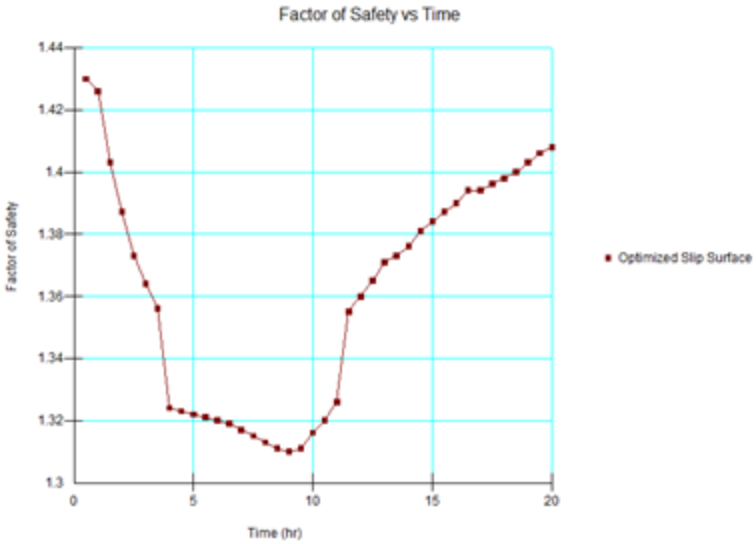


Figura 8.19 - Variação sazonal do fator de segurança do aterro na região da estaca 94 – cenário 1

8.10. ESTABILIDADE DOS TALUDES NA REGIÃO DA ESTACA 99

Os taludes da margem direita da PPD na região da Estaca 99 serão compostos por bermas sucessivas de 5m de altura com inclinação de face igual a 45º, intercaladas por três banquetas com 3m de largura. O aterro deverá ser compactado observando CBR mínimo igual a 10% o que corresponde a 100% da energia Proctor Normal. O talude da margem esquerda possuirá inclinação de 45º e, por ser localizado sobre o açude, deverá ser constituído por enrocamento proveniente do desmonte em rocha que ocorrerá na região da estaca 10 – margem direita até uma cota 1m acima do nível de água do reservatório. Para as cotas superiores, deve-se proceder com a compactação do material silto-argiloso da área de empréstimo observando a umidade ótima com dispersão não maior que 1% na energia Proctor Normal, de modo a garantir um CBR mínimo igual a 10%. Apresenta-se na figura abaixo a seção-tipo transversal dos aterros na região da estaca 99 localizada sobre o açude existente no local.

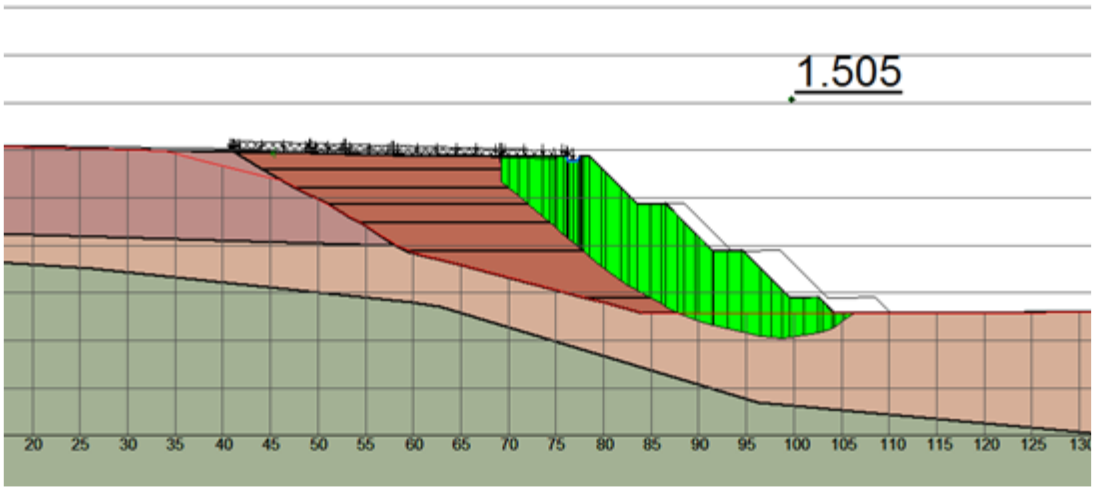


Figura 8.20 - Estabilidade do talude da margem direita da estaca 99 – cenário 1

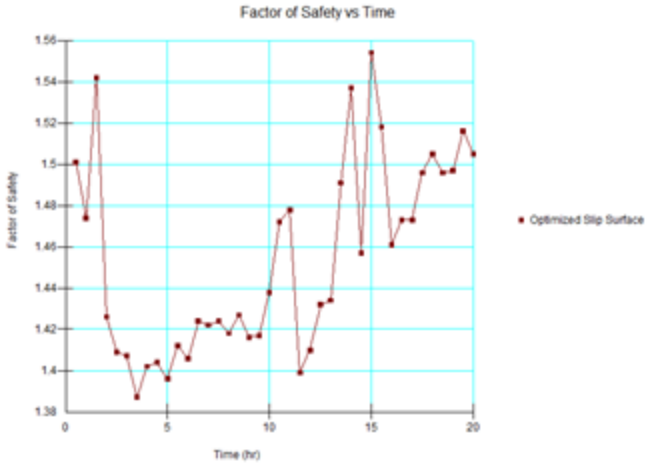


Figura 8.21 - Variação sazonal do fator de segurança do aterro da margem direita da estaca 99 – cenário 1

8.11. COMENTÁRIOS CONCLUSIVOS

- A estabilidade dos taludes atuais é fundamentalmente condicionada pelo estado de não saturação do solo do corpo do aterro. Portanto, com o objetivo de garantir a estabilidade dos taludes provisórios de escavação, necessários para a implantação dos aterros de adequação da faixa de pista, a obra deverá ser executada durante o período de estiagem da região (caracterizado entre os meses de abril e outubro).

- Os aterros deverão ser executados com controle rigoroso da qualidade de compactação, tanto no controle do material coletado da jazida, quanto do material depositado e compactado em campo.

- Qualquer observação de alteração do tipo de material proveniente da jazida deverá ser comunicada ao projetista. Neste cenário, deve-se coletar cerca de 60kg de material deformado e enviá-lo ao laboratório de modo que seja avaliada as características hidromecânicas do novo material. Caso as características hidromecânicas avaliadas sejam iguais ou superiores às adotadas no projeto, o material poderá ser utilizado nos aterros. Caso essas características sejam inferiores, o projetista deverá ser informado de modo a realizar uma revisão do projeto dos aterros.

- As bases dos aterros que avançarão sobre os açudes adjuntos à área de faixa de pista deverão ser confeccionadas com enrocamento proveniente do corte em rocha a ser realizado nas proximidades da cabeceira 02.

- As dimensões máximas dos blocos de rocha deverão ser limitadas a 30cm de modo a ser permitido a compactação das camadas de reforço com as respectivas distâncias entre camadas conforme indicado em planta específica.

- O desmonte da rocha nas proximidades da cabeceira 02 deverá ser realizado mecanicamente com uma de britador hidráulico (comumente conhecido por picão) acoplado à retroescavadeira.

- O sistema de drenagem, composto por canaletas, caixas, escavadas de dissipação e bueiros, deverá ser implantado de jusante para montante (das regiões de deságue para o interior do sítio aeroportuário) em sua totalidade (incluindo o sistema de drenagem do pátio de aeronaves na região do futuro terminal de passageiros).

- Sugere-se que os aterros reforçados próximos à Estaca 27, devido às suas dimensões consideráveis, sejam instrumentados para avaliação e monitoramento de sua estabilidade temporal por pelo menos dois ciclos de estações de estiagem e chuvas). Sugere-se que sejam instalados 2 (dois) tubos-guia para inclinometria próximo às bordas de crista de cada uma das cabeceiras. Durante a construção, deve-se proceder com monitoramento topográfico dos aterros para acompanhamento dos recalques. Após a construção, sugere-se que se proceda com a instrumentação por inclinometria e leituras periódicas por um

período não inferior a dois anos (duas épocas de estiagem e chuvas simultâneas).

- O sistema de drenagem deverá ser inspecionado e mantido limpo periodicamente. Qualquer observação de deslocamento de canaletas, sarjetas, caixas de inspeção, bueiros ou tubulações deverão de comunicados ao projetista para avaliação das causas e solução do problema.

- Cada lote de geogrelha recebido em obra deverá ser amostrado e testado em laboratório independente do fabricante. Sugere-se que os ensaios sejam realizados no laboratório de geossintéticos da Universidade de São Paulo localizado na cidade de São Carlos. As geogrelhas somente poderão ser instaladas como reforço dos aterros após a liberação do respectivo lote pelo laboratório de controle de qualidade. Caso o lote da geogrelha testada não atenda aos requisitos de projeto, o lote deverá ser refugado e devolvido ao fabricante do produto. Caso os ensaios indiquem uma frequência alta de não conformidade de material, o fornecedor do produto deverá ser trocado.

Apresenta-se a seguir os quantitativos de geogrelhas necessários para confecção dos aterros reforçados.

Tabela 8.5 – Resumo quantitativo geogrelhas dos aterros reforçados

Resumo Quantitativo Geogrelhas					
Estaca	Resistência à Tração Característica (kN/m)	Comprimento Geogrelha (m)	Largura Geogrelha (m)	Área de Geogrelha por Metro de Aterro (m²/m)	Área Total de Geogrelha (m²)
21	300	12,0	3,8	150,48	3009,60
22	300	12,0	3,8	186,96	3739,20
23	300	12,0	3,8	255,36	5107,20
24	300	12,0	3,8	323,76	6475,20
25	300	12,0	3,8	414,96	8299,20
26	300	12,0	3,8	631,56	12631,20
27	300	12,0	3,8	888,06	17761,20
28	300	12,0	3,8	517,56	10351,20
29	300	12,0	3,8	255,36	5107,20
30	300	12,0	3,8	164,16	3283,20
31	300	12,0	3,8	123,12	2462,40

APÊNDICE 1 – RELATÓRIO DE SONDAGENS

RELATÓRIO TÉCNICO

SONDAGENS À PERCUSSÃO

SUBMETIDO A EGEL

POR

GEOAZIMUTE SONDAGEM E TOPOGRAFIA

DEZEMBRO 2019

Curitiba

INDICE

1. INTRODUÇÃO 3
2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS 14
3. ANEXOS 15
3.1 – PERFIS DE SONDAGEM À PERCUSSÃO 15

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo apresentar os estudos geológicos – geotécnicos desenvolvidos em terreno situado a rodovia Avelino Mandeli, Aeroporto, município de Caçador - PR.

A figura a seguir ilustra o local em estudo.

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

Neste documento estão sendo apresentados os resultados obtidos nas Sondagens à Percussão.

Foram utilizados os seguintes equipamentos e materiais de apoio:

- Equipamento de sondagem a percussão
- GPS
- Veiculo HR Hyundai

DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DAS SONDAGENS

O objetivo principal da sondagem realizada foi caracterizar as espessuras das camadas encontradas, e determinar a resistência do solo, permitindo sua classificação, bem como identificar a ocorrência de eventuais níveis d'água.

Estas informações são de extrema importância para os estudos subsequentes e para o entendimento do arcabouço geológico/geotécnico ao longo da área em estudo.

As sondagens geotécnicas são métodos que permitem a perfuração e amostragem das unidades de sub-superfície (solo/rocha). São utilizadas para obter informações sobre a distribuição dos diversos materiais que compõe o local de estudo, suas características geológicas e geotécnicas, a fim de subsidiar projetos de fundação, construção de ruas e análise de estabilidade do solo.

NORMAS BRASILEIRAS APLICADAS

ABNT NBR 6484 (FEV/2001)	Solo – Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio
ABNT NBR 8036	Programação de sondagem de simples reconhecimento do solo.

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

As sondagens foram identificadas por letras SP seguidas de número indicativo, conforme indicado "Programação de Sondagens".

A sondagem iniciou-se com o emprego do trado concha ou cavadeira manual até uma profundidade de 1m, seguindo-se a instalação, até esta profundidade, do primeiro seguimento de tubo revestimento. Para cravação do barrilete no solo utililzou-se um martelo de 65kg, de forma prismática ou cilíndrica, que é içado pela roldana com apoio do tripé. Esse martelo é solto de uma altura de 75 cm sobre a composição de hastes.

O amostrador padrão, conectado à haste de perfuração, desceu livremente até ser apoiado suavemente no fundo. Estacionado o amostrador, confere-se a profundidade com a medida feita com haste de perfuração. Para cravar o amostrador no solo, o martelo foi suspenso, novamente até 75cm, marcadas nas hastes guias, por meio de corda flexível que se encaixou com folga do sulco da roldana. Os eixos de simetria do martelo e da composição do amostrador sempre estiveram rigorosamente coincidentes.

Durante as operações de perfuração, os furos foram revestidos com tubos de revestimento os quais ficaram no mínimo a 0,50 m do fundo, quando da operação de amostragem. Através desse procedimento, auxiliado com a anotação do número de golpes por intervalos regulares de penetração no solo, obteve-se o ensaio de penetração padronizado SPT, de onde são obtidos os índices de resistência à penetração do solo. A metodologia para classificação de sondagens a percussão baseou-se na descrição do material retido no amostrador ou de lavagem e nos registros dos ensaios de penetração e infiltração d'água

Ao término do furo, aguardou-se 24 horas para fazer a medição do nível de água. Posteriormente fechou-se o furo com o próprio material retirado ou outro material de acordo com a fiscalização, deixando-se no local um piquete identificador.

Toda a estrutura para a perfuração foi composta por um tripé com roldana, guincho mecânico, trado concha ou helicoidal, tubo revestimento, hastes e amostrador, este ultimo é composto de uma sapata ou bico de aço temperado possuindo ainda dois furos em suas laterais para saída de ar e água.

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

Relação dos componentes

- Amostrador;
- Tripé com roldana;
- Hastes de perfuração e tubos de revestimento;
- Bomba de água;
- Martelo de 65 kg;
- Barrilite-amostrador;
- Chaves de grifo;
- Trena;
- Recipientes para amostras;
- Medidor de nível d'água.

Apresentação dos resultados

A descrição dos horizontes de solo seguiu as orientações contidas na NBR 6484/2001.

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

Croqui de localização da sondagem:

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

Coordenadas em SIRGAS 2000 (WGS 84)

Sonda 1 X = 505941.00 Y = 7036521.00

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

Sonda 2 X = 505993.00 Y = 7036513.00

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

Sonda 3 X = 505920.00 Y = 7036359.00

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

Sonda 4 X = 505986.33 Y = 7036319.08

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

Sonda 5 X = 505819.00 Y = 7036484.00

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

Sonda 6 X = 505063.00 Y = 7037136.00

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Os serviços realizados nesta investigação geotécnica consistiram na execução de sondagens ao longo da área em questão, visando à caracterização do subleito existente, bem como identificar a presença de eventuais níveis d'água.

As prospecções foram realizadas por meio de sondagens a percussão SPT, alcançando um total de 91.99 metros.

Os perfis das sondagens a percussão realizadas são apresentados no Anexo 3.1 – Perfis das Sondagens a Percussão.

3. ANEXOS

3.1 – PERFIS DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandell - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — **SP01**
INÍCIO: 08/12/2019 TÉRMINO: 08/12/2019
COORD. N: 7096521,00 E: 505941,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT (10, 20, 30, 40)

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	2/16 2/18 3/19	4/34	5/37		00	0,53	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM CLARA		TH
1,00	2/17 3/19 3/15	5/36	6/34		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM		1,50
2,00	2/18 2/20 2/19	4/38	4/39		02	2,41			
3,00	1/15 1/15 1/15	2	2		03	3,20	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE, COR MARROM ESCURA		
4,00	1/15 1/15 1/15	2	2		04		ARGILA SILTOSA, COM PEDREGULHOS, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE A MOLE, COR MARROM		CA
5,00	2/18 1/15 2/20	3/33	3/35		05				
6,00	2/19 2/21 1/15	4/40	3/36		06				
7,00	1/15 1/15 1/15	2	2		07				
8,00	2/16 3/18 2/17	5/34	5/35			8,91			
9,00						8,92	ROCHA IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm 2° 10 min = 0,00 cm 3° 10 min = 0,00 cm	N.A. = NÃO FOI ENCONTRADO EM 08/12/2019	8,92
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

OBS.:
Não foi encontrado N.A.

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: Janaina	SONDADOR: Jefferson

Homero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandelli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP01A
INÍCIO: 08/12/2019 TÉRMINO: 08/12/2019
COORD. N: 7038521,00 E: 505942,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT: 10 20 30 40

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	2/18 2/17 2/20	4/35	4/37		00	0,55	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM CLARA	N.A. = NÃO FOI ENCONTRADO EM 08/12/2019	TH
1,00	2/17 2/18 2/18	4/35	4/36		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM		1,50
2,00	2/19 1/16 2/21	3/35	3/37		02	2,55			
3,00	1/15 1/15 1/15	2	2		03		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE, COR MARROM ESCURA		
4,00	2/19 2/20 1/15	4/39	3/35		04				CA
5,00	1/15 1/15 1/15	2	2		05	5,45			
6,00	1/15 1/15 1/15	2	2		06		ARGILA SILTOSA, COM PEDREGULHOS, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE A MOLE, COR MARROM		
7,00	2/18 2/21 2/16	4/39	4/37		07				
8,00	2/17 2/15 2/17	4/32	4/32			8,72			
9,00						8,73	ROCHA IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 1,00 cm 2° 10 min = 1,00 cm 3° 10 min = 1,00 cm		8,73
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

OBS.:
Não foi encontrado N.A.

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: Janaina	SONDADOR: Jefferson

Homero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandeli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — **SP02**

INÍCIO: 08/12/2019 TÉRMINO: 08/12/2019
COORD. N: 7036513,00 E: 505993,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT (10, 20, 30, 40)

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	SPT INI.	SPT FIN.	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	4/16 3/17 2/18	7/33	5/35	0,51	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM		
1,00	2/17 3/17 2/15	5/34	5/32		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE A MÉDIA, COR MARROM		TH
2,00	3/18 4/16 3/17	7/34	7/33				
3,00	4/19 4/17 5/17	8/36	9/34	3,47			2,98
4,00	5/17 4/16 4/16	9/33	8/32		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MÉDIA A RIJA, COR MARROM COM VEIOS PRETOS		
5,00	6/16 7/15 5/17	13/31	12/32	5,31		5,10	
6,00	5/18 6/15 5/17	11/33	11/32		ARGILA, PLÁSTICA, MÉDIA A DURA, COR MARROM VARIEGADA	N.A. INICIAL: 08/12/2019 : 5,00m N.A. FINAL: 08/12/2019 : 5,10m	CA
7,00	8/16 10/15 7/16	18/31	17/31				
8,00	10/17 11/16 10/17	21/33	21/33				
9,00	8/15 12/15 17/16	20	29/31	9,40			
10,00	30/11 - -	30/11	-		AREIA ARGILOSA, POUCO PLÁSTICA, MUITO COMPACTA, COR AMARELADA COM VEIOS PRETOS		
11,00	30/5 - -	30/5	-				
12,00	30/8 - -	30/8	-	12,08			12,08
13,00					IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
14,00					NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
15,00					Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 2,00 cm; 2° 10 min = 1,00 cm; 3° 10 min = 1,00 cm		
16,00							
17,00							
18,00							
19,00							
20,00							

OBS.:
Foi encontrado N.A. na profundidade de 5,10 m.

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: Janaina	SONDADOR: Jefferson

Homero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandell - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP03
INÍCIO: 06/12/2019 TÉRMINO: 06/12/2019
COORD. N: 7036359,00 E: 505920,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT (10, 20, 30, 40)

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	SPT INI.	SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
1,00	3/16 4/17 6/16	7/33	10/33		00		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MÉDIA, COR MARROM		d'Ø
	4/18 5/16 5/15	9/34	10/31		01	1,20			
2,00	5/15 4/15 5/16	9	9/31		02		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MÉDIA A RIJA, COR CINZA COM VEIOS PRETOS		
3,00	4/16 5/17 6/15	9/33	11/32		03				
4,00	6/16 5/17 7/16	11/33	12/33		04				CA
5,00	4/17 5/16 7/17	9/33	12/33		05	5,30			
6,00	3/16 4/17 3/17	7/33	7/34		06		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MÉDIA, COR MARROM VARIEGADA		
7,00	3/15 3/16 5/16	8/33	8/34		07	7,49			
8,00	7/17 6/15 9/16	13/32	15/31			8,66	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, RIJA, COR VERMELHA VARIEGADA		
						8,67	ROCHA		8,67
9,00							IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
10,00							NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
11,00							Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm; 2° 10 min = 0,00 cm; 3° 10 min = 0,00 cm		
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

N.A. = NÃO FOI ENCONTRADO E M 06/12/2019

OBS.:
Não foi encontrado N.A. - furo seco.

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: Janaina	SONDADOR: Jefferson

Romero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandeli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP03A
INÍCIO: 06/12/2019 TÉRMINO: 08/12/2019
COORD. N: 7038359,00 E: 505921,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT (10, 20, 30, 40)

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	SPT INI.	SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	4/16 6/16 8/18	10/32	14/34		00		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MÉDIA A RIJA, COR MARROM		d'ta
1,00	3/17 5/15 4/16	8/32	9/31		01	1,18			
2,00	4/16 4/17 6/18	8/33	10/35		02		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MÉDIA A RIJA, COR CINZA COM VEIOS PRETOS		
3,00	3/17 5/15 6/16	8/32	11/31		03				
4,00	5/17 7/17 5/17	12/34	12/34		04	4,23			CA
5,00	4/16 6/15 5/16	10/31	11/31		05		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MÉDIA A RIJA, COR MARROM VARIEGADA		
6,00	4/17 3/16 4/17	7/33	7/33		06				
7,00	3/16 3/15 4/17	6/31	7/32		07	7,31			
8,00	6/15 7/15 10/16	15	17/31			8,57	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, RIJA, COR VERMELHA VARIEGADA		
						8,58	ROCHA IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm 2° 10 min = 0,00 cm 3° 10 min = 0,00 cm	N.A. = NÃO FOI ENCONTRADO E M 08/12/2019	8,58
9,00									
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

OBS.:
Não foi encontrado N.A. - furo seco.

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA:	**DESENHISTA:**	**SONDADOR:**
1/100	Janaina	Jefferson

Romero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandelli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP04
INÍCIO: 07/12/2019 TÉRMINO: 07/12/2019
COORD. N: 7036349,08 E: 505986,33

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT (10, 20, 30, 40)

PROFUNDIDADE	GOLPES (GOLPES/PENET.)	SPT INI.	SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	1/19 2/17 2/20	3/36	4/37		00				
1,00	2/18 2/19 2/17	4/37	4/36		01				
2,00	2/17 3/18 2/16	5/35	5/34		02		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE A RIJA, COR MARROM		TH
3,00	1/21 19/15 1/16	20/36	20/33		03				3,58
4,00	2/15 2/17 2/18	4/32	4/35		04				
5,00	2/17 3/17 1/16	5/34	4/35		05	5,42			
6,00	2/16 3/15 3/17	5/31	6/32		06				
7,00	5/16 7/15 9/16	12/31	16/31		07				CA
8,00	6/17 9/16 9/15	15/33	18/31		08		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MÉDIA A DURA, COR MARROM VARIEGADA		
9,00	8/16 7/16 8/17	15/32	15/33		09			N.A. INICIAL: 07/12/2019 : 13,25m N.A. FINAL: 07/12/2019 : 13,25m	
10,00	10/15 11/15 15/16	21	26/31		10	10,46			
11,00	9/16 12/17 14/15	21/33	26/32		11				
12,00	6/16 13/16 22/15	19/32	35/31		12		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, DURA, COR MARROM COM VEIOS PRETOS		
13,00	8/15 12/16 15/17	20/31	27/33					13,25	
14,00						13,97 13,98	ROCHA		13,98
15,00							IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
16,00							NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
17,00							Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm 2° 10 min = 0,00 cm 3° 10 min = 0,00 cm		
18,00									
19,00									
20,00									

OBS.:
Foi encontrado N.A. na profundidade de 13,25 m.

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS — 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA:	**DESENHISTA:**	**SONDADOR:**
1/100	Janaina	Jefferson

Romero Hallo Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandelli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP05
INÍCIO: 13/12/2019 TÉRMINO: 13/12/2019
COORD. N: 7036484,00 E: 505819,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT (10, 20, 30, 40)

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	6/16 10/17 8/15	16/33	18/32		00				TH 0,90
1,00	5/17 5/17 6/16	10/34	11/33		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE A RIJA, COR MARROM		
2,00	2/17 3/16 3/16	5/33	6/34		02	2,51			CA
3,00	7/15 7/17 6/16	14/32	13/35			3,50	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, RIJA, COR CINZA		
4,00						3,67 / 3,68	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE, COR CINZA CLARA		3,68
5,00							ROCHA IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
6,00							NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
7,00							Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm 2° 10 min = 0,00 cm 3° 10 min = 0,00 cm		
8,00								N.A. = NÃO FOI ENCONTRADO EM 13/12/2019	
9,00									
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

OBS.:
Não foi encontrado N.A. - furo seco.

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA:	**DESENHISTA:**	**SONDADOR:**
1/100	Janaina	Jefferson

Romero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandeli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP05A
INÍCIO: 13/12/2019 TÉRMINO: 13/12/2019
COORD. N: 7036464,00 E: 505820,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT: 10 20 30 40

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	5/15 6/17 7/17	13/32	15/34		00				TH
1,00	6/16 6/18 5/17	12/34	11/35		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE A RIJA, COR MARROM		0,90
2,00	3/18 2/19 2/17	5/37	4/36		02	2,54			CA
3,00	5/16 6/16 8/17	11/32	14/33			3,49	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, RIJA, COR CINZA		
4,00						3,71 / 3,72	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE A RIJA, COR CINZA		3,72
5,00							ROCHA		
6,00							IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
7,00							NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
8,00							Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm; 2° 10 min = 0,00 cm; 3° 10 min = 0,00 cm		
9,00									
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

N.A. = NÃO FOI ENCONTRADO EM 13/12/2019

OBS.:
Não foi encontrado N.A. - furo seco.

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: Janaina	SONDADOR: Jefferson

Homero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandell - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — **SP05B**

INÍCIO: 13/12/2019 TÉRMINO: 13/12/2019
COORD. N: 7036484,00 E: 505818,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT: 10 20 30 40

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	6/16 7/17 9/16	13/33	16/33		00				TH
1,00	4/15 5/16 7/17	9/31	12/33		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE A RIJA, COR MARROM		0,90
2,00	2/17 2/19 3/17	4/36	5/36		02	2,53			
3,00	8/15 9/16 7/16	17/31	16/32			3,47	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, RIJA, COR CINZA		CA
4,00						3,54	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE A RIJA, COR CINZA		
						3,65	ROCHA		
5,00							IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
6,00							NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		5,65
7,00							Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm; 2° 10 min = 0,00 cm; 3° 10 min = 0,00 cm		
8,00								N.A. = NÃO FOI ENCONTRADO EM 13/12/2019	
9,00									
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

OBS.:
Não foi encontrado N.A. - furo seco.

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA:	**DESENHISTA:**	**SONDADOR:**
1/100	Janaina	Jefferson

Homero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandeli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP05C
INÍCIO: 13/12/2019 TÉRMINO: 13/12/2019
COORD. N: 7036485,00 E: 505819,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT: 10 20 30 40

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	8/15 10/15 9/17	18	19/32		00				TH
1,00	7/16 5/18 6/17	12/34	11/35		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE A RIJA, COR MARROM		0,90
2,00	2/19 3/17 2/18	5/36	5/35		02	2,54			CA
3,00	7/16 6/15 9/16	13/31	15/31			3,60	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, RIJA, COR CINZA		
						3,61	ROCHA		3,61
4,00							IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
5,00							NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
6,00							Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm; 2° 10 min = 0,00 cm; 3° 10 min = 0,00 cm		
7,00									
8,00								N.A. = NÃO FOI ENCONTRADO EM 13/12/2019	
9,00									
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

OBS.:
Não foi encontrado N.A. - furo seco.

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA:	**DESENHISTA:**	**SONDADOR:**
1/100	Janaina	Jefferson

Homero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandeli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP05D
INÍCIO: 13/12/2019 TÉRMINO: 13/12/2019
COORD. N: 7036483,00 E: 505819,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT (10, 20, 30, 40)

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	7/16 9/15 9/17	16/31	18/32		00				TH
1,00	6/15 7/15 6/17	13	13/32		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE A RIJA, COR MARROM		0,90
2,00	2/17 2/18 3/18	4/35	5/36		02	2,53			CA
3,00	6/16 7/17 7/15	15/33	14/32			3,48	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, RIJA, COR CINZA		
						9,60	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE A RIJA , COR CINZA		3,61
						9,61	ROCHA		
4,00							IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
5,00									
6,00									
7,00									
8,00									
9,00									
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

NOTA:
Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.

Ensaio de lavagem:
1° 10 min = 0,00 cm
2° 10 min = 0,00 cm
3° 10 min = 0,00 cm

N.A. = NÃO FOI ENCONTRADO EM 13/12/2019

OBS.:
Não foi encontrado N.A. - furo seco.

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: Janaina	SONDADOR: Jefferson

Homero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandelli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — **SP06**
INÍCIO: 10/12/2019 **TÉRMINO:** 10/12/2019
COORD. N: 7037136,00 **E:** 506063,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm — PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm — ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT: 10 20 30 40

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	2/17 2/16 1/15	4/33	3/31		00			0,50	TH 0,50
1,00	3/15 2/19 2/18	5/34	4/37		01	1,52	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM		CA
2,00	2/17 3/16 2/15	5/33	5/31			2,54	ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM COM VEIOS PRETOS		2,55
						2,55	ROCHA		
3,00							IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
4,00							NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
5,00							Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm; 2° 10 min = 0,00 cm; 3° 10 min = 0,00 cm		
6,00									
7,00									
8,00									
9,00									
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

N.A. INICIAL: 10/12/2019 : 0,50m
N.A. FINAL: 10/12/2019 : 0,50m

OBS.:
Foi encontrado N.A. na profundidade de 0,50 m.

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA:	**DESENHISTA:**	**SONDADOR:**
1/100	Janaina	Jefferson

Homero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandeli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP06A
INÍCIO: 10/12/2019 TÉRMINO: 10/12/2019
COORD. N: 7037136,00 E: 506064,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	2/16 2/17 2/15	4/35	4/35		00			0,50	TH 0,50
1,00	2/16 3/17 2/15	5/33	5/32		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM COM VEIOS PRETOS		CA
2,00	3/17 5/17 3/19	8/34	8/36			2,56			2,57
3,00						2,57	ROCHA: IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
4,00							NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
5,00							Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm; 2° 10 min = 0,00 cm; 3° 10 min = 0,00 cm		
6,00									
7,00									
8,00									
9,00									
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

N.A. INICIAL: 10/12/2019 : 0,50m
N.A. FINAL: 10/12/2019 : 0,50m

OBS.:
Foi encontrado N.A. na profundidade de 0,50 m.

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA:	**DESENHISTA:**	**SONDADOR:**
1/100	Janaina	Jefferson

Homero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandelli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP06B
INÍCIO: 10/12/2019 TÉRMINO: 10/12/2019
COORD. N: 7037136,00 E: 506062,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT: 10 20 30 40

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
1,00	2/17 1/16 2/16	3/33	3/32		00		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM COM VEIOS PRETOS	0,50	TH 0,50
2,00	2/18 2/17 3/15	4/35	5/32		01				CA
3,00	3/17 2/17 3/16	5/34	5/33			2,54			2,55
4,00						2,55	ROCHA IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm 2° 10 min = 0,00 cm 3° 10 min = 0,00 cm	N.A. INICIAL: 10/12/2019 : 0,50m N.A. FINAL: 10/12/2019 : 0,50m	
5,00									
6,00									
7,00									
8,00									
9,00									
10,00									
11,00									
12,00									
13,00									
14,00									
15,00									
16,00									
17,00									
18,00									
19,00									
20,00									

OBS.:
Foi encontrado N.A. na profundidade de 0,50 m.

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: Janaina	SONDADOR: Jefferson

Homero Malle Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandeli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — **SP06C**
INÍCIO: 10/12/2019 **TÉRMINO:** 10/12/2019
COORD. N: 7037137,00 **E:** 506063,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
	2/15 1/16 1/17	3/31	2/33		00			0,50	TH 0,50
1,00	2/16 3/18 2/18	5/34	5/36		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM COM VEIOS PRETOS		CA
2,00	2/17 3/16 3/16	5/33	6/32			2,52			2,53
						2,53	ROCHA		

IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM

NOTA:
Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.

Ensaio de lavagem:
1° 10 min = 0,00 cm
2° 10 min = 0,00 cm
3° 10 min = 0,00 cm

N.A. INICIAL: 10/12/2019 - 0,50m
N.A. FINAL: 10/12/2019 - 0,50m

OBS.:
Foi encontrado N.A. na profundidade de 0,50 m.

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

GEOAZIMUTE
sondagem e topografia

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA:	**DESENHISTA:**	**SONDADOR:**
1/100	Janaina	Jefferson

Romero Hallis Pereira

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: EGEL
OBRA: Caçador
LOCAL: Rua Avelino Mandeli - Aeroporto

SONDAGEM À PERCUSSÃO — SP06D
INÍCIO: 10/12/2019 TÉRMINO: 10/12/2019
COORD. N: 7037135,00 E: 506063,00

AMOSTRADOR:
Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg
Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm
REVESTIMENTO: 2.00 m

GRÁFICO SPT: 10 20 30 40

PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT INI.	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT FIN.	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
0,00–0,50	3/17 2/19 2/18	5/36	4/37		00			0,50	TH 0,50
1,00	2/18 2/16 2/17	4/34	4/33		01		ARGILA SILTOSA, POUCO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM COM VEIOS PRETOS		CA
2,00	3/19 3/16 2/17	6/35	5/33			2,55			2,56
2,56							ROCHA IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm 2° 10 min = 0,00 cm 3° 10 min = 0,00 cm		

N.A. INICIAL: 10/12/2019 : 0,50m
N.A. FINAL: 10/12/2019 : 0,50m

OBS.:
Foi encontrado N.A. na profundidade de 0,50 m.

GEOAZIMUTE sondagem e topografia

LEGENDAS:
30 cm INICIAIS • 30 cm FINAIS
TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO

DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:
16/12/2019		01
ESCALA:	**DESENHISTA:**	**SONDADOR:**
1/100	Janaina	Jefferson

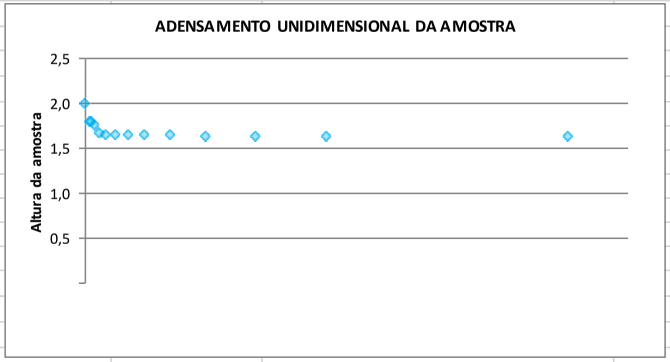
Romero Hallis Pereira

APÊNDICE 2 – DADOS DOS ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO – BLOCO 1 AMOSTRAS INUNDADAS

ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	168.65 g
Peso da amostra + forma	475.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	26.6%
Peso específico dos sólidos (G)	2.81
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	306.35 g
Peso específico total (γ_t)	1.5 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.2 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	241.98 g
Peso de água (P_w)	64.37 g
Índice de vazios (e)	1.37
Grau de saturação (S)	0.55
Porosidade (η)	0.58

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	10.00 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	41.67 kg
0.00	33.09	0.00	2.00 cm	Força aplicada	0.41 kN
0.13	31.12	0.37	1.80 cm	Carga aplicada	40 kPa
0.25	31.07	0.50	1.80 cm	Variação de altura da amostra	-0.36 cm
0.50	30.7	0.71	1.76 cm	Altura final da amostra	1.64 cm
1	29.93	1.00	1.68 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	167.60 cm³
2	29.74	1.41	1.67 cm	Peso específico seco (γ_d)	1.4 g/cm³
4	29.69	2.00	1.66 cm	Índice de vazios (e)	0.95
8	29.66	2.83	1.66 cm	Grau de saturação (S)	0.79
15	29.64	3.87	1.66 cm	Umidade gravimétrica (ω)	26.6%
30	29.62	5.48	1.65 cm	Porosidade (η)	0.49
60	29.6	7.75	1.65 cm		
120	29.59	10.95	1.65 cm		
240	29.56	15.49	1.65 cm		
960	29.52	30.98	1.64 cm		



UMIDADE INICIAL			
ID CÁPSULA	8	19	20
PESO CÁPSULA	13.02	13.47	12.72
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	67.21	63.75	69.17
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	55.82	53.24	57.25
MASSA DE ÁGUA	11.39	10.51	11.92
MASSA DE SOLO	42.80	39.77	44.53
UMIDADE	0.27	0.26	0.27
UMIDADE MÉDIA		0.27	

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	12
PESO CÁPSULA	24.63
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	79.12
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	62.26
MASSA DE ÁGUA	16.86
MASSA DE SOLO	37.63
UMIDADE	0.45

ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ξ_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ξ_v	Volume da amostra
0.00 mm	29.520 mm	0.000	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	40.07 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	29.490 mm	0.012	5.9 kg	-0.03 mm	101.91 cm²	0.10%	5.81 kPa	40.11 kPa	-0.15%	200.76 cm³
0.20 mm	29.490 mm	0.014	6.4 kg	-0.03 mm	101.81 cm²	0.20%	6.25 kPa	40.15 kPa	-0.15%	200.56 cm³
0.30 mm	29.470 mm	0.016	6.8 kg	-0.05 mm	101.71 cm²	0.30%	6.70 kPa	40.19 kPa	-0.25%	198.33 cm³
0.40 mm	29.460 mm	0.023	8.4 kg	-0.06 mm	101.61 cm²	0.40%	8.23 kPa	40.23 kPa	-0.30%	197.12 cm³
0.50 mm	29.430 mm	0.028	9.5 kg	-0.09 mm	101.51 cm²	0.50%	9.33 kPa	40.27 kPa	-0.45%	193.87 cm³
0.60 mm	29.410 mm	0.032	10.4 kg	-0.11 mm	101.40 cm²	0.59%	10.21 kPa	40.31 kPa	-0.55%	191.65 cm³
0.70 mm	29.360 mm	0.043	12.8 kg	-0.16 mm	101.30 cm²	0.69%	12.63 kPa	40.35 kPa	-0.80%	186.40 cm³
0.80 mm	29.340 mm	0.048	13.9 kg	-0.18 mm	101.20 cm²	0.79%	13.73 kPa	40.39 kPa	-0.90%	184.19 cm³
0.90 mm	29.320 mm	0.054	15.2 kg	-0.20 mm	101.10 cm²	0.89%	15.06 kPa	40.43 kPa	-1.00%	181.98 cm³
1.00 mm	29.310 mm	0.060	16.6 kg	-0.21 mm	101.00 cm²	0.99%	16.39 kPa	40.47 kPa	-1.05%	180.79 cm³
1.10 mm	29.280 mm	0.064	17.4 kg	-0.24 mm	100.90 cm²	1.09%	17.29 kPa	40.51 kPa	-1.20%	177.58 cm³
1.20 mm	29.260 mm	0.075	19.9 kg	-0.26 mm	100.80 cm²	1.19%	19.72 kPa	40.55 kPa	-1.30%	175.39 cm³
1.30 mm	29.240 mm	0.081	21.2 kg	-0.28 mm	100.70 cm²	1.29%	21.06 kPa	40.59 kPa	-1.40%	173.20 cm³
1.40 mm	29.220 mm	0.086	22.3 kg	-0.30 mm	100.60 cm²	1.39%	22.18 kPa	40.63 kPa	-1.50%	171.01 cm³
1.50 mm	29.200 mm	0.090	23.2 kg	-0.32 mm	100.50 cm²	1.49%	23.09 kPa	40.67 kPa	-1.60%	168.83 cm³
1.60 mm	29.180 mm	0.094	24.1 kg	-0.34 mm	100.39 cm²	1.58%	23.99 kPa	40.71 kPa	-1.70%	166.65 cm³
1.70 mm	29.160 mm	0.098	25.0 kg	-0.36 mm	100.29 cm²	1.68%	24.90 kPa	40.76 kPa	-1.80%	164.48 cm³
1.80 mm	29.140 mm	0.105	26.5 kg	-0.38 mm	100.19 cm²	1.78%	26.47 kPa	40.80 kPa	-1.90%	162.31 cm³
1.90 mm	29.120 mm	0.110	27.6 kg	-0.40 mm	100.09 cm²	1.88%	27.61 kPa	40.84 kPa	-2.00%	160.15 cm³
2.00 mm	29.110 mm	0.115	28.7 kg	-0.41 mm	99.99 cm²	1.98%	28.74 kPa	40.88 kPa	-2.05%	158.98 cm³
2.10 mm	29.090 mm	0.119	29.6 kg	-0.43 mm	99.89 cm²	2.08%	29.66 kPa	40.92 kPa	-2.15%	156.83 cm³
2.20 mm	29.080 mm	0.120	29.8 kg	-0.44 mm	99.79 cm²	2.18%	29.91 kPa	40.96 kPa	-2.20%	155.67 cm³
2.30 mm	29.070 mm	0.121	30.1 kg	-0.45 mm	99.69 cm²	2.28%	30.16 kPa	41.00 kPa	-2.25%	154.51 cm³
2.40 mm	29.050 mm	0.123	30.5 kg	-0.47 mm	99.59 cm²	2.38%	30.64 kPa	41.04 kPa	-2.35%	152.37 cm³
2.50 mm	29.040 mm	0.128	31.6 kg	-0.48 mm	99.49 cm²	2.48%	31.78 kPa	41.09 kPa	-2.40%	151.22 cm³
2.60 mm	29.030 mm	0.130	32.1 kg	-0.49 mm	99.38 cm²	2.57%	32.26 kPa	41.13 kPa	-2.45%	150.07 cm³
2.70 mm	29.010 mm	0.133	32.7 kg	-0.51 mm	99.28 cm²	2.67%	32.96 kPa	41.17 kPa	-2.55%	147.93 cm³
2.80 mm	29.000 mm	0.135	33.2 kg	-0.52 mm	99.18 cm²	2.77%	33.44 kPa	41.21 kPa	-2.60%	146.79 cm³
2.90 mm	28.980 mm	0.138	33.8 kg	-0.54 mm	99.08 cm²	2.87%	34.15 kPa	41.25 kPa	-2.70%	144.66 cm³
3.00 mm	28.960 mm	0.135	33.2 kg	-0.56 mm	98.98 cm²	2.97%	33.51 kPa	41.30 kPa	-2.80%	142.53 cm³
3.10 mm	28.994 mm	0.130	32.1 kg	-0.53 mm	98.88 cm²	3.07%	32.42 kPa	41.34 kPa	-2.63%	145.75 cm³
3.20 mm	28.920 mm	0.125	31.0 kg	-0.60 mm	98.78 cm²	3.17%	31.34 kPa	41.38 kPa	-3.00%	138.29 cm³
3.30 mm	28.810 mm	0.120	29.8 kg	-0.71 mm	98.68 cm²	3.27%	30.25 kPa	41.42 kPa	-3.55%	127.29 cm³
3.40 mm	28.780 mm	0.122	30.3 kg	-0.74 mm	98.58 cm²	3.37%	30.73 kPa	41.47 kPa	-3.70%	124.21 cm³
3.50 mm	28.730 mm	0.124	30.7 kg	-0.79 mm	98.48 cm²	3.47%	31.21 kPa	41.51 kPa	-3.95%	119.15 cm³
3.60 mm	28.730 mm	0.125	31.0 kg	-0.79 mm	98.37 cm²	3.56%	31.47 kPa	41.55 kPa	-3.95%	119.03 cm³
3.70 mm	28.730 mm	0.128	31.6 kg	-0.79 mm	98.27 cm²	3.66%	32.17 kPa	41.59 kPa	-3.95%	118.91 cm³
3.80 mm	28.710 mm	0.130	32.1 kg	-0.81 mm	98.17 cm²	3.76%	32.66 kPa	41.64 kPa	-4.05%	116.82 cm³
3.90 mm	28.690 mm	0.132	32.5 kg	-0.83 mm	98.07 cm²	3.86%	33.14 kPa	41.68 kPa	-4.15%	114.74 cm³
4.00 mm	28.680 mm	0.135	33.2 kg	-0.84 mm	97.97 cm²	3.96%	33.86 kPa	41.72 kPa	-4.20%	113.65 cm³
4.10 mm	28.670 mm	0.138	33.8 kg	-0.85 mm	97.87 cm²	4.06%	34.57 kPa	41.77 kPa	-4.25%	112.55 cm³
4.20 mm	28.660 mm	0.140	34.3 kg	-0.86 mm	97.77 cm²	4.16%	35.06 kPa	41.81 kPa	-4.30%	111.46 cm³
4.30 mm	28.650 mm	0.142	34.7 kg	-0.87 mm	97.67 cm²	4.26%	35.55 kPa	41.85 kPa	-4.35%	110.36 cm³
4.40 mm	28.640 mm	0.144	35.2 kg	-0.88 mm	97.57 cm²	4.36%	36.04 kPa	41.89 kPa	-4.40%	109.27 cm³
4.50 mm	28.630 mm	0.148	36.0 kg	-0.89 mm	97.47 cm²	4.46%	36.99 kPa	41.94 kPa	-4.45%	108.19 cm³
4.60 mm	28.620 mm	0.149	36.3 kg	-0.90 mm	97.36 cm²	4.55%	37.25 kPa	41.98 kPa	-4.50%	107.10 cm³
4.70 mm	28.600 mm	0.151	36.7 kg	-0.92 mm	97.26 cm²	4.65%	37.75 kPa	42.03 kPa	-4.60%	105.04 cm³
4.80 mm	28.590 mm	0.152	36.9 kg	-0.93 mm	97.16 cm²	4.75%	38.01 kPa	42.07 kPa	-4.65%	103.96 cm³
4.90 mm	28.580 mm	0.153	37.2 kg	-0.94 mm	97.06 cm²	4.85%	38.28 kPa	42.11 kPa	-4.70%	102.88 cm³
5.00 mm	28.570 mm	0.155	37.6 kg	-0.95 mm	96.96 cm²	4.95%	38.78 kPa	42.16 kPa	-4.75%	101.81 cm³
5.10 mm	28.560 mm	0.157	38.0 kg	-0.96 mm	96.86 cm²	5.05%	39.28 kPa	42.20 kPa	-4.80%	100.73 cm³
5.20 mm	28.550 mm	0.158	38.3 kg	-0.97 mm	96.76 cm²	5.15%	39.55 kPa	42.24 kPa	-4.85%	99.66 cm³
5.30 mm	28.550 mm	0.159	38.5 kg	-0.97 mm	96.66 cm²	5.25%	39.82 kPa	42.29 kPa	-4.85%	99.56 cm³
5.40 mm	28.540 mm	0.160	38.7 kg	-0.98 mm	96.56 cm²	5.35%	40.09 kPa	42.33 kPa	-4.90%	98.49 cm³
5.50 mm	28.540 mm	0.160	38.7 kg	-0.98 mm	96.46 cm²	5.45%	40.13 kPa	42.38 kPa	-4.90%	98.38 cm³
5.60 mm	28.530 mm	0.162	39.1 kg	-0.99 mm	96.35 cm²	5.54%	40.63 kPa	42.42 kPa	-4.95%	97.32 cm³
5.70 mm	28.520 mm	0.163	39.4 kg	-1.00 mm	96.25 cm²	5.64%	40.90 kPa	42.47 kPa	-5.00%	96.25 cm³
5.80 mm	28.510 mm	0.164	39.6 kg	-1.01 mm	96.15 cm²	5.74%	41.18 kPa	42.51 kPa	-5.05%	95.19 cm³
5.90 mm	28.510 mm	0.165	39.8 kg	-1.01 mm	96.05 cm²	5.84%	41.45 kPa	42.56 kPa	-5.05%	95.09 cm³
6.00 mm	28.510 mm	0.165	39.8 kg	-1.01 mm	95.95 cm²	5.94%	41.49 kPa	42.60 kPa	-5.05%	94.99 cm³
6.10 mm	28.500 mm	0.166	40.0 kg	-1.02 mm	95.85 cm²	6.04%	41.77 kPa	42.65 kPa	-5.10%	93.93 cm³
6.20 mm	28.490 mm	0.166	40.0 kg	-1.03 mm	95.75 cm²	6.14%	41.81 kPa	42.69 kPa	-5.15%	92.88 cm³
6.30 mm	28.490 mm	0.166	40.0 kg	-1.03 mm	95.65 cm²	6.24%	41.86 kPa	42.74 kPa	-5.15%	92.78 cm³
6.40 mm	28.480 mm	0.166	40.0 kg	-1.04 mm	95.55 cm²	6.34%	41.90 kPa	42.78 kPa	-5.20%	91.72 cm³
6.50 mm	28.470 mm	0.167	40.3 kg	-1.05 mm	95.45 cm²	6.44%	42.18 kPa	42.83 kPa	-5.25%	90.67 cm³
6.60 mm	28.460 mm	0.167	40.3 kg	-1.06 mm	95.34 cm²	6.53%	42.22 kPa	42.87 kPa	-5.30%	89.62 cm³
6.70 mm	28.450 mm	0.167	40.3 kg	-1.07 mm	95.24 cm²	6.63%	42.27 kPa	42.92 kPa	-5.35%	88.58 cm³
6.80 mm	28.440 mm	0.168	40.5 kg	-1.08 mm	95.14 cm²	6.73%	42.54 kPa	42.96 kPa	-5.40%	87.53 cm³
6.90 mm	28.440 mm	0.168	40.5 kg	-1.08 mm	95.04 cm²	6.83%	42.59 kPa	43.01 kPa	-5.40%	87.44 cm³
7.00 mm	28.430 mm	0.169	40.7 kg	-1.09 mm	94.94 cm²	6.93%	42.87 kPa	43.05 kPa	-5.45%	86.40 cm³
7.10 mm	28.430 mm	0.169	40.7 kg	-1.09 mm	94.84 cm²	7.03%	42.91 kPa	43.10 kPa	-5.45%	86.30 cm³
7.20 mm	28.420 mm	0.169	40.7 kg	-1.10 mm	94.74 cm²	7.13%	42.96 kPa	43.15 kPa	-5.50%	85.26 cm³
7.30 mm	28.420 mm	0.170	40.9 kg	-1.10 mm	94.64 cm²	7.23%	43.24 kPa	43.19 kPa	-5.50%	85.17 cm³
7.40 mm	28.410 mm	0.171	41.1 kg	-1.11 mm	94.54 cm²	7.33%	43.52 kPa	43.24 kPa	-5.55%	84.14 cm³
7.50 mm	28.410 mm	0.172	41.4 kg	-1.11 mm	94.44 cm²	7.43%	43.80 kPa	43.28 kPa	-5.55%	84.05 cm³
7.60 mm	28.400 mm	0.173	41.6 kg	-1.12 mm	94.33 cm²	7.52%	44.08 kPa	43.33 kPa	-5.60%	83.01 cm³
7.70 mm	28.400 mm	0.174	41.8 kg	-1.12 mm	94.23 cm²	7.62%	44.37 kPa	43.38 kPa	-5.60%	82.93 cm³
7.80 mm	28.390 mm	0.175	42.0 kg	-1.13 mm	94.13 cm²	7.72%	44.65 kPa	43.42 kPa	-5.65%	81.89 cm³
7.90 mm	28.390 mm	0.175	42.0 kg	-1.13 mm	94.03 cm²	7.82%	44.70 kPa	43.47 kPa	-5.65%	81.81 cm³
8.00 mm	28.390 mm	0.175	42.0 kg	-1.13 mm	93.93 cm²	7.92%	44.74 kPa	43.52 kPa	-5.65%	81.72 cm³

ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

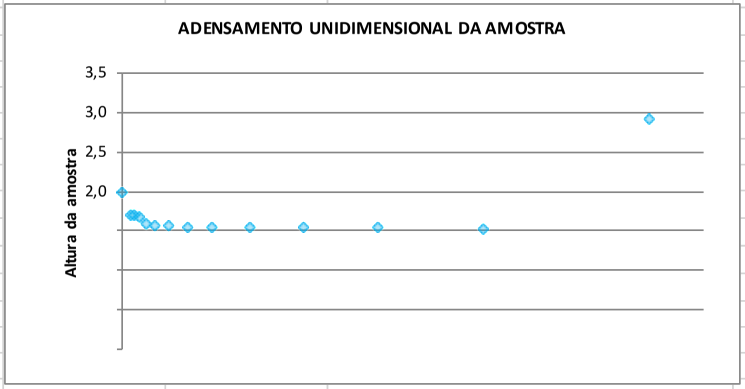
ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	170.44 g
Peso da amostra + forma	492.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	26.4%
Peso específico dos sólidos (G)	2.81
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	321.56 g
Peso específico total (γ_t)	1.6 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.2 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	254.36 g
Peso de água (P_w)	67.20 g
Índice de vazios (e)	1.25
Grau de saturação (S)	0.59
Porosidade (η)	0.56

ETAPA 2 - ADENSAMENTO

DADOS DE ENTRADA		DADOS CALCULADOS			
Peso	20.00 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	83.33 kg
0.00	29.02	0.00	2.00 cm	Força aplicada	0.82 kN
0.13	26.16	0.37	1.71 cm	Carga aplicada	80 kPa
0.25	26.03	0.50	1.70 cm	Variação de altura da amostra	0.91 cm
0.50	25.86	0.71	1.68 cm	Altura final da amostra	2.91 cm
1	25.05	1.00	1.60 cm	Volume amostra após adensamento (V_f)	296.34 cm³
2	24.77	1.41	1.58 cm	Peso específico seco (γ_d)	0.9 g/cm³
4	24.75	2.00	1.57 cm	Índice de vazios (e)	2.27
8	24.61	2.83	1.56 cm	Grau de saturação (S)	0.33
15	24.61	3.87	1.56 cm	Umidade gravimétrica (ω)	26.4%
30	24.61	5.48	1.56 cm	Porosidade (η)	0.69
60	24.52	7.75	1.55 cm		
120	24.51	10.95	1.55 cm		
240	24.45	15.49	1.54 cm		
510	38.07	22.58	2.91 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	12	31	32
PESO CÁPSULA	12.39	12.61	13.28
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	60.12	71.1	67.96
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	50.11	58.89	56.56
MASSA DE ÁGUA	10.01	12.21	11.40
MASSA DE SOLO	37.72	46.28	43.28
UMIDADE	0.27	0.26	0.26
UMIDADE MÉDIA	0.26		

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	x30
PESO CÁPSULA	24.39
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	108.28
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	84.03
MASSA DE ÁGUA	24.25
MASSA DE SOLO	59.64
UMIDADE	0.41



ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ξ_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ξ_v	Volume da amostra
0.00 mm	24.400 mm	0.000	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	80.14 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	24.360 mm	1.300	0.1 kg	-0.04 mm	101.91 cm²	0.10%	0.06 kPa	80.22 kPa	-0.20%	199.74 cm³
0.20 mm	24.360 mm	1.300	0.1 kg	-0.04 mm	101.81 cm²	0.20%	0.06 kPa	80.30 kPa	-0.20%	199.54 cm³
0.30 mm	24.340 mm	2.000	0.7 kg	-0.06 mm	101.71 cm²	0.30%	0.68 kPa	80.38 kPa	-0.30%	197.31 cm³
0.40 mm	24.330 mm	10.300	8.3 kg	-0.07 mm	101.61 cm²	0.40%	8.13 kPa	80.46 kPa	-0.35%	196.10 cm³
0.50 mm	24.310 mm	14.800	12.4 kg	-0.09 mm	101.51 cm²	0.50%	12.18 kPa	80.54 kPa	-0.45%	193.87 cm³
0.60 mm	24.280 mm	16.700	14.1 kg	-0.12 mm	101.40 cm²	0.59%	13.91 kPa	80.62 kPa	-0.60%	190.64 cm³
0.70 mm	24.260 mm	19.100	16.3 kg	-0.14 mm	101.30 cm²	0.69%	16.08 kPa	80.70 kPa	-0.70%	188.42 cm³
0.80 mm	24.240 mm	22.200	19.1 kg	-0.16 mm	101.20 cm²	0.79%	18.89 kPa	80.78 kPa	-0.80%	186.21 cm³
0.90 mm	24.220 mm	24.500	21.2 kg	-0.18 mm	101.10 cm²	0.89%	20.98 kPa	80.86 kPa	-0.90%	184.00 cm³
1.00 mm	24.200 mm	26.800	23.3 kg	-0.20 mm	101.00 cm²	0.99%	23.08 kPa	80.94 kPa	-1.00%	181.80 cm³
1.10 mm	24.140 mm	27.300	23.8 kg	-0.26 mm	100.90 cm²	1.09%	23.56 kPa	81.02 kPa	-1.30%	175.56 cm³
1.20 mm	24.090 mm	29.500	25.8 kg	-0.31 mm	100.80 cm²	1.19%	25.57 kPa	81.10 kPa	-1.55%	170.35 cm³
1.30 mm	24.070 mm	31.800	27.9 kg	-0.33 mm	100.70 cm²	1.29%	27.68 kPa	81.18 kPa	-1.65%	168.16 cm³
1.40 mm	24.050 mm	32.600	28.6 kg	-0.35 mm	100.60 cm²	1.39%	28.43 kPa	81.27 kPa	-1.75%	165.98 cm³
1.50 mm	24.010 mm	33.400	29.3 kg	-0.39 mm	100.50 cm²	1.49%	29.19 kPa	81.35 kPa	-1.95%	161.80 cm³
1.60 mm	23.980 mm	35.200	31.0 kg	-0.42 mm	100.39 cm²	1.58%	30.85 kPa	81.43 kPa	-2.10%	158.62 cm³
1.70 mm	23.940 mm	37.100	32.7 kg	-0.46 mm	100.29 cm²	1.68%	32.61 kPa	81.51 kPa	-2.30%	154.45 cm³
1.80 mm	23.920 mm	37.900	33.4 kg	-0.48 mm	100.19 cm²	1.78%	33.37 kPa	81.59 kPa	-2.40%	152.29 cm³
1.90 mm	23.900 mm	39.000	34.4 kg	-0.50 mm	100.09 cm²	1.88%	34.41 kPa	81.68 kPa	-2.50%	150.14 cm³
2.00 mm	23.880 mm	40.100	35.4 kg	-0.52 mm	99.99 cm²	1.98%	35.44 kPa	81.76 kPa	-2.60%	147.99 cm³
2.10 mm	23.840 mm	41.700	36.9 kg	-0.56 mm	99.89 cm²	2.08%	36.94 kPa	81.84 kPa	-2.80%	143.84 cm³
2.20 mm	23.820 mm	41.900	37.1 kg	-0.58 mm	99.79 cm²	2.18%	37.16 kPa	81.92 kPa	-2.90%	141.70 cm³
2.30 mm	23.800 mm	42.800	37.9 kg	-0.60 mm	99.69 cm²	2.28%	38.02 kPa	82.01 kPa	-3.00%	139.56 cm³
2.40 mm	23.780 mm	43.200	38.3 kg	-0.62 mm	99.59 cm²	2.38%	38.43 kPa	82.09 kPa	-3.10%	137.43 cm³
2.50 mm	23.750 mm	44.500	39.5 kg	-0.65 mm	99.49 cm²	2.48%	39.66 kPa	82.17 kPa	-3.25%	134.30 cm³
2.60 mm	23.720 mm	45.400	40.3 kg	-0.68 mm	99.38 cm²	2.57%	40.52 kPa	82.26 kPa	-3.40%	131.19 cm³
2.70 mm	23.700 mm	45.900	40.7 kg	-0.70 mm	99.28 cm²	2.67%	41.02 kPa	82.34 kPa	-3.50%	129.07 cm³
2.80 mm	23.680 mm	46.200	41.0 kg	-0.72 mm	99.18 cm²	2.77%	41.34 kPa	82.42 kPa	-3.60%	126.95 cm³
2.90 mm	23.660 mm	46.800	41.6 kg	-0.74 mm	99.08 cm²	2.87%	41.94 kPa	82.51 kPa	-3.70%	124.84 cm³
3.00 mm	23.650 mm	47.200	41.9 kg	-0.75 mm	98.98 cm²	2.97%	42.35 kPa	82.59 kPa	-3.75%	123.73 cm³
3.10 mm	23.640 mm	47.800	42.5 kg	-0.76 mm	98.88 cm²	3.07%	42.94 kPa	82.68 kPa	-3.80%	122.61 cm³
3.20 mm	23.620 mm	48.600	43.2 kg	-0.78 mm	98.78 cm²	3.17%	43.73 kPa	82.76 kPa	-3.90%	120.51 cm³
3.30 mm	23.610 mm	49.100	43.6 kg	-0.79 mm	98.68 cm²	3.27%	44.23 kPa	82.85 kPa	-3.95%	119.40 cm³
3.40 mm	23.580 mm	50.000	44.5 kg	-0.82 mm	98.58 cm²	3.37%	45.11 kPa	82.93 kPa	-4.10%	116.32 cm³
3.50 mm	23.570 mm	51.900	46.2 kg	-0.83 mm	98.48 cm²	3.47%	46.92 kPa	83.02 kPa	-4.15%	115.22 cm³
3.60 mm	23.560 mm	50.500	44.9 kg	-0.84 mm	98.37 cm²	3.56%	45.67 kPa	83.10 kPa	-4.20%	114.11 cm³
3.70 mm	23.540 mm	51.000	45.4 kg	-0.86 mm	98.27 cm²	3.66%	46.18 kPa	83.19 kPa	-4.30%	112.03 cm³
3.80 mm	23.520 mm	51.600	45.9 kg	-0.88 mm	98.17 cm²	3.76%	46.78 kPa	83.27 kPa	-4.40%	109.95 cm³
3.90 mm	23.500 mm	51.900	46.2 kg	-0.90 mm	98.07 cm²	3.86%	47.11 kPa	83.36 kPa	-4.50%	107.88 cm³
4.00 mm	23.480 mm	52.800	47.0 kg	-0.92 mm	97.97 cm²	3.96%	48.00 kPa	83.44 kPa	-4.60%	105.81 cm³
4.10 mm	23.470 mm	52.900	47.1 kg	-0.93 mm	97.87 cm²	4.06%	48.14 kPa	83.53 kPa	-4.65%	104.72 cm³
4.20 mm	23.460 mm	53.200	47.4 kg	-0.94 mm	97.77 cm²	4.16%	48.47 kPa	83.62 kPa	-4.70%	103.63 cm³
4.30 mm	23.440 mm	53.600	47.8 kg	-0.96 mm	97.67 cm²	4.26%	48.89 kPa	83.70 kPa	-4.80%	101.57 cm³
4.40 mm	23.430 mm	54.800	48.8 kg	-0.97 mm	97.57 cm²	4.36%	50.06 kPa	83.79 kPa	-4.85%	100.49 cm³
4.50 mm	23.420 mm	55.100	49.1 kg	-0.98 mm	97.47 cm²	4.46%	50.40 kPa	83.88 kPa	-4.90%	99.41 cm³
4.60 mm	23.410 mm	55.700	49.7 kg	-0.99 mm	97.36 cm²	4.55%	51.01 kPa	83.96 kPa	-4.95%	98.34 cm³
4.70 mm	23.400 mm	55.900	49.8 kg	-1.00 mm	97.26 cm²	4.65%	51.25 kPa	84.05 kPa	-5.00%	97.26 cm³
4.80 mm	23.380 mm	56.000	49.9 kg	-1.02 mm	97.16 cm²	4.75%	51.40 kPa	84.14 kPa	-5.10%	95.22 cm³
4.90 mm	23.370 mm	56.300	50.2 kg	-1.03 mm	97.06 cm²	4.85%	51.73 kPa	84.23 kPa	-5.15%	94.15 cm³
5.00 mm	23.360 mm	56.800	50.7 kg	-1.04 mm	96.96 cm²	4.95%	52.26 kPa	84.31 kPa	-5.20%	93.08 cm³
5.10 mm	23.350 mm	56.900	50.8 kg	-1.05 mm	96.86 cm²	5.05%	52.41 kPa	84.40 kPa	-5.25%	92.02 cm³
5.20 mm	23.330 mm	57.000	50.9 kg	-1.07 mm	96.76 cm²	5.15%	52.56 kPa	84.49 kPa	-5.35%	89.98 cm³
5.30 mm	23.320 mm	57.400	51.2 kg	-1.08 mm	96.66 cm²	5.25%	52.99 kPa	84.58 kPa	-5.40%	88.92 cm³
5.40 mm	23.310 mm	57.500	51.3 kg	-1.09 mm	96.56 cm²	5.35%	53.14 kPa	84.67 kPa	-5.45%	87.87 cm³
5.50 mm	23.300 mm	57.500	51.3 kg	-1.10 mm	96.46 cm²	5.45%	53.19 kPa	84.75 kPa	-5.50%	86.81 cm³
5.60 mm	23.290 mm	57.800	51.6 kg	-1.11 mm	96.35 cm²	5.54%	53.53 kPa	84.84 kPa	-5.55%	85.76 cm³
5.70 mm	23.280 mm	58.200	51.9 kg	-1.12 mm	96.25 cm²	5.64%	53.97 kPa	84.93 kPa	-5.60%	84.70 cm³
5.80 mm	23.270 mm	58.900	52.6 kg	-1.13 mm	96.15 cm²	5.74%	54.69 kPa	85.02 kPa	-5.65%	83.65 cm³
5.90 mm	23.260 mm	59.100	52.8 kg	-1.14 mm	96.05 cm²	5.84%	54.94 kPa	85.11 kPa	-5.70%	82.60 cm³
6.00 mm	23.250 mm	59.400	53.0 kg	-1.15 mm	95.95 cm²	5.94%	55.28 kPa	85.20 kPa	-5.75%	81.56 cm³
6.10 mm	23.240 mm	59.900	53.5 kg	-1.16 mm	95.85 cm²	6.04%	55.81 kPa	85.29 kPa	-5.80%	80.51 cm³
6.20 mm	23.230 mm	60.200	53.8 kg	-1.17 mm	95.75 cm²	6.14%	56.16 kPa	85.38 kPa	-5.85%	79.47 cm³
6.30 mm	23.220 mm	60.300	53.9 kg	-1.18 mm	95.65 cm²	6.24%	56.31 kPa	85.47 kPa	-5.90%	78.43 cm³
6.40 mm	23.210 mm	60.400	54.0 kg	-1.19 mm	95.55 cm²	6.34%	56.47 kPa	85.56 kPa	-5.95%	77.39 cm³
6.50 mm	23.200 mm	60.200	53.8 kg	-1.20 mm	95.45 cm²	6.44%	56.34 kPa	85.65 kPa	-6.00%	76.36 cm³
6.60 mm	23.190 mm	60.000	53.6 kg	-1.21 mm	95.34 cm²	6.53%	56.21 kPa	85.74 kPa	-6.05%	75.32 cm³
6.70 mm	23.180 mm	59.800	53.4 kg	-1.22 mm	95.24 cm²	6.63%	56.07 kPa	85.83 kPa	-6.10%	74.29 cm³
6.80 mm	23.170 mm	59.600	53.2 kg	-1.23 mm	95.14 cm²	6.73%	55.94 kPa	85.92 kPa	-6.15%	73.26 cm³
6.90 mm	23.150 mm	59.400	53.0 kg	-1.25 mm	95.04 cm²	6.83%	55.81 kPa	86.02 kPa	-6.25%	71.28 cm³
7.00 mm	23.140 mm	61.000	54.5 kg	-1.26 mm	94.94 cm²	6.93%	57.40 kPa	86.11 kPa	-6.30%	70.26 cm³
7.10 mm	23.140 mm	60.800	54.3 kg	-1.26 mm	94.84 cm²	7.03%	57.27 kPa	86.20 kPa	-6.30%	70.18 cm³
7.20 mm	23.140 mm	59.600	53.2 kg	-1.26 mm	94.74 cm²	7.13%	56.18 kPa	86.29 kPa	-6.30%	70.11 cm³
7.30 mm	23.130 mm	59.900	53.5 kg	-1.27 mm	94.64 cm²	7.23%	56.53 kPa	86.38 kPa	-6.35%	69.09 cm³
7.40 mm	23.130 mm	60.100	53.7 kg	-1.27 mm	94.54 cm²	7.33%	56.78 kPa	86.47 kPa	-6.35%	69.01 cm³
7.50 mm	23.120 mm	60.400	54.0 kg	-1.28 mm	94.44 cm²	7.43%	57.13 kPa	86.57 kPa	-6.40%	67.99 cm³
7.60 mm	23.110 mm	60.800	54.3 kg	-1.29 mm	94.33 cm²	7.52%	57.58 kPa	86.66 kPa	-6.45%	66.98 cm³
7.70 mm	23.100 mm	61.200	54.7 kg	-1.30 mm	94.23 cm²	7.62%	58.03 kPa	86.75 kPa	-6.50%	65.96 cm³
7.80 mm	23.090 mm	62.300	55.7 kg	-1.31 mm	94.13 cm²	7.72%	59.16 kPa	86.85 kPa	-6.55%	64.95 cm³
7.90 mm	23.080 mm	62.900	56.2 kg	-1.32 mm	94.03 cm²	7.82%	59.80 kPa	86.94 kPa	-6.60%	63.94 cm³
8.00 mm	23.080 mm	63.100	56.4 kg	-1.32 mm	93.93 cm²	7.92%	60.06 kPa	87.03 kPa	-6.60%	63.87 cm³

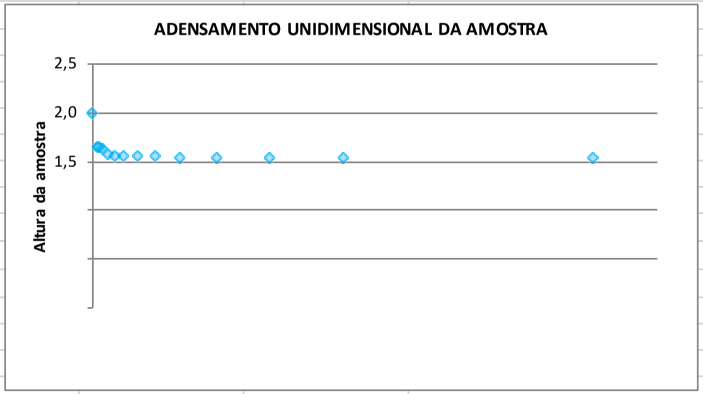
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	168.02 g
Peso da amostra + forma	485.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	35.1%
Peso específico dos sólidos (G)	2.81
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	316.98 g
Peso específico total (γ_t)	1.6 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.15 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	234.55 g
Peso de água (P_w)	82.43 g
Índice de vazios (e)	1.44
Grau de saturação (S)	0.68
Porosidade (η)	0.59

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	40.00 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	166.67 kg
0.00	34.1	0.00	2.00 cm	Força aplicada	1.64 kN
0.13	30.57	0.37	1.65 cm	Carga aplicada	160 kPa
0.25	30.54	0.50	1.64 cm	Variação de altura da amostra	-0.45 cm
0.50	30.5	0.71	1.64 cm	Altura final da amostra	1.55 cm
1	29.98	1.00	1.59 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	158.1 cm³
2	29.77	1.41	1.57 cm	Peso específico seco (γ_d)	1.5 g/cm³
4	29.70	2.00	1.56 cm	Índice de vazios (e)	0.89
8	29.67	2.83	1.56 cm	Grau de saturação (S)	1.00
15	29.65	3.87	1.56 cm	Umidade gravimétrica (ω)	31.8%
30	29.64	5.48	1.55 cm	Porosidade (η)	0.47
60	29.63	7.75	1.55 cm		
120	29.62	10.95	1.55 cm		
240	29.61	15.49	1.55 cm		
960	29.6	30.98	1.55 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	1	8	25
PESO CÁPSULA	13.32	13.26	13.10
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	75.20	71.00	68.90
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	57.66	54.74	57.15
MASSA DE ÁGUA	17.54	16.26	11.75
MASSA DE SOLO	44.34	41.48	44.05
UMIDADE	0.40	0.39	0.27
UMIDADE MÉDIA	0.35		

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	21
PESO CÁPSULA	24.54
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	105.63
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	81.80
MASSA DE ÁGUA	23.83
MASSA DE SOLO	57.26
UMIDADE	0.42



ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ε_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ε_v	Volume da amostra
0.00 mm	29.570 mm	0.000	3.3 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	3.20 kPa	160.28 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	29.500 mm	0.025	8.8 kg	-0.07 mm	101.91 cm²	0.10%	8.64 kPa	160.44 kPa	-0.35%	196.68 cm³
0.20 mm	29.500 mm	0.032	10.4 kg	-0.07 mm	101.81 cm²	0.20%	10.17 kPa	160.60 kPa	-0.35%	196.49 cm³
0.30 mm	29.460 mm	0.052	14.8 kg	-0.11 mm	101.71 cm²	0.30%	14.54 kPa	160.76 kPa	-0.55%	192.23 cm³
0.40 mm	29.420 mm	0.065	17.7 kg	-0.15 mm	101.61 cm²	0.40%	17.38 kPa	160.92 kPa	-0.75%	187.97 cm³
0.50 mm	29.390 mm	0.073	19.4 kg	-0.18 mm	101.51 cm²	0.50%	19.15 kPa	161.08 kPa	-0.90%	184.74 cm³
0.60 mm	29.350 mm	0.082	21.4 kg	-0.22 mm	101.40 cm²	0.59%	21.13 kPa	161.24 kPa	-1.10%	180.50 cm³
0.70 mm	29.320 mm	0.091	23.4 kg	-0.25 mm	101.30 cm²	0.69%	23.12 kPa	161.40 kPa	-1.25%	177.28 cm³
0.80 mm	29.300 mm	0.098	25.0 kg	-0.27 mm	101.20 cm²	0.79%	24.68 kPa	161.56 kPa	-1.35%	175.08 cm³
0.90 mm	29.280 mm	0.105	26.5 kg	-0.29 mm	101.10 cm²	0.89%	26.23 kPa	161.72 kPa	-1.45%	172.88 cm³
1.00 mm	29.250 mm	0.112	28.1 kg	-0.32 mm	101.00 cm²	0.99%	27.80 kPa	161.88 kPa	-1.60%	169.68 cm³
1.10 mm	29.230 mm	0.118	29.4 kg	-0.34 mm	100.90 cm²	1.09%	29.14 kPa	162.04 kPa	-1.70%	167.49 cm³
1.20 mm	29.210 mm	0.123	30.5 kg	-0.36 mm	100.80 cm²	1.19%	30.27 kPa	162.21 kPa	-1.80%	165.31 cm³
1.30 mm	29.200 mm	0.130	32.1 kg	-0.37 mm	100.70 cm²	1.29%	31.84 kPa	162.37 kPa	-1.85%	164.14 cm³
1.40 mm	29.180 mm	0.132	32.5 kg	-0.39 mm	100.60 cm²	1.39%	32.31 kPa	162.53 kPa	-1.95%	161.96 cm³
1.50 mm	29.160 mm	0.136	33.4 kg	-0.41 mm	100.50 cm²	1.49%	33.23 kPa	162.69 kPa	-2.05%	159.79 cm³
1.60 mm	29.140 mm	0.141	34.5 kg	-0.43 mm	100.39 cm²	1.58%	34.36 kPa	162.86 kPa	-2.15%	157.62 cm³
1.70 mm	29.120 mm	0.148	36.0 kg	-0.45 mm	100.29 cm²	1.68%	35.94 kPa	163.02 kPa	-2.25%	155.45 cm³
1.80 mm	29.100 mm	0.152	36.9 kg	-0.47 mm	100.19 cm²	1.78%	36.86 kPa	163.19 kPa	-2.35%	153.29 cm³
1.90 mm	29.070 mm	0.155	37.6 kg	-0.50 mm	100.09 cm²	1.88%	37.56 kPa	163.35 kPa	-2.50%	150.14 cm³
2.00 mm	29.050 mm	0.158	38.3 kg	-0.52 mm	99.99 cm²	1.98%	38.27 kPa	163.52 kPa	-2.60%	147.99 cm³
2.10 mm	29.030 mm	0.163	39.4 kg	-0.54 mm	99.89 cm²	2.08%	39.41 kPa	163.68 kPa	-2.70%	145.84 cm³
2.20 mm	29.010 mm	0.166	40.0 kg	-0.56 mm	99.79 cm²	2.18%	40.12 kPa	163.85 kPa	-2.80%	143.69 cm³
2.30 mm	29.000 mm	0.168	40.5 kg	-0.57 mm	99.69 cm²	2.28%	40.61 kPa	164.01 kPa	-2.85%	142.55 cm³
2.40 mm	28.990 mm	0.170	40.9 kg	-0.58 mm	99.59 cm²	2.38%	41.09 kPa	164.18 kPa	-2.90%	141.41 cm³
2.50 mm	28.950 mm	0.172	41.4 kg	-0.62 mm	99.49 cm²	2.48%	41.58 kPa	164.35 kPa	-3.10%	137.29 cm³
2.60 mm	28.930 mm	0.173	41.6 kg	-0.64 mm	99.38 cm²	2.57%	41.84 kPa	164.51 kPa	-3.20%	135.16 cm³
2.70 mm	28.910 mm	0.175	42.0 kg	-0.66 mm	99.28 cm²	2.67%	42.33 kPa	164.68 kPa	-3.30%	133.04 cm³
2.80 mm	28.900 mm	0.176	42.3 kg	-0.67 mm	99.18 cm²	2.77%	42.60 kPa	164.85 kPa	-3.35%	131.91 cm³
2.90 mm	28.880 mm	0.178	42.7 kg	-0.69 mm	99.08 cm²	2.87%	43.09 kPa	165.02 kPa	-3.45%	129.80 cm³
3.00 mm	28.870 mm	0.179	42.9 kg	-0.70 mm	98.98 cm²	2.97%	43.36 kPa	165.18 kPa	-3.50%	128.67 cm³
3.10 mm	28.850 mm	0.180	43.1 kg	-0.72 mm	98.88 cm²	3.07%	43.63 kPa	165.35 kPa	-3.60%	126.57 cm³
3.20 mm	28.830 mm	0.183	43.8 kg	-0.74 mm	98.78 cm²	3.17%	44.34 kPa	165.52 kPa	-3.70%	124.46 cm³
3.30 mm	28.800 mm	0.187	44.7 kg	-0.77 mm	98.68 cm²	3.27%	45.29 kPa	165.69 kPa	-3.85%	121.37 cm³
3.40 mm	28.780 mm	0.190	45.4 kg	-0.79 mm	98.58 cm²	3.37%	46.01 kPa	165.86 kPa	-3.95%	119.28 cm³
3.50 mm	28.760 mm	0.193	46.0 kg	-0.81 mm	98.48 cm²	3.47%	46.73 kPa	166.03 kPa	-4.05%	117.19 cm³
3.60 mm	28.740 mm	0.000	3.3 kg	-0.83 mm	98.37 cm²	3.56%	3.32 kPa	166.20 kPa	-4.15%	115.10 cm³
3.70 mm	28.730 mm	0.196	46.7 kg	-0.84 mm	98.27 cm²	3.66%	47.50 kPa	166.37 kPa	-4.20%	114.00 cm³
3.80 mm	28.710 mm	0.197	46.9 kg	-0.86 mm	98.17 cm²	3.76%	47.77 kPa	166.54 kPa	-4.30%	111.92 cm³
3.90 mm	28.690 mm	0.198	47.1 kg	-0.88 mm	98.07 cm²	3.86%	48.05 kPa	166.72 kPa	-4.40%	109.84 cm³
4.00 mm	28.680 mm	0.200	47.6 kg	-0.89 mm	97.97 cm²	3.96%	48.55 kPa	166.89 kPa	-4.45%	108.75 cm³
4.10 mm	28.670 mm	0.201	47.8 kg	-0.90 mm	97.87 cm²	4.06%	48.83 kPa	167.06 kPa	-4.50%	107.66 cm³
4.20 mm	28.650 mm	0.202	48.0 kg	-0.92 mm	97.77 cm²	4.16%	49.11 kPa	167.23 kPa	-4.60%	105.59 cm³
4.30 mm	28.640 mm	0.203	48.2 kg	-0.93 mm	97.67 cm²	4.26%	49.38 kPa	167.41 kPa	-4.65%	104.50 cm³
4.40 mm	28.630 mm	0.204	48.5 kg	-0.94 mm	97.57 cm²	4.36%	49.66 kPa	167.58 kPa	-4.70%	103.42 cm³
4.50 mm	28.620 mm	0.205	48.7 kg	-0.95 mm	97.47 cm²	4.46%	49.94 kPa	167.75 kPa	-4.75%	102.34 cm³
4.60 mm	28.610 mm	0.206	48.9 kg	-0.96 mm	97.36 cm²	4.55%	50.22 kPa	167.93 kPa	-4.80%	101.26 cm³
4.70 mm	28.600 mm	0.207	49.1 kg	-0.97 mm	97.26 cm²	4.65%	50.50 kPa	168.10 kPa	-4.85%	100.18 cm³
4.80 mm	28.580 mm	0.208	49.3 kg	-0.99 mm	97.16 cm²	4.75%	50.78 kPa	168.28 kPa	-4.95%	98.13 cm³
4.90 mm	28.560 mm	0.209	49.6 kg	-1.01 mm	97.06 cm²	4.85%	51.06 kPa	168.45 kPa	-5.05%	96.09 cm³
5.00 mm	28.550 mm	0.210	49.8 kg	-1.02 mm	96.96 cm²	4.95%	51.34 kPa	168.63 kPa	-5.10%	95.02 cm³
5.10 mm	28.540 mm	0.212	50.2 kg	-1.03 mm	96.86 cm²	5.05%	51.85 kPa	168.80 kPa	-5.15%	93.95 cm³
5.20 mm	28.530 mm	0.213	50.4 kg	-1.04 mm	96.76 cm²	5.15%	52.14 kPa	168.98 kPa	-5.20%	92.89 cm³
5.30 mm	28.530 mm	0.215	50.9 kg	-1.04 mm	96.66 cm²	5.25%	52.65 kPa	169.15 kPa	-5.20%	92.79 cm³
5.40 mm	28.520 mm	0.216	51.1 kg	-1.05 mm	96.56 cm²	5.35%	52.93 kPa	169.33 kPa	-5.25%	91.73 cm³
5.50 mm	28.510 mm	0.217	51.3 kg	-1.06 mm	96.46 cm²	5.45%	53.22 kPa	169.51 kPa	-5.30%	90.67 cm³
5.60 mm	28.500 mm	0.218	51.6 kg	-1.07 mm	96.35 cm²	5.54%	53.50 kPa	169.69 kPa	-5.35%	89.61 cm³
5.70 mm	28.480 mm	0.219	51.8 kg	-1.09 mm	96.25 cm²	5.64%	53.79 kPa	169.86 kPa	-5.45%	87.59 cm³
5.80 mm	28.450 mm	0.220	52.0 kg	-1.12 mm	96.15 cm²	5.74%	54.08 kPa	170.04 kPa	-5.60%	84.61 cm³
5.90 mm	28.450 mm	0.221	52.2 kg	-1.12 mm	96.05 cm²	5.84%	54.36 kPa	170.22 kPa	-5.60%	84.52 cm³
6.00 mm	28.440 mm	0.222	52.4 kg	-1.13 mm	95.95 cm²	5.94%	54.65 kPa	170.40 kPa	-5.65%	83.48 cm³
6.10 mm	28.430 mm	0.222	52.4 kg	-1.14 mm	95.85 cm²	6.04%	54.71 kPa	170.58 kPa	-5.70%	82.43 cm³
6.20 mm	28.420 mm	0.223	52.7 kg	-1.15 mm	95.75 cm²	6.14%	55.00 kPa	170.76 kPa	-5.75%	81.39 cm³
6.30 mm	28.410 mm	0.224	52.9 kg	-1.16 mm	95.65 cm²	6.24%	55.29 kPa	170.94 kPa	-5.80%	80.34 cm³
6.40 mm	28.400 mm	0.225	53.1 kg	-1.17 mm	95.55 cm²	6.34%	55.58 kPa	171.12 kPa	-5.85%	79.30 cm³
6.50 mm	28.390 mm	0.226	53.3 kg	-1.18 mm	95.45 cm²	6.44%	55.87 kPa	171.30 kPa	-5.90%	78.26 cm³
6.60 mm	28.390 mm	0.227	53.5 kg	-1.18 mm	95.34 cm²	6.53%	56.16 kPa	171.48 kPa	-5.90%	78.18 cm³
6.70 mm	28.380 mm	0.228	53.8 kg	-1.19 mm	95.24 cm²	6.63%	56.45 kPa	171.67 kPa	-5.95%	77.15 cm³
6.80 mm	28.380 mm	0.229	54.0 kg	-1.19 mm	95.14 cm²	6.73%	56.75 kPa	171.85 kPa	-5.95%	77.07 cm³
6.90 mm	28.380 mm	0.229	54.0 kg	-1.19 mm	95.04 cm²	6.83%	56.81 kPa	172.03 kPa	-5.95%	76.98 cm³
7.00 mm	28.370 mm	0.229	54.0 kg	-1.20 mm	94.94 cm²	6.93%	56.87 kPa	172.21 kPa	-6.00%	75.95 cm³
7.10 mm	28.360 mm	0.229	54.0 kg	-1.21 mm	94.84 cm²	7.03%	56.93 kPa	172.40 kPa	-6.05%	74.92 cm³
7.20 mm	28.350 mm	0.230	54.2 kg	-1.22 mm	94.74 cm²	7.13%	57.22 kPa	172.58 kPa	-6.10%	73.90 cm³
7.30 mm	28.340 mm	0.230	54.2 kg	-1.23 mm	94.64 cm²	7.23%	57.28 kPa	172.77 kPa	-6.15%	72.87 cm³
7.40 mm	28.320 mm	0.230	54.2 kg	-1.25 mm	94.54 cm²	7.33%	57.34 kPa	172.95 kPa	-6.25%	70.90 cm³
7.50 mm	28.310 mm	0.230	54.2 kg	-1.26 mm	94.44 cm²	7.43%	57.41 kPa	173.13 kPa	-6.30%	69.88 cm³
7.60 mm	28.310 mm	0.231	54.4 kg	-1.26 mm	94.33 cm²	7.52%	57.70 kPa	173.32 kPa	-6.30%	69.81 cm³
7.70 mm	28.300 mm	0.232	54.7 kg	-1.27 mm	94.23 cm²	7.62%	58.00 kPa	173.51 kPa	-6.35%	68.79 cm³
7.80 mm	28.300 mm	0.233	54.9 kg	-1.27 mm	94.13 cm²	7.72%	58.30 kPa	173.69 kPa	-6.35%	68.72 cm³
7.90 mm	28.290 mm	0.234	55.1 kg	-1.28 mm	94.03 cm²	7.82%	58.59 kPa	173.88 kPa	-6.40%	67.70 cm³
8.00 mm	28.260 mm	0.234	55.1 kg	-1.31 mm	93.93 cm²	7.92%	58.66 kPa	174.07 kPa	-6.55%	64.81 cm³

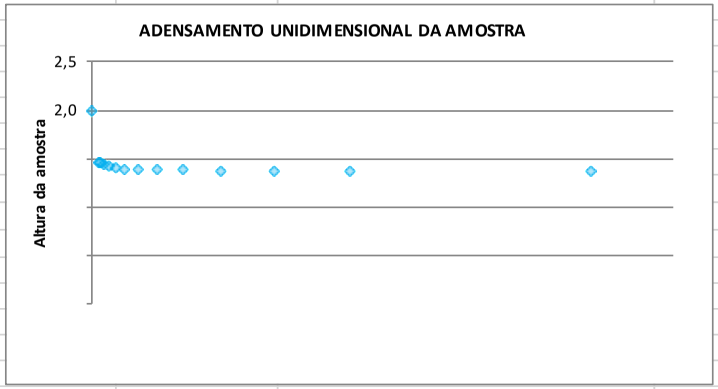
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	167.78 g
Peso da amostra + forma	501.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	27.2%
Peso específico dos sólidos (G)	2.81
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	333.22 g
Peso específico total (γ_t)	1.6 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.2837 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	261.90 g
Peso de água (P_w)	71.32 g
Índice de vazios (e)	1.19
Grau de saturação (S)	0.64
Porosidade (η)	0.54

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	79.85 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	332.71 kg
0.00	28.44	0.00	2.00 cm	Força aplicada	3.26 kN
0.13	23.08	0.37	1.46 cm	Carga aplicada	320 kPa
0.25	23.01	0.50	1.46 cm	Variação de altura da amostra	-0.63 cm
0.50	22.87	0.71	1.44 cm	Altura final da amostra	1.37 cm
1	22.74	1.00	1.43 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	139.86 cm³
2	22.54	1.41	1.41 cm	Peso específico seco (γ_d)	1.9 g/cm³
4	22.39	2.00	1.40 cm	Índice de vazios (e)	0.50
8	22.34	2.83	1.39 cm	Grau de saturação (S)	1.00
15	22.31	3.87	1.39 cm	Umidade gravimétrica (ω)	17.8%
30	22.27	5.48	1.38 cm	Porosidade (η)	0.33
60	22.23	7.75	1.38 cm		
120	22.19	10.95	1.38 cm		
240	22.17	15.49	1.37 cm		
900	22.15	30.00	1.37 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	24	25	18
PESO CÁPSULA	12.55	13.1	13.26
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	74.26	69.03	74.25
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	61.03	57.13	61.14
MASSA DE ÁGUA	13.23	11.90	13.11
MASSA DE SOLO	48.48	44.03	47.88
UMIDADE	0.27	0.27	0.27
UMIDADE MÉDIA	0.27		

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	5
PESO CÁPSULA	24.58
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	114.7
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	90.99
MASSA DE ÁGUA	23.71
MASSA DE SOLO	66.41
UMIDADE	0.36



ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ξ_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ξ_v	Volume da amostra
0.00 mm	22.140 mm	0.0 kg	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	319.96 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	22.090 mm	0.2 kg	-0.9 kg	-0.05 mm	101.91 cm²	0.10%	-0.93 kPa	320.27 kPa	-0.25%	198.72 cm³
0.20 mm	22.090 mm	8.7 kg	6.8 kg	-0.05 mm	101.81 cm²	0.20%	6.68 kPa	320.59 kPa	-0.25%	198.53 cm³
0.30 mm	22.080 mm	16.6 kg	14.0 kg	-0.06 mm	101.71 cm²	0.30%	13.77 kPa	320.91 kPa	-0.30%	197.31 cm³
0.40 mm	22.080 mm	26.7 kg	23.2 kg	-0.06 mm	101.61 cm²	0.40%	22.85 kPa	321.23 kPa	-0.30%	197.12 cm³
0.50 mm	22.080 mm	39.9 kg	35.3 kg	-0.06 mm	101.51 cm²	0.50%	34.74 kPa	321.55 kPa	-0.30%	196.92 cm³
0.60 mm	22.070 mm	51.6 kg	45.9 kg	-0.07 mm	101.40 cm²	0.59%	45.29 kPa	321.87 kPa	-0.35%	195.71 cm³
0.70 mm	22.070 mm	59.0 kg	52.7 kg	-0.07 mm	101.30 cm²	0.69%	52.00 kPa	322.19 kPa	-0.35%	195.51 cm³
0.80 mm	22.070 mm	64.8 kg	58.0 kg	-0.07 mm	101.20 cm²	0.79%	57.28 kPa	322.51 kPa	-0.35%	195.32 cm³
0.90 mm	22.060 mm	69.1 kg	61.9 kg	-0.08 mm	101.10 cm²	0.89%	61.21 kPa	322.83 kPa	-0.40%	194.11 cm³
1.00 mm	22.030 mm	72.8 kg	65.3 kg	-0.11 mm	101.00 cm²	0.99%	64.62 kPa	323.16 kPa	-0.55%	190.89 cm³
1.10 mm	22.010 mm	76.7 kg	68.8 kg	-0.13 mm	100.90 cm²	1.09%	68.20 kPa	323.48 kPa	-0.65%	188.68 cm³
1.20 mm	21.980 mm	79.3 kg	71.2 kg	-0.16 mm	100.80 cm²	1.19%	70.63 kPa	323.80 kPa	-0.80%	185.47 cm³
1.30 mm	21.960 mm	82.4 kg	74.0 kg	-0.18 mm	100.70 cm²	1.29%	73.50 kPa	324.13 kPa	-0.90%	183.27 cm³
1.40 mm	21.940 mm	85.5 kg	76.8 kg	-0.20 mm	100.60 cm²	1.39%	76.39 kPa	324.45 kPa	-1.00%	181.07 cm³
1.50 mm	21.910 mm	88.2 kg	79.3 kg	-0.23 mm	100.50 cm²	1.49%	78.91 kPa	324.78 kPa	-1.15%	177.88 cm³
1.60 mm	21.890 mm	92.8 kg	83.5 kg	-0.25 mm	100.39 cm²	1.58%	83.17 kPa	325.11 kPa	-1.25%	175.69 cm³
1.70 mm	21.870 mm	98.3 kg	88.5 kg	-0.27 mm	100.29 cm²	1.68%	88.26 kPa	325.43 kPa	-1.35%	173.51 cm³
1.80 mm	21.850 mm	101.5 kg	91.4 kg	-0.29 mm	100.19 cm²	1.78%	91.26 kPa	325.76 kPa	-1.45%	171.33 cm³
1.90 mm	21.840 mm	106.8 kg	96.3 kg	-0.30 mm	100.09 cm²	1.88%	96.18 kPa	326.09 kPa	-1.50%	170.15 cm³
2.00 mm	21.820 mm	110.3 kg	99.5 kg	-0.32 mm	99.99 cm²	1.98%	99.47 kPa	326.42 kPa	-1.60%	167.98 cm³
2.10 mm	21.800 mm	115.2 kg	103.9 kg	-0.34 mm	99.89 cm²	2.08%	104.04 kPa	326.75 kPa	-1.70%	165.82 cm³
2.20 mm	21.780 mm	117.4 kg	105.9 kg	-0.36 mm	99.79 cm²	2.18%	106.16 kPa	327.08 kPa	-1.80%	163.65 cm³
2.30 mm	21.760 mm	119.8 kg	108.1 kg	-0.38 mm	99.69 cm²	2.28%	108.46 kPa	327.41 kPa	-1.90%	161.49 cm³
2.40 mm	21.730 mm	121.5 kg	109.7 kg	-0.41 mm	99.59 cm²	2.38%	110.13 kPa	327.74 kPa	-2.05%	158.34 cm³
2.50 mm	21.720 mm	128.2 kg	115.8 kg	-0.42 mm	99.49 cm²	2.48%	116.38 kPa	328.08 kPa	-2.10%	157.19 cm³
2.60 mm	21.700 mm	130.0 kg	117.4 kg	-0.44 mm	99.38 cm²	2.57%	118.15 kPa	328.41 kPa	-2.20%	155.04 cm³
2.70 mm	21.680 mm	133.8 kg	120.9 kg	-0.46 mm	99.28 cm²	2.67%	121.76 kPa	328.74 kPa	-2.30%	152.90 cm³
2.80 mm	21.660 mm	136.2 kg	123.1 kg	-0.48 mm	99.18 cm²	2.77%	124.09 kPa	329.08 kPa	-2.40%	150.76 cm³
2.90 mm	21.650 mm	138.3 kg	125.0 kg	-0.49 mm	99.08 cm²	2.87%	126.15 kPa	329.41 kPa	-2.45%	149.61 cm³
3.00 mm	21.640 mm	149.8 kg	135.5 kg	-0.50 mm	98.98 cm²	2.97%	136.88 kPa	329.75 kPa	-2.50%	148.47 cm³
3.10 mm	21.630 mm	140.8 kg	127.3 kg	-0.51 mm	98.88 cm²	3.07%	128.72 kPa	330.09 kPa	-2.55%	147.33 cm³
3.20 mm	21.620 mm	141.8 kg	128.2 kg	-0.52 mm	98.78 cm²	3.17%	129.77 kPa	330.42 kPa	-2.60%	146.19 cm³
3.30 mm	21.610 mm	143.4 kg	129.6 kg	-0.53 mm	98.68 cm²	3.27%	131.38 kPa	330.76 kPa	-2.65%	145.06 cm³
3.40 mm	21.600 mm	147.2 kg	133.1 kg	-0.54 mm	98.58 cm²	3.37%	135.03 kPa	331.10 kPa	-2.70%	143.92 cm³
3.50 mm	21.590 mm	149.9 kg	135.6 kg	-0.55 mm	98.48 cm²	3.47%	137.67 kPa	331.44 kPa	-2.75%	142.79 cm³
3.60 mm	21.580 mm	151.2 kg	136.8 kg	-0.56 mm	98.37 cm²	3.56%	139.02 kPa	331.78 kPa	-2.80%	141.66 cm³
3.70 mm	21.560 mm	153.4 kg	138.8 kg	-0.58 mm	98.27 cm²	3.66%	141.20 kPa	332.12 kPa	-2.90%	139.55 cm³
3.80 mm	21.540 mm	155.8 kg	141.0 kg	-0.60 mm	98.17 cm²	3.76%	143.58 kPa	332.46 kPa	-3.00%	137.44 cm³
3.90 mm	21.530 mm	157.1 kg	142.1 kg	-0.61 mm	98.07 cm²	3.86%	144.93 kPa	332.81 kPa	-3.05%	136.32 cm³
4.00 mm	21.520 mm	158.9 kg	143.8 kg	-0.62 mm	97.97 cm²	3.96%	146.76 kPa	333.15 kPa	-3.10%	135.20 cm³
4.10 mm	21.500 mm	160.3 kg	145.1 kg	-0.64 mm	97.87 cm²	4.06%	148.22 kPa	333.49 kPa	-3.20%	133.10 cm³
4.20 mm	21.480 mm	162.6 kg	147.2 kg	-0.66 mm	97.77 cm²	4.16%	150.51 kPa	333.84 kPa	-3.30%	131.01 cm³
4.30 mm	21.470 mm	163.4 kg	147.9 kg	-0.67 mm	97.67 cm²	4.26%	151.42 kPa	334.18 kPa	-3.35%	129.90 cm³
4.40 mm	21.470 mm	166.1 kg	150.3 kg	-0.67 mm	97.57 cm²	4.36%	154.10 kPa	334.53 kPa	-3.35%	129.76 cm³
4.50 mm	21.450 mm	168.5 kg	152.5 kg	-0.69 mm	97.47 cm²	4.46%	156.50 kPa	334.88 kPa	-3.45%	127.68 cm³
4.60 mm	21.440 mm	169.3 kg	153.3 kg	-0.70 mm	97.36 cm²	4.55%	157.41 kPa	335.22 kPa	-3.50%	126.57 cm³
4.70 mm	21.430 mm	171.0 kg	154.8 kg	-0.71 mm	97.26 cm²	4.65%	159.17 kPa	335.57 kPa	-3.55%	125.47 cm³
4.80 mm	21.400 mm	172.4 kg	156.1 kg	-0.74 mm	97.16 cm²	4.75%	160.65 kPa	335.92 kPa	-3.70%	122.42 cm³
4.90 mm	21.390 mm	174.8 kg	158.3 kg	-0.75 mm	97.06 cm²	4.85%	163.07 kPa	336.27 kPa	-3.75%	121.33 cm³
5.00 mm	21.380 mm	176.2 kg	159.6 kg	-0.76 mm	96.96 cm²	4.95%	164.56 kPa	336.62 kPa	-3.80%	120.23 cm³
5.10 mm	21.360 mm	178.6 kg	161.7 kg	-0.78 mm	96.86 cm²	5.05%	166.99 kPa	336.97 kPa	-3.90%	118.17 cm³
5.20 mm	21.340 mm	179.4 kg	162.5 kg	-0.80 mm	96.76 cm²	5.15%	167.92 kPa	337.32 kPa	-4.00%	116.11 cm³
5.30 mm	21.320 mm	180.2 kg	163.2 kg	-0.82 mm	96.66 cm²	5.25%	168.85 kPa	337.68 kPa	-4.10%	114.06 cm³
5.40 mm	21.300 mm	181.3 kg	164.2 kg	-0.84 mm	96.56 cm²	5.35%	170.06 kPa	338.03 kPa	-4.20%	112.00 cm³
5.50 mm	21.290 mm	182.4 kg	165.2 kg	-0.85 mm	96.46 cm²	5.45%	171.28 kPa	338.38 kPa	-4.25%	110.92 cm³
5.60 mm	21.280 mm	183.0 kg	165.8 kg	-0.86 mm	96.35 cm²	5.54%	172.03 kPa	338.74 kPa	-4.30%	109.84 cm³
5.70 mm	21.270 mm	184.4 kg	167.0 kg	-0.87 mm	96.25 cm²	5.64%	173.54 kPa	339.09 kPa	-4.35%	108.77 cm³
5.80 mm	21.260 mm	185.7 kg	168.2 kg	-0.88 mm	96.15 cm²	5.74%	174.95 kPa	339.45 kPa	-4.40%	107.69 cm³
5.90 mm	21.250 mm	186.8 kg	169.2 kg	-0.89 mm	96.05 cm²	5.84%	176.18 kPa	339.81 kPa	-4.45%	106.62 cm³
6.00 mm	21.240 mm	188.2 kg	170.5 kg	-0.90 mm	95.95 cm²	5.94%	177.70 kPa	340.16 kPa	-4.50%	105.55 cm³
6.10 mm	21.240 mm	189.3 kg	171.5 kg	-0.90 mm	95.85 cm²	6.04%	178.93 kPa	340.52 kPa	-4.50%	105.43 cm³
6.20 mm	21.230 mm	189.9 kg	172.1 kg	-0.91 mm	95.75 cm²	6.14%	179.69 kPa	340.88 kPa	-4.55%	104.37 cm³
6.30 mm	21.220 mm	190.2 kg	172.3 kg	-0.92 mm	95.65 cm²	6.24%	180.17 kPa	341.24 kPa	-4.60%	103.30 cm³
6.40 mm	21.200 mm	190.8 kg	172.9 kg	-0.94 mm	95.55 cm²	6.34%	180.93 kPa	341.60 kPa	-4.70%	101.28 cm³
6.50 mm	21.190 mm	191.2 kg	173.2 kg	-0.95 mm	95.45 cm²	6.44%	181.50 kPa	341.96 kPa	-4.75%	100.22 cm³
6.60 mm	21.180 mm	191.8 kg	173.8 kg	-0.96 mm	95.34 cm²	6.53%	182.27 kPa	342.33 kPa	-4.80%	99.16 cm³
6.70 mm	21.170 mm	192.2 kg	174.1 kg	-0.97 mm	95.24 cm²	6.63%	182.85 kPa	342.69 kPa	-4.85%	98.10 cm³
6.80 mm	21.170 mm	193.8 kg	175.6 kg	-0.97 mm	95.14 cm²	6.73%	184.57 kPa	343.05 kPa	-4.85%	98.00 cm³
6.90 mm	21.160 mm	194.0 kg	175.8 kg	-0.98 mm	95.04 cm²	6.83%	184.96 kPa	343.42 kPa	-4.90%	96.94 cm³
7.00 mm	21.160 mm	194.8 kg	176.5 kg	-0.98 mm	94.94 cm²	6.93%	185.93 kPa	343.78 kPa	-4.90%	96.84 cm³
7.10 mm	21.150 mm	195.2 kg	176.9 kg	-0.99 mm	94.84 cm²	7.03%	186.51 kPa	344.15 kPa	-4.95%	95.79 cm³
7.20 mm	21.150 mm	196.7 kg	178.3 kg	-0.99 mm	94.74 cm²	7.13%	188.15 kPa	344.52 kPa	-4.95%	95.69 cm³
7.30 mm	21.140 mm	197.2 kg	178.7 kg	-1.00 mm	94.64 cm²	7.23%	188.84 kPa	344.88 kPa	-5.00%	94.64 cm³
7.40 mm	21.140 mm	197.8 kg	179.3 kg	-1.00 mm	94.54 cm²	7.33%	189.62 kPa	345.25 kPa	-5.00%	94.54 cm³
7.50 mm	21.130 mm	198.8 kg	180.2 kg	-1.01 mm	94.44 cm²	7.43%	190.78 kPa	345.62 kPa	-5.05%	93.49 cm³
7.60 mm	21.120 mm	199.0 kg	180.3 kg	-1.02 mm	94.33 cm²	7.52%	191.18 kPa	345.99 kPa	-5.10%	92.45 cm³
7.70 mm	21.110 mm	199.8 kg	181.1 kg	-1.03 mm	94.23 cm²	7.62%	192.16 kPa	346.36 kPa	-5.15%	91.41 cm³
7.80 mm	21.100 mm	200.7 kg	181.9 kg	-1.04 mm	94.13 cm²	7.72%	193.24 kPa	346.73 kPa	-5.20%	90.37 cm³
7.90 mm	21.100 mm	201.4 kg	182.5 kg	-1.04 mm	94.03 cm²	7.82%	194.13 kPa	347.11 kPa	-5.20%	90.27 cm³
8.00 mm	21.100 mm	202.4 kg	183.5 kg	-1.04 mm	93.93 cm²	7.92%	195.31 kPa	347.48 kPa	-5.20%	90.17 cm³

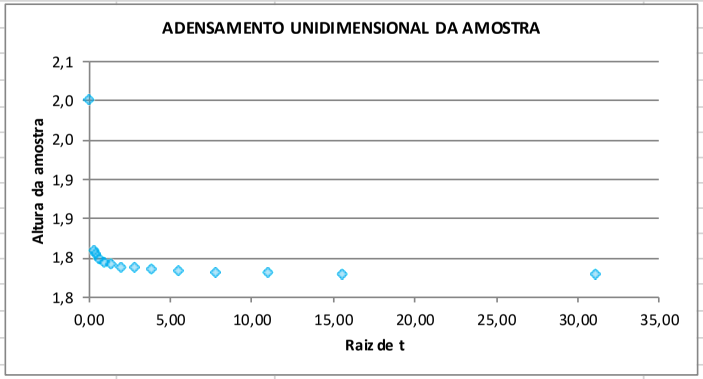
APÊNDICE 3 – DADOS DOS ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO – BLOCO 1 AMOSTRAS NA UMIDADE NATURAL

ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	167.68 g
Peso da amostra + forma	481.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	51.7%
Peso específico dos sólidos (G)	2.81
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	313.32 g
Peso específico total (γ_t)	1.5 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.0 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	206.60 g
Peso de água (P_w)	106.72 g
Índice de vazios (e)	1.77
Grau de saturação (S)	0.82
Porosidade (η)	0.64

ETAPA 2 - ADENSAMENTO

DADOS DE ENTRADA		DADOS CALCULADOS			
Peso	9.80 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	40.83 kg
0.00	33.59	0.00	2.00 cm	Força aplicada	0.40 kN
0.13	31.69	0.37	1.81 cm	Carga aplicada	39 kPa
0.25	31.64	0.50	1.81 cm	Variação de altura da amostra	-0.22 cm
0.50	31.59	0.71	1.80 cm	Altura final da amostra	1.78 cm
1	31.55	1.00	1.80 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	181.58 cm³
2	31.52	1.41	1.79 cm	Peso específico seco (γ_d)	1.1 g/cm³
4	31.49	2.00	1.79 cm	Índice de vazios (e)	1.47
8	31.47	2.83	1.79 cm	Grau de saturação (S)	0.99
15	31.45	3.87	1.79 cm	Umidade gravimétrica (ω)	51.7%
30	31.43	5.48	1.78 cm	Porosidade (η)	0.60
60	31.42	7.75	1.78 cm		
120	31.41	10.95	1.78 cm		
240	31.39	15.49	1.78 cm		
960	31.39	30.98	1.78 cm		



UMIDADE INICIAL			
ID CÁPSULA	8	19	20
PESO CÁPSULA	12.39	12.81	12.08
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	66.03	67.04	57.79
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	42.26	48.97	48.53
MASSA DE ÁGUA	23.77	18.07	9.26
MASSA DE SOLO	29.87	36.16	36.45
UMIDADE	0.80	0.50	0.25
UMIDADE MÉDIA		0.52	

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	12
PESO CÁPSULA	7.23
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	71.5
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	
MASSA DE ÁGUA	71.50
MASSA DE SOLO	-7.23
UMIDADE	-9.89

ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ξ_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ξ_v	Volume da amostra
0.00 mm	31.350 mm	0.000	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	39.27 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	31.350 mm	0.013	6.1 kg	0.00 mm	101.91 cm²	0.10%	6.03 kPa	39.31 kPa	0.00%	203.82 cm³
0.20 mm	31.350 mm	0.013	6.1 kg	0.00 mm	101.81 cm²	0.20%	6.04 kPa	39.35 kPa	0.00%	203.62 cm³
0.30 mm	31.350 mm	0.014	6.4 kg	0.00 mm	101.71 cm²	0.30%	6.26 kPa	39.39 kPa	0.00%	203.41 cm³
0.40 mm	31.340 mm	0.015	6.6 kg	-0.01 mm	101.61 cm²	0.40%	6.48 kPa	39.42 kPa	-0.05%	202.20 cm³
0.50 mm	31.330 mm	0.021	7.9 kg	-0.02 mm	101.51 cm²	0.50%	7.80 kPa	39.46 kPa	-0.10%	200.98 cm³
0.60 mm	31.320 mm	0.028	9.5 kg	-0.03 mm	101.40 cm²	0.59%	9.34 kPa	39.50 kPa	-0.15%	199.77 cm³
0.70 mm	31.300 mm	0.032	10.4 kg	-0.05 mm	101.30 cm²	0.69%	10.22 kPa	39.54 kPa	-0.25%	197.54 cm³
0.80 mm	31.280 mm	0.042	12.6 kg	-0.07 mm	101.20 cm²	0.79%	12.42 kPa	39.58 kPa	-0.35%	195.32 cm³
0.90 mm	31.250 mm	0.047	13.7 kg	-0.10 mm	101.10 cm²	0.89%	13.53 kPa	39.62 kPa	-0.50%	192.09 cm³
1.00 mm	31.230 mm	0.052	14.8 kg	-0.12 mm	101.00 cm²	0.99%	14.64 kPa	39.66 kPa	-0.60%	189.88 cm³
1.10 mm	31.200 mm	0.058	16.1 kg	-0.15 mm	100.90 cm²	1.09%	15.97 kPa	39.70 kPa	-0.75%	186.66 cm³
1.20 mm	31.150 mm	0.065	17.7 kg	-0.20 mm	100.80 cm²	1.19%	17.52 kPa	39.74 kPa	-1.00%	181.44 cm³
1.30 mm	31.130 mm	0.073	19.4 kg	-0.22 mm	100.70 cm²	1.29%	19.30 kPa	39.78 kPa	-1.10%	179.24 cm³
1.40 mm	31.080 mm	0.078	20.5 kg	-0.27 mm	100.60 cm²	1.39%	20.42 kPa	39.82 kPa	-1.35%	174.03 cm³
1.50 mm	31.070 mm	0.080	21.0 kg	-0.28 mm	100.50 cm²	1.49%	20.88 kPa	39.86 kPa	-1.40%	172.85 cm³
1.60 mm	31.030 mm	0.084	21.9 kg	-0.32 mm	100.39 cm²	1.58%	21.79 kPa	39.90 kPa	-1.60%	168.66 cm³
1.70 mm	31.010 mm	0.088	22.8 kg	-0.34 mm	100.29 cm²	1.68%	22.69 kPa	39.94 kPa	-1.70%	166.49 cm³
1.80 mm	30.970 mm	0.093	23.9 kg	-0.38 mm	100.19 cm²	1.78%	23.82 kPa	39.98 kPa	-1.90%	162.31 cm³
1.90 mm	30.940 mm	0.102	25.9 kg	-0.41 mm	100.09 cm²	1.88%	25.84 kPa	40.02 kPa	-2.05%	159.14 cm³
2.00 mm	30.920 mm	0.103	26.1 kg	-0.43 mm	99.99 cm²	1.98%	26.08 kPa	40.06 kPa	-2.15%	156.98 cm³
2.10 mm	30.900 mm	0.105	26.5 kg	-0.45 mm	99.89 cm²	2.08%	26.55 kPa	40.10 kPa	-2.25%	154.83 cm³
2.20 mm	30.880 mm	0.110	27.6 kg	-0.47 mm	99.79 cm²	2.18%	27.69 kPa	40.14 kPa	-2.35%	152.68 cm³
2.30 mm	30.860 mm	0.115	28.7 kg	-0.49 mm	99.69 cm²	2.28%	28.83 kPa	40.18 kPa	-2.45%	150.53 cm³
2.40 mm	30.850 mm	0.116	29.0 kg	-0.50 mm	99.59 cm²	2.38%	29.08 kPa	40.22 kPa	-2.50%	149.38 cm³
2.50 mm	30.840 mm	0.118	29.4 kg	-0.51 mm	99.49 cm²	2.48%	29.56 kPa	40.26 kPa	-2.55%	148.23 cm³
2.60 mm	30.840 mm	0.119	29.6 kg	-0.51 mm	99.38 cm²	2.57%	29.81 kPa	40.31 kPa	-2.55%	148.08 cm³
2.70 mm	30.830 mm	0.120	29.8 kg	-0.52 mm	99.28 cm²	2.67%	30.06 kPa	40.35 kPa	-2.60%	146.94 cm³
2.80 mm	30.830 mm	0.122	30.3 kg	-0.52 mm	99.18 cm²	2.77%	30.54 kPa	40.39 kPa	-2.60%	146.79 cm³
2.90 mm	30.810 mm	0.129	31.8 kg	-0.54 mm	99.08 cm²	2.87%	32.13 kPa	40.43 kPa	-2.70%	144.66 cm³
3.00 mm	30.790 mm	0.132	32.5 kg	-0.56 mm	98.98 cm²	2.97%	32.84 kPa	40.47 kPa	-2.80%	142.53 cm³
3.10 mm	30.780 mm	0.133	32.7 kg	-0.57 mm	98.88 cm²	3.07%	33.10 kPa	40.51 kPa	-2.85%	141.40 cm³
3.20 mm	30.770 mm	0.139	34.1 kg	-0.58 mm	98.78 cm²	3.17%	34.48 kPa	40.55 kPa	-2.90%	140.26 cm³
3.30 mm	30.770 mm	0.142	34.7 kg	-0.58 mm	98.68 cm²	3.27%	35.18 kPa	40.59 kPa	-2.90%	140.12 cm³
3.40 mm	30.750 mm	0.149	36.3 kg	-0.60 mm	98.58 cm²	3.37%	36.79 kPa	40.64 kPa	-3.00%	138.01 cm³
3.50 mm	30.730 mm	0.150	36.5 kg	-0.62 mm	98.48 cm²	3.47%	37.06 kPa	40.68 kPa	-3.10%	135.90 cm³
3.60 mm	30.710 mm	0.155	37.6 kg	-0.64 mm	98.37 cm²	3.56%	38.22 kPa	40.72 kPa	-3.20%	133.79 cm³
3.70 mm	30.700 mm	0.156	37.8 kg	-0.65 mm	98.27 cm²	3.66%	38.48 kPa	40.76 kPa	-3.25%	132.67 cm³
3.80 mm	30.700 mm	0.157	38.0 kg	-0.65 mm	98.17 cm²	3.76%	38.75 kPa	40.80 kPa	-3.25%	132.53 cm³
3.90 mm	30.690 mm	0.158	38.3 kg	-0.66 mm	98.07 cm²	3.86%	39.02 kPa	40.85 kPa	-3.30%	131.42 cm³
4.00 mm	30.680 mm	0.160	38.7 kg	-0.67 mm	97.97 cm²	3.96%	39.51 kPa	40.89 kPa	-3.35%	130.30 cm³
4.10 mm	30.680 mm	0.160	38.7 kg	-0.67 mm	97.87 cm²	4.06%	39.55 kPa	40.93 kPa	-3.35%	130.17 cm³
4.20 mm	30.680 mm	0.160	38.7 kg	-0.67 mm	97.77 cm²	4.16%	39.59 kPa	40.97 kPa	-3.35%	130.03 cm³
4.30 mm	30.680 mm	0.160	38.7 kg	-0.67 mm	97.67 cm²	4.26%	39.63 kPa	41.01 kPa	-3.35%	129.90 cm³
4.40 mm	30.670 mm	0.161	38.9 kg	-0.68 mm	97.57 cm²	4.36%	39.90 kPa	41.06 kPa	-3.40%	128.79 cm³
4.50 mm	30.660 mm	0.162	39.1 kg	-0.69 mm	97.47 cm²	4.46%	40.17 kPa	41.10 kPa	-3.45%	127.68 cm³
4.60 mm	30.660 mm	0.162	39.1 kg	-0.69 mm	97.36 cm²	4.55%	40.21 kPa	41.14 kPa	-3.45%	127.55 cm³
4.70 mm	30.660 mm	0.163	39.4 kg	-0.69 mm	97.26 cm²	4.65%	40.48 kPa	41.18 kPa	-3.45%	127.41 cm³
4.80 mm	30.660 mm	0.164	39.6 kg	-0.69 mm	97.16 cm²	4.75%	40.75 kPa	41.23 kPa	-3.45%	127.28 cm³
4.90 mm	30.660 mm	0.164	39.6 kg	-0.69 mm	97.06 cm²	4.85%	40.79 kPa	41.27 kPa	-3.45%	127.15 cm³
5.00 mm	30.650 mm	0.166	40.0 kg	-0.70 mm	96.96 cm²	4.95%	41.29 kPa	41.31 kPa	-3.50%	126.05 cm³
5.10 mm	30.650 mm	0.167	40.3 kg	-0.70 mm	96.86 cm²	5.05%	41.56 kPa	41.36 kPa	-3.50%	125.92 cm³
5.20 mm	30.650 mm	0.168	40.5 kg	-0.70 mm	96.76 cm²	5.15%	41.83 kPa	41.40 kPa	-3.50%	125.79 cm³
5.30 mm	30.650 mm	0.169	40.7 kg	-0.70 mm	96.66 cm²	5.25%	42.11 kPa	41.44 kPa	-3.50%	125.65 cm³
5.40 mm	30.640 mm	0.170	40.9 kg	-0.71 mm	96.56 cm²	5.35%	42.38 kPa	41.49 kPa	-3.55%	124.56 cm³
5.50 mm	30.640 mm	0.170	40.9 kg	-0.71 mm	96.46 cm²	5.45%	42.43 kPa	41.53 kPa	-3.55%	124.43 cm³
5.60 mm	30.630 mm	0.172	41.4 kg	-0.72 mm	96.35 cm²	5.54%	42.93 kPa	41.57 kPa	-3.60%	123.33 cm³
5.70 mm	30.620 mm	0.173	41.6 kg	-0.73 mm	96.25 cm²	5.64%	43.20 kPa	41.62 kPa	-3.65%	122.24 cm³
5.80 mm	30.610 mm	0.173	41.6 kg	-0.74 mm	96.15 cm²	5.74%	43.25 kPa	41.66 kPa	-3.70%	121.15 cm³
5.90 mm	30.610 mm	0.174	41.8 kg	-0.74 mm	96.05 cm²	5.84%	43.53 kPa	41.70 kPa	-3.70%	121.02 cm³
6.00 mm	30.600 mm	0.173	41.6 kg	-0.75 mm	95.95 cm²	5.94%	43.34 kPa	41.75 kPa	-3.75%	119.94 cm³
6.10 mm	30.590 mm	0.173	41.6 kg	-0.76 mm	95.85 cm²	6.04%	43.39 kPa	41.79 kPa	-3.80%	118.85 cm³
6.20 mm	30.580 mm	0.172	41.4 kg	-0.77 mm	95.75 cm²	6.14%	43.20 kPa	41.84 kPa	-3.85%	117.77 cm³
6.30 mm	30.580 mm	0.175	42.0 kg	-0.77 mm	95.65 cm²	6.24%	43.94 kPa	41.88 kPa	-3.85%	117.65 cm³
6.40 mm	30.580 mm	0.176	42.3 kg	-0.77 mm	95.55 cm²	6.34%	44.22 kPa	41.92 kPa	-3.85%	117.52 cm³
6.50 mm	30.570 mm	0.180	43.1 kg	-0.78 mm	95.45 cm²	6.44%	45.19 kPa	41.97 kPa	-3.90%	116.44 cm³
6.60 mm	30.570 mm	0.184	44.0 kg	-0.78 mm	95.34 cm²	6.53%	46.17 kPa	42.01 kPa	-3.90%	116.32 cm³
6.70 mm	30.560 mm	0.188	44.9 kg	-0.79 mm	95.24 cm²	6.63%	47.15 kPa	42.06 kPa	-3.95%	115.24 cm³
6.80 mm	30.560 mm	0.188	44.9 kg	-0.79 mm	95.14 cm²	6.73%	47.20 kPa	42.10 kPa	-3.95%	115.12 cm³
6.90 mm	30.560 mm	0.189	45.1 kg	-0.79 mm	95.04 cm²	6.83%	47.48 kPa	42.15 kPa	-3.95%	115.00 cm³
7.00 mm	30.560 mm	0.189	45.1 kg	-0.79 mm	94.94 cm²	6.93%	47.53 kPa	42.19 kPa	-3.95%	114.88 cm³
7.10 mm	30.550 mm	0.189	45.1 kg	-0.80 mm	94.84 cm²	7.03%	47.59 kPa	42.24 kPa	-4.00%	113.81 cm³
7.20 mm	30.550 mm	0.190	45.4 kg	-0.80 mm	94.74 cm²	7.13%	47.87 kPa	42.28 kPa	-4.00%	113.69 cm³
7.30 mm	30.540 mm	0.192	45.8 kg	-0.81 mm	94.64 cm²	7.23%	48.39 kPa	42.33 kPa	-4.05%	112.62 cm³
7.40 mm	30.530 mm	0.193	46.0 kg	-0.82 mm	94.54 cm²	7.33%	48.68 kPa	42.37 kPa	-4.10%	111.55 cm³
7.50 mm	30.530 mm	0.194	46.2 kg	-0.82 mm	94.44 cm²	7.43%	48.96 kPa	42.42 kPa	-4.10%	111.43 cm³
7.60 mm	30.530 mm	0.195	46.5 kg	-0.82 mm	94.33 cm²	7.52%	49.25 kPa	42.46 kPa	-4.10%	111.31 cm³
7.70 mm	30.520 mm	0.196	46.7 kg	-0.83 mm	94.23 cm²	7.62%	49.54 kPa	42.51 kPa	-4.15%	110.25 cm³
7.80 mm	30.510 mm	0.197	46.9 kg	-0.84 mm	94.13 cm²	7.72%	49.83 kPa	42.55 kPa	-4.20%	109.19 cm³
7.90 mm	30.510 mm	0.198	47.1 kg	-0.84 mm	94.03 cm²	7.82%	50.11 kPa	42.60 kPa	-4.20%	109.08 cm³
8.00 mm	30.810 mm	0.199	47.3 kg	-0.54 mm	93.93 cm²	7.92%	50.40 kPa	42.65 kPa	-2.70%	137.14 cm³

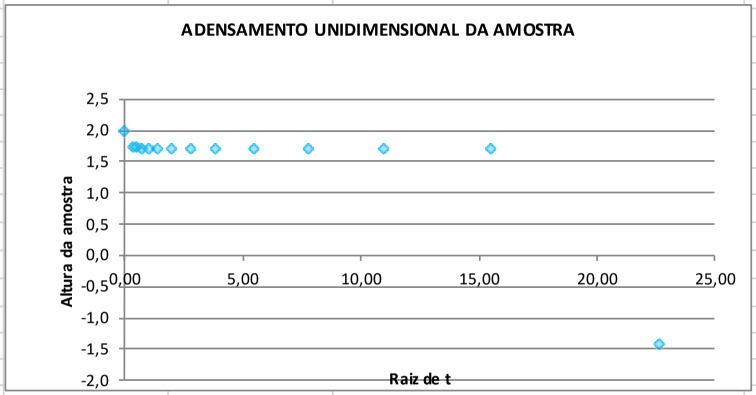
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	170.43 g
Peso da amostra + forma	498.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	34.8%
Peso específico dos sólidos (G)	2.81
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	327.57 g
Peso específico total (γ_t)	1.6 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.2 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	242.93 g
Peso de água (P_w)	84.64 g
Índice de vazios (e)	1.36
Grau de saturação (S)	0.72
Porosidade (η)	0.58

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	19.65 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	81.88 kg
0.00	33.98	0.00	2.00 cm	Força aplicada	0.80 kN
0.13	31.24	0.37	1.73 cm	Carga aplicada	79 kPa
0.25	31.19	0.50	1.72 cm	Variação de altura da amostra	-3.40 cm
0.50	31.14	0.71	1.72 cm	Altura final da amostra	-1.40 cm
1	31.12	1.00	1.71 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	-142.61 cm³
2	31.09	1.41	1.71 cm	Peso específico seco (γ_d)	-1.7 g/cm³
4	31.06	2.00	1.71 cm	Índice de vazios (e)	-2.65
8	31.03	2.83	1.71 cm	Grau de saturação (S)	-0.37
15	31	3.87	1.70 cm	Umidade gravimétrica (ω)	34.8%
30	30.98	5.48	1.70 cm	Porosidade (η)	1.61
60	30.97	7.75	1.70 cm		
120	30.95	10.95	1.70 cm		
240	30.94	15.49	1.70 cm		
510		22.58	-1.40 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	12	31	32
PESO CÁPSULA	12.63	12.64	12.74
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	52.4	61.83	61.02
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	42.26	48.97	48.53
MASSA DE ÁGUA	10.14	12.86	12.49
MASSA DE SOLO	29.63	36.33	35.79
UMIDADE	0.34	0.35	0.35
UMIDADE MÉDIA	0.35		

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	12
PESO CÁPSULA	12.78
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	48.32
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	40.5
MASSA DE ÁGUA	7.82
MASSA DE SOLO	27.72
UMIDADE	0.28



ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ε_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ε_v	Volume da amostra
0.00 mm	30.930 mm	0.0 kg	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	78.74 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	30.910 mm	13.3 kg	11.0 kg	-0.02 mm	101.91 cm²	0.10%	10.79 kPa	78.81 kPa	-0.10%	201.78 cm³
0.20 mm	30.910 mm	16.0 kg	13.5 kg	-0.02 mm	101.81 cm²	0.20%	13.22 kPa	78.89 kPa	-0.10%	201.58 cm³
0.30 mm	30.910 mm	17.9 kg	15.2 kg	-0.02 mm	101.71 cm²	0.30%	14.94 kPa	78.97 kPa	-0.10%	201.38 cm³
0.40 mm	30.900 mm	19.3 kg	16.5 kg	-0.03 mm	101.61 cm²	0.40%	16.21 kPa	79.05 kPa	-0.15%	200.16 cm³
0.50 mm	30.890 mm	21.9 kg	18.8 kg	-0.04 mm	101.51 cm²	0.50%	18.56 kPa	79.13 kPa	-0.20%	198.95 cm³
0.60 mm	30.880 mm	23.5 kg	20.3 kg	-0.05 mm	101.40 cm²	0.59%	20.02 kPa	79.21 kPa	-0.25%	197.74 cm³
0.70 mm	30.800 mm	25.8 kg	22.4 kg	-0.13 mm	101.30 cm²	0.69%	22.11 kPa	79.29 kPa	-0.65%	189.44 cm³
0.80 mm	30.770 mm	27.5 kg	23.9 kg	-0.16 mm	101.20 cm²	0.79%	23.67 kPa	79.37 kPa	-0.80%	186.21 cm³
0.90 mm	30.720 mm	30.7 kg	26.9 kg	-0.21 mm	101.10 cm²	0.89%	26.58 kPa	79.44 kPa	-1.05%	180.97 cm³
1.00 mm	30.680 mm	31.6 kg	27.7 kg	-0.25 mm	101.00 cm²	0.99%	27.41 kPa	79.52 kPa	-1.25%	176.75 cm³
1.10 mm	30.670 mm	33.4 kg	29.3 kg	-0.26 mm	100.90 cm²	1.09%	29.07 kPa	79.60 kPa	-1.30%	175.56 cm³
1.20 mm	30.660 mm	34.6 kg	30.4 kg	-0.27 mm	100.80 cm²	1.19%	30.18 kPa	79.68 kPa	-1.35%	174.38 cm³
1.30 mm	30.640 mm	35.5 kg	31.2 kg	-0.29 mm	100.70 cm²	1.29%	31.03 kPa	79.76 kPa	-1.45%	172.19 cm³
1.40 mm	30.600 mm	36.1 kg	31.8 kg	-0.33 mm	100.60 cm²	1.39%	31.60 kPa	79.84 kPa	-1.65%	168.00 cm³
1.50 mm	30.580 mm	36.9 kg	32.5 kg	-0.35 mm	100.50 cm²	1.49%	32.36 kPa	79.92 kPa	-1.75%	165.82 cm³
1.60 mm	30.550 mm	37.9 kg	33.4 kg	-0.38 mm	100.39 cm²	1.58%	33.30 kPa	80.00 kPa	-1.90%	162.64 cm³
1.70 mm	30.510 mm	39.6 kg	35.0 kg	-0.42 mm	100.29 cm²	1.68%	34.88 kPa	80.08 kPa	-2.10%	158.46 cm³
1.80 mm	30.500 mm	40.8 kg	36.1 kg	-0.43 mm	100.19 cm²	1.78%	36.01 kPa	80.17 kPa	-2.15%	157.30 cm³
1.90 mm	30.490 mm	41.7 kg	36.9 kg	-0.44 mm	100.09 cm²	1.88%	36.87 kPa	80.25 kPa	-2.20%	156.14 cm³
2.00 mm	30.470 mm	42.3 kg	37.4 kg	-0.46 mm	99.99 cm²	1.98%	37.45 kPa	80.33 kPa	-2.30%	153.98 cm³
2.10 mm	30.450 mm	43.5 kg	38.5 kg	-0.48 mm	99.89 cm²	2.08%	38.58 kPa	80.41 kPa	-2.40%	151.83 cm³
2.20 mm	30.430 mm	44.1 kg	39.1 kg	-0.50 mm	99.79 cm²	2.18%	39.17 kPa	80.49 kPa	-2.50%	149.68 cm³
2.30 mm	30.410 mm	44.5 kg	39.5 kg	-0.52 mm	99.69 cm²	2.28%	39.58 kPa	80.57 kPa	-2.60%	147.54 cm³
2.40 mm	30.380 mm	44.9 kg	39.8 kg	-0.55 mm	99.59 cm²	2.38%	39.98 kPa	80.65 kPa	-2.75%	144.40 cm³
2.50 mm	30.360 mm	45.4 kg	40.3 kg	-0.57 mm	99.49 cm²	2.48%	40.48 kPa	80.74 kPa	-2.85%	142.26 cm³
2.60 mm	30.340 mm	46.5 kg	41.3 kg	-0.59 mm	99.38 cm²	2.57%	41.53 kPa	80.82 kPa	-2.95%	140.13 cm³
2.70 mm	30.320 mm	47.4 kg	42.1 kg	-0.61 mm	99.28 cm²	2.67%	42.40 kPa	80.90 kPa	-3.05%	138.00 cm³
2.80 mm	30.300 mm	47.9 kg	42.6 kg	-0.63 mm	99.18 cm²	2.77%	42.90 kPa	80.98 kPa	-3.15%	135.88 cm³
2.90 mm	30.280 mm	48.2 kg	42.8 kg	-0.65 mm	99.08 cm²	2.87%	43.22 kPa	81.06 kPa	-3.25%	133.76 cm³
3.00 mm	30.270 mm	49.2 kg	43.7 kg	-0.66 mm	98.98 cm²	2.97%	44.19 kPa	81.15 kPa	-3.30%	132.63 cm³
3.10 mm	30.260 mm	49.8 kg	44.3 kg	-0.67 mm	98.88 cm²	3.07%	44.79 kPa	81.23 kPa	-3.35%	131.51 cm³
3.20 mm	30.240 mm	50.1 kg	44.6 kg	-0.69 mm	98.78 cm²	3.17%	45.11 kPa	81.31 kPa	-3.45%	129.40 cm³
3.30 mm	30.220 mm	50.8 kg	45.2 kg	-0.71 mm	98.68 cm²	3.27%	45.80 kPa	81.40 kPa	-3.55%	127.29 cm³
3.40 mm	30.210 mm	51.0 kg	45.4 kg	-0.72 mm	98.58 cm²	3.37%	46.04 kPa	81.48 kPa	-3.60%	126.18 cm³
3.50 mm	30.200 mm	51.5 kg	45.8 kg	-0.73 mm	98.48 cm²	3.47%	46.55 kPa	81.56 kPa	-3.65%	125.06 cm³
3.60 mm	30.180 mm	51.5 kg	45.8 kg	-0.75 mm	98.37 cm²	3.56%	46.59 kPa	81.65 kPa	-3.75%	122.97 cm³
3.70 mm	30.150 mm	52.6 kg	46.8 kg	-0.78 mm	98.27 cm²	3.66%	47.66 kPa	81.73 kPa	-3.90%	119.89 cm³
3.80 mm	30.130 mm	52.9 kg	47.1 kg	-0.80 mm	98.17 cm²	3.76%	47.99 kPa	81.81 kPa	-4.00%	117.81 cm³
3.90 mm	30.110 mm	53.2 kg	47.4 kg	-0.82 mm	98.07 cm²	3.86%	48.32 kPa	81.90 kPa	-4.10%	115.72 cm³
4.00 mm	30.100 mm	53.5 kg	47.7 kg	-0.83 mm	97.97 cm²	3.96%	48.65 kPa	81.98 kPa	-4.15%	114.62 cm³
4.10 mm	30.090 mm	53.8 kg	47.9 kg	-0.84 mm	97.87 cm²	4.06%	48.98 kPa	82.07 kPa	-4.20%	113.53 cm³
4.20 mm	30.080 mm	54.1 kg	48.2 kg	-0.85 mm	97.77 cm²	4.16%	49.31 kPa	82.15 kPa	-4.25%	112.43 cm³
4.30 mm	30.060 mm	54.5 kg	48.6 kg	-0.87 mm	97.67 cm²	4.26%	49.73 kPa	82.24 kPa	-4.35%	110.36 cm³
4.40 mm	30.040 mm	54.7 kg	48.8 kg	-0.89 mm	97.57 cm²	4.36%	49.97 kPa	82.32 kPa	-4.45%	108.30 cm³
4.50 mm	30.020 mm	54.9 kg	48.9 kg	-0.91 mm	97.47 cm²	4.46%	50.21 kPa	82.41 kPa	-4.55%	106.24 cm³
4.60 mm	30.000 mm	55.1 kg	49.1 kg	-0.93 mm	97.36 cm²	4.55%	50.45 kPa	82.49 kPa	-4.65%	104.18 cm³
4.70 mm	29.990 mm	55.3 kg	49.3 kg	-0.94 mm	97.26 cm²	4.65%	50.69 kPa	82.58 kPa	-4.70%	103.10 cm³
4.80 mm	29.980 mm	55.2 kg	49.2 kg	-0.95 mm	97.16 cm²	4.75%	50.65 kPa	82.67 kPa	-4.75%	102.02 cm³
4.90 mm	29.970 mm	55.3 kg	49.3 kg	-0.96 mm	97.06 cm²	4.85%	50.80 kPa	82.75 kPa	-4.80%	100.94 cm³
5.00 mm	29.960 mm	55.4 kg	49.4 kg	-0.97 mm	96.96 cm²	4.95%	50.94 kPa	82.84 kPa	-4.85%	99.87 cm³
5.10 mm	29.950 mm	55.7 kg	49.7 kg	-0.98 mm	96.86 cm²	5.05%	51.28 kPa	82.92 kPa	-4.90%	98.80 cm³
5.20 mm	29.940 mm	55.9 kg	49.8 kg	-0.99 mm	96.76 cm²	5.15%	51.52 kPa	83.01 kPa	-4.95%	97.73 cm³
5.30 mm	29.930 mm	56.1 kg	50.0 kg	-1.00 mm	96.66 cm²	5.25%	51.76 kPa	83.10 kPa	-5.00%	96.66 cm³
5.40 mm	29.920 mm	56.2 kg	50.1 kg	-1.01 mm	96.56 cm²	5.35%	51.91 kPa	83.18 kPa	-5.05%	95.59 cm³
5.50 mm	29.910 mm	56.4 kg	50.3 kg	-1.02 mm	96.46 cm²	5.45%	52.15 kPa	83.27 kPa	-5.10%	94.53 cm³
5.60 mm	29.900 mm	56.6 kg	50.5 kg	-1.03 mm	96.35 cm²	5.54%	52.40 kPa	83.36 kPa	-5.15%	93.46 cm³
5.70 mm	29.890 mm	56.9 kg	50.8 kg	-1.04 mm	96.25 cm²	5.64%	52.74 kPa	83.45 kPa	-5.20%	92.40 cm³
5.80 mm	29.880 mm	57.5 kg	51.3 kg	-1.05 mm	96.15 cm²	5.74%	53.36 kPa	83.53 kPa	-5.25%	91.34 cm³
5.90 mm	29.880 mm	57.7 kg	51.5 kg	-1.05 mm	96.05 cm²	5.84%	53.61 kPa	83.62 kPa	-5.25%	91.25 cm³
6.00 mm	29.870 mm	57.9 kg	51.7 kg	-1.06 mm	95.95 cm²	5.94%	53.85 kPa	83.71 kPa	-5.30%	90.19 cm³
6.10 mm	29.860 mm	58.0 kg	51.8 kg	-1.07 mm	95.85 cm²	6.04%	54.01 kPa	83.80 kPa	-5.35%	89.14 cm³
6.20 mm	29.860 mm	58.3 kg	52.0 kg	-1.07 mm	95.75 cm²	6.14%	54.35 kPa	83.89 kPa	-5.35%	89.05 cm³
6.30 mm	29.850 mm	58.4 kg	52.1 kg	-1.08 mm	95.65 cm²	6.24%	54.50 kPa	83.97 kPa	-5.40%	88.00 cm³
6.40 mm	29.840 mm	58.6 kg	52.3 kg	-1.09 mm	95.55 cm²	6.34%	54.75 kPa	84.06 kPa	-5.45%	86.95 cm³
6.50 mm	29.830 mm	58.9 kg	52.6 kg	-1.10 mm	95.45 cm²	6.44%	55.09 kPa	84.15 kPa	-5.50%	85.90 cm³
6.60 mm	29.830 mm	59.0 kg	52.7 kg	-1.10 mm	95.34 cm²	6.53%	55.25 kPa	84.24 kPa	-5.50%	85.81 cm³
6.70 mm	29.820 mm	59.3 kg	52.9 kg	-1.11 mm	95.24 cm²	6.63%	55.59 kPa	84.33 kPa	-5.55%	84.77 cm³
6.80 mm	29.810 mm	59.5 kg	53.1 kg	-1.12 mm	95.14 cm²	6.73%	55.85 kPa	84.42 kPa	-5.60%	83.72 cm³
6.90 mm	29.800 mm	59.7 kg	53.3 kg	-1.13 mm	95.04 cm²	6.83%	56.10 kPa	84.51 kPa	-5.65%	82.69 cm³
7.00 mm	29.790 mm	59.6 kg	53.2 kg	-1.14 mm	94.94 cm²	6.93%	56.06 kPa	84.60 kPa	-5.70%	81.65 cm³
7.10 mm	29.780 mm	59.6 kg	53.2 kg	-1.15 mm	94.84 cm²	7.03%	56.12 kPa	84.69 kPa	-5.75%	80.61 cm³
7.20 mm	29.780 mm	59.6 kg	53.2 kg	-1.15 mm	94.74 cm²	7.13%	56.18 kPa	84.78 kPa	-5.75%	80.53 cm³
7.30 mm	29.770 mm	59.6 kg	53.2 kg	-1.16 mm	94.64 cm²	7.23%	56.24 kPa	84.87 kPa	-5.80%	79.50 cm³
7.40 mm	29.760 mm	59.6 kg	53.2 kg	-1.17 mm	94.54 cm²	7.33%	56.30 kPa	84.96 kPa	-5.85%	78.46 cm³
7.50 mm	29.750 mm	60.2 kg	53.8 kg	-1.18 mm	94.44 cm²	7.43%	56.94 kPa	85.05 kPa	-5.90%	77.44 cm³
7.60 mm	29.740 mm	60.2 kg	53.8 kg	-1.19 mm	94.33 cm²	7.52%	57.00 kPa	85.14 kPa	-5.95%	76.41 cm³
7.70 mm	29.730 mm	60.2 kg	53.8 kg	-1.20 mm	94.23 cm²	7.62%	57.06 kPa	85.23 kPa	-6.00%	75.39 cm³
7.80 mm	29.730 mm	60.2 kg	53.8 kg	-1.20 mm	94.13 cm²	7.72%	57.12 kPa	85.33 kPa	-6.00%	75.31 cm³
7.90 mm	29.730 mm	60.8 kg	54.3 kg	-1.20 mm	94.03 cm²	7.82%	57.77 kPa	85.42 kPa	-6.00%	75.22 cm³
8.00 mm	29.720 mm	60.8 kg	54.3 kg	-1.21 mm	93.93 cm²	7.92%	57.83 kPa	85.51 kPa	-6.05%	74.20 cm³

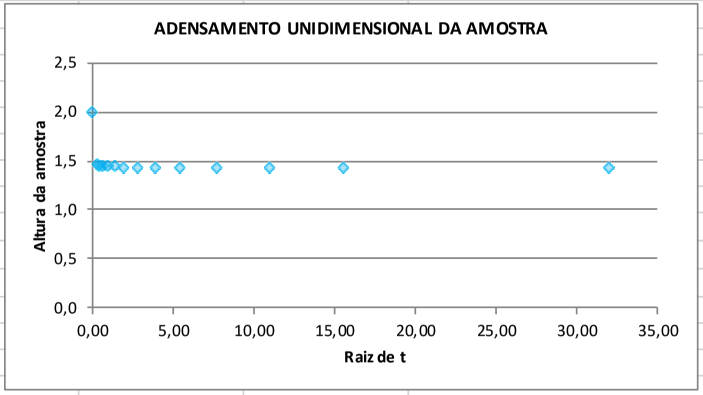
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	168.03 g
Peso da amostra + forma	473.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	36.1%
Peso específico dos sólidos (G)	2.81
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	304.97 g
Peso específico total (γ_t)	1.5 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.10 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	224.00 g
Peso de água (P_w)	80.97 g
Índice de vazios (e)	1.56
Grau de saturação (S)	0.65
Porosidade (η)	0.61

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	39.30 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	163.75 kg
0.00	26.95	0.00	2.00 cm	Força aplicada	1.61 kN
0.13	21.63	0.37	1.47 cm	Carga aplicada	157 kPa
0.25	21.58	0.50	1.46 cm	Variação de altura da amostra	-0.56 cm
0.50	21.53	0.71	1.46 cm	Altura final da amostra	1.44 cm
1	21.5	1.00	1.46 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	146.5 cm³
2	21.45	1.41	1.45 cm	Peso específico seco (γ_d)	1.5 g/cm³
4	21.41	2.00	1.45 cm	Índice de vazios (e)	0.84
8	21.4	2.83	1.45 cm	Grau de saturação (S)	1.00
15	21.38	3.87	1.44 cm	Umidade gravimétrica (ω)	29.8%
30	21.36	5.48	1.44 cm	Porosidade (η)	0.46
60	21.33	7.75	1.44 cm		
120	21.32	10.95	1.44 cm		
240	21.31	15.49	1.44 cm		
1020	21.31	31.94	1.44 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	1	8	25
PESO CÁPSULA	12.27	12.56	13.44
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	62.24	69.65	66.07
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	48.98	53.79	52.76
MASSA DE ÁGUA	13.26	15.86	13.31
MASSA DE SOLO	36.71	41.23	39.32
UMIDADE	0.36	0.38	0.34
UMIDADE MÉDIA		0.36	

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	31
PESO CÁPSULA	12.62
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	71.76
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	58.52
MASSA DE ÁGUA	13.24
MASSA DE SOLO	45.90
UMIDADE	0.29



ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ε_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ε_v	Volume da amostra
0.00 mm	37.880 mm	0.000 mm	3.3 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	3.20 kPa	157.47 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	37.770 mm	0.029 mm	9.7 kg	-0.11 mm	101.91 cm²	0.10%	9.51 kPa	157.63 kPa	-0.55%	192.61 cm³
0.20 mm	37.770 mm	0.033 mm	10.6 kg	-0.11 mm	101.81 cm²	0.20%	10.39 kPa	157.79 kPa	-0.55%	192.42 cm³
0.30 mm	37.760 mm	0.038 mm	11.7 kg	-0.12 mm	101.71 cm²	0.30%	11.49 kPa	157.94 kPa	-0.60%	191.21 cm³
0.40 mm	37.750 mm	0.044 mm	13.0 kg	-0.13 mm	101.61 cm²	0.40%	12.81 kPa	158.10 kPa	-0.65%	190.00 cm³
0.50 mm	37.740 mm	0.052 mm	14.8 kg	-0.14 mm	101.51 cm²	0.50%	14.56 kPa	158.26 kPa	-0.70%	188.80 cm³
0.60 mm	37.730 mm	0.061 mm	16.8 kg	-0.15 mm	101.40 cm²	0.59%	16.55 kPa	158.41 kPa	-0.75%	187.60 cm³
0.70 mm	37.730 mm	0.070 mm	18.8 kg	-0.15 mm	101.30 cm²	0.69%	18.53 kPa	158.57 kPa	-0.75%	187.41 cm³
0.80 mm	37.720 mm	0.089 mm	23.0 kg	-0.16 mm	101.20 cm²	0.79%	22.71 kPa	158.73 kPa	-0.80%	186.21 cm³
0.90 mm	37.710 mm	0.097 mm	24.8 kg	-0.17 mm	101.10 cm²	0.89%	24.48 kPa	158.89 kPa	-0.85%	185.01 cm³
1.00 mm	37.690 mm	0.105 mm	26.5 kg	-0.19 mm	101.00 cm²	0.99%	26.26 kPa	159.05 kPa	-0.95%	182.81 cm³
1.10 mm	37.670 mm	0.113 mm	28.3 kg	-0.21 mm	100.90 cm²	1.09%	28.04 kPa	159.21 kPa	-1.05%	180.61 cm³
1.20 mm	37.660 mm	0.120 mm	29.8 kg	-0.22 mm	100.80 cm²	1.19%	29.61 kPa	159.37 kPa	-1.10%	179.42 cm³
1.30 mm	37.640 mm	0.131 mm	32.3 kg	-0.24 mm	100.70 cm²	1.29%	32.06 kPa	159.53 kPa	-1.20%	177.23 cm³
1.40 mm	37.610 mm	0.138 mm	33.8 kg	-0.27 mm	100.60 cm²	1.39%	33.63 kPa	159.69 kPa	-1.35%	174.03 cm³
1.50 mm	37.570 mm	0.145 mm	35.4 kg	-0.31 mm	100.50 cm²	1.49%	35.21 kPa	159.85 kPa	-1.55%	169.84 cm³
1.60 mm	37.540 mm	0.159 mm	38.5 kg	-0.34 mm	100.39 cm²	1.58%	38.33 kPa	160.01 kPa	-1.70%	166.65 cm³
1.70 mm	37.510 mm	0.164 mm	39.6 kg	-0.37 mm	100.29 cm²	1.68%	39.48 kPa	160.17 kPa	-1.85%	163.48 cm³
1.80 mm	37.490 mm	0.170 mm	40.9 kg	-0.39 mm	100.19 cm²	1.78%	40.84 kPa	160.33 kPa	-1.95%	161.31 cm³
1.90 mm	37.470 mm	0.177 mm	42.5 kg	-0.41 mm	100.09 cm²	1.88%	42.43 kPa	160.49 kPa	-2.05%	159.14 cm³
2.00 mm	37.390 mm	0.175 mm	42.0 kg	-0.49 mm	99.99 cm²	1.98%	42.03 kPa	160.65 kPa	-2.45%	150.98 cm³
2.10 mm	37.370 mm	0.185 mm	44.2 kg	-0.51 mm	99.89 cm²	2.08%	44.29 kPa	160.82 kPa	-2.55%	148.83 cm³
2.20 mm	37.350 mm	0.192 mm	45.8 kg	-0.53 mm	99.79 cm²	2.18%	45.89 kPa	160.98 kPa	-2.65%	146.69 cm³
2.30 mm	37.340 mm	0.197 mm	46.9 kg	-0.54 mm	99.69 cm²	2.28%	47.05 kPa	161.14 kPa	-2.70%	145.54 cm³
2.40 mm	37.330 mm	0.200 mm	47.6 kg	-0.55 mm	99.59 cm²	2.38%	47.76 kPa	161.31 kPa	-2.75%	144.40 cm³
2.50 mm	37.310 mm	0.205 mm	48.7 kg	-0.57 mm	99.49 cm²	2.48%	48.93 kPa	161.47 kPa	-2.85%	142.26 cm³
2.60 mm	37.200 mm	0.210 mm	49.8 kg	-0.68 mm	99.38 cm²	2.57%	50.09 kPa	161.63 kPa	-3.40%	131.19 cm³
2.70 mm	37.290 mm	0.214 mm	50.7 kg	-0.59 mm	99.28 cm²	2.67%	51.03 kPa	161.80 kPa	-2.95%	139.99 cm³
2.80 mm	37.270 mm	0.218 mm	51.6 kg	-0.61 mm	99.18 cm²	2.77%	51.98 kPa	161.96 kPa	-3.05%	137.86 cm³
2.90 mm	37.250 mm	0.220 mm	52.0 kg	-0.63 mm	99.08 cm²	2.87%	52.48 kPa	162.13 kPa	-3.15%	135.74 cm³
3.00 mm	37.220 mm	0.224 mm	52.9 kg	-0.66 mm	98.98 cm²	2.97%	53.43 kPa	162.29 kPa	-3.30%	132.63 cm³
3.10 mm	37.200 mm	0.228 mm	53.8 kg	-0.68 mm	98.88 cm²	3.07%	54.38 kPa	162.46 kPa	-3.40%	130.52 cm³
3.20 mm	37.180 mm	0.231 mm	54.4 kg	-0.70 mm	98.78 cm²	3.17%	55.11 kPa	162.63 kPa	-3.50%	128.41 cm³
3.30 mm	37.170 mm	0.234 mm	55.1 kg	-0.71 mm	98.68 cm²	3.27%	55.84 kPa	162.79 kPa	-3.55%	127.29 cm³
3.40 mm	37.170 mm	0.238 mm	56.0 kg	-0.71 mm	98.58 cm²	3.37%	56.79 kPa	162.96 kPa	-3.55%	127.16 cm³
3.50 mm	37.170 mm	0.240 mm	56.4 kg	-0.71 mm	98.48 cm²	3.47%	57.30 kPa	163.13 kPa	-3.55%	127.03 cm³
3.60 mm	37.160 mm	0.241 mm	56.6 kg	-0.72 mm	98.37 cm²	3.56%	57.58 kPa	163.29 kPa	-3.60%	125.92 cm³
3.70 mm	37.150 mm	0.248 mm	58.2 kg	-0.73 mm	98.27 cm²	3.66%	59.22 kPa	163.46 kPa	-3.65%	124.81 cm³
3.80 mm	37.150 mm	0.250 mm	58.6 kg	-0.73 mm	98.17 cm²	3.76%	59.73 kPa	163.63 kPa	-3.65%	124.68 cm³
3.90 mm	37.140 mm	0.251 mm	58.9 kg	-0.74 mm	98.07 cm²	3.86%	60.02 kPa	163.80 kPa	-3.70%	123.57 cm³
4.00 mm	37.130 mm	0.253 mm	59.3 kg	-0.75 mm	97.97 cm²	3.96%	60.53 kPa	163.97 kPa	-3.75%	122.46 cm³
4.10 mm	37.120 mm	0.250 mm	58.6 kg	-0.76 mm	97.87 cm²	4.06%	59.92 kPa	164.14 kPa	-3.80%	121.36 cm³
4.20 mm	37.120 mm	0.258 mm	60.4 kg	-0.76 mm	97.77 cm²	4.16%	61.79 kPa	164.31 kPa	-3.80%	121.23 cm³
4.30 mm	37.090 mm	0.252 mm	59.1 kg	-0.79 mm	97.67 cm²	4.26%	60.50 kPa	164.48 kPa	-3.95%	118.18 cm³
4.40 mm	37.080 mm	0.260 mm	60.9 kg	-0.80 mm	97.57 cm²	4.36%	62.37 kPa	164.65 kPa	-4.00%	117.08 cm³
4.50 mm	37.090 mm	0.260 mm	60.9 kg	-0.79 mm	97.47 cm²	4.46%	62.44 kPa	164.82 kPa	-3.95%	117.93 cm³
4.60 mm	37.090 mm	0.262 mm	61.3 kg	-0.79 mm	97.36 cm²	4.55%	62.96 kPa	164.99 kPa	-3.95%	117.81 cm³
4.70 mm	37.080 mm	0.263 mm	61.5 kg	-0.80 mm	97.26 cm²	4.65%	63.25 kPa	165.16 kPa	-4.00%	116.72 cm³
4.80 mm	37.080 mm	0.265 mm	62.0 kg	-0.80 mm	97.16 cm²	4.75%	63.77 kPa	165.33 kPa	-4.00%	116.59 cm³
4.90 mm	37.070 mm	0.266 mm	62.2 kg	-0.81 mm	97.06 cm²	4.85%	64.07 kPa	165.50 kPa	-4.05%	115.50 cm³
5.00 mm	37.070 mm	0.267 mm	62.4 kg	-0.81 mm	96.96 cm²	4.95%	64.36 kPa	165.68 kPa	-4.05%	115.38 cm³
5.10 mm	37.060 mm	0.268 mm	62.6 kg	-0.82 mm	96.86 cm²	5.05%	64.66 kPa	165.85 kPa	-4.10%	114.29 cm³
5.20 mm	37.060 mm	0.269 mm	62.8 kg	-0.82 mm	96.76 cm²	5.15%	64.96 kPa	166.02 kPa	-4.10%	114.17 cm³
5.30 mm	37.050 mm	0.269 mm	62.8 kg	-0.83 mm	96.66 cm²	5.25%	65.02 kPa	166.19 kPa	-4.15%	113.09 cm³
5.40 mm	37.040 mm	0.270 mm	63.1 kg	-0.84 mm	96.56 cm²	5.35%	65.32 kPa	166.37 kPa	-4.20%	112.00 cm³
5.50 mm	37.030 mm	0.271 mm	63.3 kg	-0.85 mm	96.46 cm²	5.45%	65.62 kPa	166.54 kPa	-4.25%	110.92 cm³
5.60 mm	37.030 mm	0.272 mm	63.5 kg	-0.85 mm	96.35 cm²	5.54%	65.92 kPa	166.72 kPa	-4.25%	110.81 cm³
5.70 mm	37.030 mm	0.274 mm	64.0 kg	-0.85 mm	96.25 cm²	5.64%	66.45 kPa	166.89 kPa	-4.25%	110.69 cm³
5.80 mm	37.020 mm	0.274 mm	64.0 kg	-0.86 mm	96.15 cm²	5.74%	66.52 kPa	167.07 kPa	-4.30%	109.61 cm³
5.90 mm	37.020 mm	0.274 mm	64.0 kg	-0.86 mm	96.05 cm²	5.84%	66.59 kPa	167.24 kPa	-4.30%	109.50 cm³
6.00 mm	37.020 mm	0.275 mm	64.2 kg	-0.86 mm	95.95 cm²	5.94%	66.89 kPa	167.42 kPa	-4.30%	109.38 cm³
6.10 mm	37.000 mm	0.284 mm	66.2 kg	-0.88 mm	95.85 cm²	6.04%	69.04 kPa	167.60 kPa	-4.40%	107.35 cm³
6.20 mm	36.990 mm	0.284 mm	66.2 kg	-0.89 mm	95.75 cm²	6.14%	69.11 kPa	167.77 kPa	-4.45%	106.28 cm³
6.30 mm	36.990 mm	0.285 mm	66.4 kg	-0.89 mm	95.65 cm²	6.24%	69.42 kPa	167.95 kPa	-4.45%	106.17 cm³
6.40 mm	36.980 mm	0.287 mm	66.8 kg	-0.90 mm	95.55 cm²	6.34%	69.95 kPa	168.13 kPa	-4.50%	105.10 cm³
6.50 mm	36.980 mm	0.287 mm	66.8 kg	-0.90 mm	95.45 cm²	6.44%	70.03 kPa	168.31 kPa	-4.50%	104.99 cm³
6.60 mm	36.980 mm	0.288 mm	67.1 kg	-0.90 mm	95.34 cm²	6.53%	70.33 kPa	168.48 kPa	-4.50%	104.88 cm³
6.70 mm	36.970 mm	0.289 mm	67.3 kg	-0.91 mm	95.24 cm²	6.63%	70.64 kPa	168.66 kPa	-4.55%	103.81 cm³
6.80 mm	36.970 mm	0.287 mm	66.8 kg	-0.91 mm	95.14 cm²	6.73%	70.25 kPa	168.84 kPa	-4.55%	103.70 cm³
6.90 mm	36.960 mm	0.289 mm	67.3 kg	-0.92 mm	95.04 cm²	6.83%	70.79 kPa	169.02 kPa	-4.60%	102.64 cm³
7.00 mm	36.960 mm	0.290 mm	67.5 kg	-0.92 mm	94.94 cm²	6.93%	71.10 kPa	169.20 kPa	-4.60%	102.54 cm³
7.10 mm	36.960 mm	0.292 mm	67.9 kg	-0.92 mm	94.84 cm²	7.03%	71.64 kPa	169.38 kPa	-4.60%	102.43 cm³
7.20 mm	36.960 mm	0.293 mm	68.2 kg	-0.92 mm	94.74 cm²	7.13%	71.95 kPa	169.56 kPa	-4.60%	102.32 cm³
7.30 mm	36.950 mm	0.292 mm	67.9 kg	-0.93 mm	94.64 cm²	7.23%	71.79 kPa	169.74 kPa	-4.65%	101.26 cm³
7.40 mm	36.950 mm	0.291 mm	67.7 kg	-0.93 mm	94.54 cm²	7.33%	71.64 kPa	169.92 kPa	-4.65%	101.15 cm³
7.50 mm	36.950 mm	0.290 mm	67.5 kg	-0.93 mm	94.44 cm²	7.43%	71.48 kPa	170.11 kPa	-4.65%	101.05 cm³
7.60 mm	36.950 mm	0.290 mm	67.5 kg	-0.93 mm	94.33 cm²	7.52%	71.56 kPa	170.29 kPa	-4.65%	100.94 cm³
7.70 mm	36.940 mm	0.290 mm	67.5 kg	-0.94 mm	94.23 cm²	7.62%	71.63 kPa	170.47 kPa	-4.70%	99.89 cm³
7.80 mm	36.920 mm	0.290 mm	67.5 kg	-0.96 mm	94.13 cm²	7.72%	71.71 kPa	170.65 kPa	-4.80%	97.90 cm³
7.90 mm	36.920 mm	0.292 mm	67.9 kg	-0.96 mm	94.03 cm²	7.82%	72.26 kPa	170.84 kPa	-4.80%	97.79 cm³
8.00 mm	36.920 mm	0.293 mm	68.2 kg	-0.96 mm	93.93 cm²	7.92%	72.57 kPa	171.02 kPa	-4.80%	97.69 cm³

ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

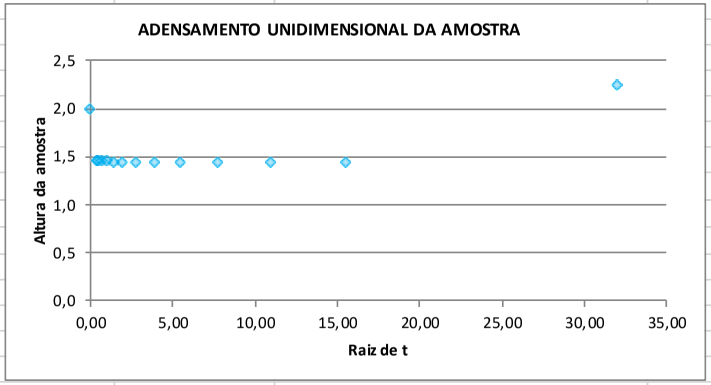
ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	168.63 g
Peso da amostra + forma	474.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	36.6%
Peso específico dos sólidos (G)	2.66
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	305.37 g
Peso específico total (γ_t)	1.5 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.0961 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	223.63 g
Peso de água (P_w)	81.74 g
Índice de vazios (e)	1.43
Grau de saturação (S)	0.68
Porosidade (η)	0.59

ETAPA 2 - ADENSAMENTO

DADOS DE ENTRADA		DADOS CALCULADOS			
Peso	78.61 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	327.54 kg
0.00	26.95	0.00	2.00 cm	Força aplicada	3.21 kN
0.13	21.63	0.37	1.47 cm	Carga aplicada	315 kPa
0.25	21.58	0.50	1.46 cm	Variação de altura da amostra	0.24 cm
0.50	21.53	0.71	1.46 cm	Altura final da amostra	2.24 cm
1	21.5	1.00	1.46 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	228.09 cm³
2	21.45	1.41	1.45 cm	Peso específico seco (γ_d)	1.0 g/cm³
4	21.41	2.00	1.45 cm	Índice de vazios (e)	1.71
8	21.4	2.83	1.45 cm	Grau de saturação (S)	0.57
15	21.38	3.87	1.44 cm	Umidade gravimétrica (ω)	36.6%
30	21.36	5.48	1.44 cm	Porosidade (η)	0.63
60	21.33	7.75	1.44 cm		
120	21.32	10.95	1.44 cm		
240	21.31	15.49	1.44 cm		
1020	29.31	31.94	2.24 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	24	25	18
PESO CÁPSULA	12.01	11.88	13.09
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	50.48	53.27	57.29
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	40.06	42.19	45.6
MASSA DE ÁGUA	10.42	11.08	11.69
MASSA DE SOLO	28.05	30.31	32.51
UMIDADE	0.37	0.37	0.36
UMIDADE MÉDIA	0.37		

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	19
PESO CÁPSULA	13.47
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	64.87
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	54.26
MASSA DE ÁGUA	10.61
MASSA DE SOLO	40.79
UMIDADE	0.26



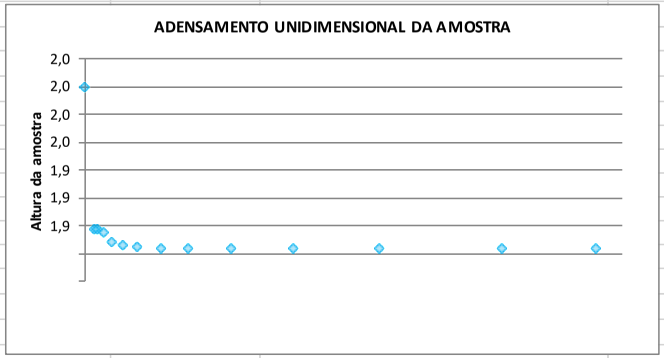
ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ξ_n	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ξ_v	Volume da amostra
0.00 mm	21.290 mm	0.0 kg	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	314.99 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	21.280 mm	1.8 kg	0.5 kg	-0.01 mm	101.91 cm²	0.10%	0.50 kPa	315.30 kPa	-0.05%	202.80 cm³
0.20 mm	21.280 mm	22.9 kg	19.8 kg	-0.01 mm	101.81 cm²	0.20%	19.40 kPa	315.61 kPa	-0.05%	202.60 cm³
0.30 mm	21.270 mm	30.8 kg	27.0 kg	-0.02 mm	101.71 cm²	0.30%	26.51 kPa	315.93 kPa	-0.10%	201.38 cm³
0.40 mm	21.270 mm	42.0 kg	37.2 kg	-0.02 mm	101.61 cm²	0.40%	36.59 kPa	316.24 kPa	-0.10%	201.18 cm³
0.50 mm	21.270 mm	54.9 kg	48.9 kg	-0.02 mm	101.51 cm²	0.50%	48.21 kPa	316.55 kPa	-0.10%	200.98 cm³
0.60 mm	21.240 mm	58.9 kg	52.6 kg	-0.05 mm	101.40 cm²	0.59%	51.86 kPa	316.87 kPa	-0.25%	197.74 cm³
0.70 mm	21.210 mm	64.8 kg	58.0 kg	-0.08 mm	101.30 cm²	0.69%	57.22 kPa	317.19 kPa	-0.40%	194.50 cm³
0.80 mm	21.190 mm	77.3 kg	69.4 kg	-0.10 mm	101.20 cm²	0.79%	68.54 kPa	317.50 kPa	-0.50%	192.28 cm³
0.90 mm	21.160 mm	80.2 kg	72.0 kg	-0.13 mm	101.10 cm²	0.89%	71.23 kPa	317.82 kPa	-0.65%	189.06 cm³
1.00 mm	21.150 mm	83.4 kg	74.9 kg	-0.14 mm	101.00 cm²	0.99%	74.19 kPa	318.14 kPa	-0.70%	187.86 cm³
1.10 mm	21.140 mm	86.8 kg	78.0 kg	-0.15 mm	100.90 cm²	1.09%	77.33 kPa	318.46 kPa	-0.75%	186.66 cm³
1.20 mm	21.100 mm	88.6 kg	79.7 kg	-0.19 mm	100.80 cm²	1.19%	79.04 kPa	318.77 kPa	-0.95%	182.44 cm³
1.30 mm	21.080 mm	92.4 kg	83.1 kg	-0.21 mm	100.70 cm²	1.29%	82.56 kPa	319.09 kPa	-1.05%	180.25 cm³
1.40 mm	21.070 mm	97.2 kg	87.5 kg	-0.22 mm	100.60 cm²	1.39%	86.99 kPa	319.41 kPa	-1.10%	179.06 cm³
1.50 mm	21.050 mm	99.8 kg	89.9 kg	-0.24 mm	100.50 cm²	1.49%	89.44 kPa	319.74 kPa	-1.20%	176.87 cm³
1.60 mm	21.030 mm	100.2 kg	90.2 kg	-0.26 mm	100.39 cm²	1.58%	89.89 kPa	320.06 kPa	-1.30%	174.69 cm³
1.70 mm	21.010 mm	101.4 kg	91.3 kg	-0.28 mm	100.29 cm²	1.68%	91.08 kPa	320.38 kPa	-1.40%	172.50 cm³
1.80 mm	21.090 mm	110.7 kg	99.8 kg	-0.20 mm	100.19 cm²	1.78%	99.63 kPa	320.70 kPa	-1.00%	180.35 cm³
1.90 mm	20.980 mm	116.3 kg	104.9 kg	-0.31 mm	100.09 cm²	1.88%	104.84 kPa	321.03 kPa	-1.55%	169.15 cm³
2.00 mm	20.940 mm	118.0 kg	106.5 kg	-0.35 mm	99.99 cm²	1.98%	106.49 kPa	321.35 kPa	-1.75%	164.98 cm³
2.10 mm	20.910 mm	123.4 kg	111.4 kg	-0.38 mm	99.89 cm²	2.08%	111.53 kPa	321.68 kPa	-1.90%	161.82 cm³
2.20 mm	20.900 mm	127.5 kg	115.1 kg	-0.39 mm	99.79 cm²	2.18%	115.39 kPa	322.00 kPa	-1.95%	160.66 cm³
2.30 mm	20.870 mm	133.8 kg	120.9 kg	-0.42 mm	99.69 cm²	2.28%	121.27 kPa	322.33 kPa	-2.10%	157.51 cm³
2.40 mm	20.860 mm	135.2 kg	122.2 kg	-0.43 mm	99.59 cm²	2.38%	122.67 kPa	322.65 kPa	-2.15%	156.35 cm³
2.50 mm	20.850 mm	138.4 kg	125.1 kg	-0.44 mm	99.49 cm²	2.48%	125.73 kPa	322.98 kPa	-2.20%	155.20 cm³
2.60 mm	20.830 mm	142.4 kg	128.7 kg	-0.46 mm	99.38 cm²	2.57%	129.53 kPa	323.31 kPa	-2.30%	153.05 cm³
2.70 mm	20.800 mm	144.8 kg	130.9 kg	-0.49 mm	99.28 cm²	2.67%	131.87 kPa	323.64 kPa	-2.45%	149.92 cm³
2.80 mm	20.790 mm	149.1 kg	134.8 kg	-0.50 mm	99.18 cm²	2.77%	135.96 kPa	323.97 kPa	-2.50%	148.77 cm³
2.90 mm	20.780 mm	150.2 kg	135.8 kg	-0.51 mm	99.08 cm²	2.87%	137.11 kPa	324.30 kPa	-2.55%	147.63 cm³
3.00 mm	20.760 mm	152.4 kg	137.9 kg	-0.53 mm	98.98 cm²	2.97%	139.27 kPa	324.63 kPa	-2.65%	145.50 cm³
3.10 mm	20.740 mm	155.1 kg	140.3 kg	-0.55 mm	98.88 cm²	3.07%	141.91 kPa	324.96 kPa	-2.75%	143.37 cm³
3.20 mm	20.730 mm	156.2 kg	141.3 kg	-0.56 mm	98.78 cm²	3.17%	143.07 kPa	325.29 kPa	-2.80%	142.24 cm³
3.30 mm	20.710 mm	157.3 kg	142.3 kg	-0.58 mm	98.68 cm²	3.27%	144.23 kPa	325.63 kPa	-2.90%	140.12 cm³
3.40 mm	20.690 mm	159.4 kg	144.2 kg	-0.60 mm	98.58 cm²	3.37%	146.32 kPa	325.96 kPa	-3.00%	138.01 cm³
3.50 mm	20.680 mm	161.8 kg	146.4 kg	-0.61 mm	98.48 cm²	3.47%	148.69 kPa	326.29 kPa	-3.05%	136.88 cm³
3.60 mm	20.670 mm	164.4 kg	148.8 kg	-0.62 mm	98.37 cm²	3.56%	151.26 kPa	326.63 kPa	-3.10%	135.76 cm³
3.70 mm	20.660 mm	165.7 kg	150.0 kg	-0.63 mm	98.27 cm²	3.66%	152.62 kPa	326.97 kPa	-3.15%	134.63 cm³
3.80 mm	20.640 mm	166.8 kg	151.0 kg	-0.65 mm	98.17 cm²	3.76%	153.80 kPa	327.30 kPa	-3.25%	132.53 cm³
3.90 mm	20.630 mm	169.1 kg	153.1 kg	-0.66 mm	98.07 cm²	3.86%	156.09 kPa	327.64 kPa	-3.30%	131.42 cm³
4.00 mm	20.630 mm	170.9 kg	154.7 kg	-0.66 mm	97.97 cm²	3.96%	157.93 kPa	327.98 kPa	-3.30%	131.28 cm³
4.10 mm	20.600 mm	172.3 kg	156.0 kg	-0.69 mm	97.87 cm²	4.06%	159.40 kPa	328.31 kPa	-3.45%	128.21 cm³
4.20 mm	20.590 mm	174.8 kg	158.3 kg	-0.70 mm	97.77 cm²	4.16%	161.89 kPa	328.65 kPa	-3.50%	127.10 cm³
4.30 mm	20.590 mm	176.3 kg	159.6 kg	-0.70 mm	97.67 cm²	4.26%	163.46 kPa	328.99 kPa	-3.50%	126.97 cm³
4.40 mm	20.590 mm	178.5 kg	161.7 kg	-0.70 mm	97.57 cm²	4.36%	165.69 kPa	329.33 kPa	-3.50%	126.84 cm³
4.50 mm	20.580 mm	0.0 kg	-1.1 kg	-0.71 mm	97.47 cm²	4.46%	-1.16 kPa	329.68 kPa	-3.55%	125.73 cm³
4.60 mm	20.550 mm	181.0 kg	163.9 kg	-0.74 mm	97.36 cm²	4.55%	168.37 kPa	330.02 kPa	-3.70%	122.68 cm³
4.70 mm	20.530 mm	181.9 kg	164.8 kg	-0.76 mm	97.26 cm²	4.65%	169.39 kPa	330.36 kPa	-3.80%	120.61 cm³
4.80 mm	20.520 mm	183.4 kg	166.1 kg	-0.77 mm	97.16 cm²	4.75%	170.98 kPa	330.70 kPa	-3.85%	119.51 cm³
4.90 mm	20.510 mm	185.4 kg	167.9 kg	-0.78 mm	97.06 cm²	4.85%	173.03 kPa	331.05 kPa	-3.90%	118.41 cm³
5.00 mm	20.500 mm	186.8 kg	169.2 kg	-0.79 mm	96.96 cm²	4.95%	174.53 kPa	331.39 kPa	-3.95%	117.32 cm³
5.10 mm	20.490 mm	189.2 kg	171.4 kg	-0.80 mm	96.86 cm²	5.05%	176.97 kPa	331.74 kPa	-4.00%	116.23 cm³
5.20 mm	20.470 mm	191.7 kg	173.7 kg	-0.82 mm	96.76 cm²	5.15%	179.51 kPa	332.08 kPa	-4.10%	114.17 cm³
5.30 mm	20.460 mm	192.4 kg	174.3 kg	-0.83 mm	96.66 cm²	5.25%	180.36 kPa	332.43 kPa	-4.15%	113.09 cm³
5.40 mm	20.450 mm	193.8 kg	175.6 kg	-0.84 mm	96.56 cm²	5.35%	181.87 kPa	332.78 kPa	-4.20%	112.00 cm³
5.50 mm	20.440 mm	194.2 kg	176.0 kg	-0.85 mm	96.46 cm²	5.45%	182.44 kPa	333.13 kPa	-4.25%	110.92 cm³
5.60 mm	20.430 mm	195.6 kg	177.2 kg	-0.86 mm	96.35 cm²	5.54%	183.96 kPa	333.48 kPa	-4.30%	109.84 cm³
5.70 mm	20.420 mm	196.8 kg	178.3 kg	-0.87 mm	96.25 cm²	5.64%	185.29 kPa	333.83 kPa	-4.35%	108.77 cm³
5.80 mm	20.410 mm	197.3 kg	178.8 kg	-0.88 mm	96.15 cm²	5.74%	185.95 kPa	334.18 kPa	-4.40%	107.69 cm³
5.90 mm	20.400 mm	197.4 kg	178.9 kg	-0.89 mm	96.05 cm²	5.84%	186.25 kPa	334.53 kPa	-4.45%	106.62 cm³
6.00 mm	20.390 mm	199.2 kg	180.5 kg	-0.90 mm	95.95 cm²	5.94%	188.15 kPa	334.88 kPa	-4.50%	105.55 cm³
6.10 mm	20.370 mm	200.1 kg	181.4 kg	-0.92 mm	95.85 cm²	6.04%	189.21 kPa	335.23 kPa	-4.60%	103.52 cm³
6.20 mm	20.360 mm	201.8 kg	182.9 kg	-0.93 mm	95.75 cm²	6.14%	191.03 kPa	335.59 kPa	-4.65%	102.45 cm³
6.30 mm	20.360 mm	202.4 kg	183.5 kg	-0.93 mm	95.65 cm²	6.24%	191.80 kPa	335.94 kPa	-4.65%	102.34 cm³
6.40 mm	20.350 mm	204.1 kg	185.0 kg	-0.94 mm	95.55 cm²	6.34%	193.62 kPa	336.30 kPa	-4.70%	101.28 cm³
6.50 mm	20.340 mm	205.6 kg	186.4 kg	-0.95 mm	95.45 cm²	6.44%	195.26 kPa	336.65 kPa	-4.75%	100.22 cm³
6.60 mm	20.330 mm	206.9 kg	187.6 kg	-0.96 mm	95.34 cm²	6.53%	196.71 kPa	337.01 kPa	-4.80%	99.16 cm³
6.70 mm	20.320 mm	208.7 kg	189.2 kg	-0.97 mm	95.24 cm²	6.63%	198.64 kPa	337.37 kPa	-4.85%	98.10 cm³
6.80 mm	20.310 mm	209.3 kg	189.7 kg	-0.98 mm	95.14 cm²	6.73%	199.43 kPa	337.73 kPa	-4.90%	97.04 cm³
6.90 mm	20.300 mm	210.8 kg	191.1 kg	-0.99 mm	95.04 cm²	6.83%	201.08 kPa	338.08 kPa	-4.95%	95.99 cm³
7.00 mm	20.290 mm	211.0 kg	191.3 kg	-1.00 mm	94.94 cm²	6.93%	201.49 kPa	338.44 kPa	-5.00%	94.94 cm³
7.10 mm	20.280 mm	212.0 kg	192.2 kg	-1.01 mm	94.84 cm²	7.03%	202.66 kPa	338.80 kPa	-5.05%	93.89 cm³
7.20 mm	20.270 mm	213.4 kg	193.5 kg	-1.02 mm	94.74 cm²	7.13%	204.23 kPa	339.17 kPa	-5.10%	92.84 cm³
7.30 mm	20.260 mm	213.9 kg	193.9 kg	-1.03 mm	94.64 cm²	7.23%	204.93 kPa	339.53 kPa	-5.15%	91.80 cm³
7.40 mm	20.250 mm	214.8 kg	194.8 kg	-1.04 mm	94.54 cm²	7.33%	206.01 kPa	339.89 kPa	-5.20%	90.75 cm³
7.50 mm	20.250 mm	215.6 kg	195.5 kg	-1.04 mm	94.44 cm²	7.43%	207.01 kPa	340.25 kPa	-5.20%	90.66 cm³
7.60 mm	20.240 mm	216.2 kg	196.0 kg	-1.05 mm	94.33 cm²	7.52%	207.81 kPa	340.62 kPa	-5.25%	89.62 cm³
7.70 mm	20.230 mm	218.3 kg	198.0 kg	-1.06 mm	94.23 cm²	7.62%	210.06 kPa	340.98 kPa	-5.30%	88.58 cm³
7.80 mm	20.230 mm	219.0 kg	198.6 kg	-1.06 mm	94.13 cm²	7.72%	210.97 kPa	341.35 kPa	-5.30%	88.48 cm³
7.90 mm	20.230 mm	220.1 kg	199.6 kg	-1.06 mm	94.03 cm²	7.82%	212.26 kPa	341.72 kPa	-5.30%	88.39 cm³
8.00 mm	20.220 mm	221.3 kg	200.7 kg	-1.07 mm	93.93 cm²	7.92%	213.65 kPa	342.08 kPa	-5.35%	87.35 cm³

APÊNDICE 3 – DADOS DOS ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO – BLOCO 2 AMOSTRAS INUNDADAS

ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	167.69 g
Peso da amostra + forma	492.70 g
Umidade gravimétrica (ω)	-659.8%
Peso específico dos sólidos (G)	2.95
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	325.01 g
Peso específico total (γ_t)	1.6 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	-0.3 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	-58.06 g
Peso de água (P_w)	383.07 g
Índice de vazios (e)	-11.37
Grau de saturação (S)	1.00
Porosidade (η)	1.10

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	6.20 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	25.83 kg
0.00	33.84	0.00	2.00 cm	Força aplicada	0.25 kN
0.13	32.82	0.37	1.90 cm	Carga aplicada	25 kPa
0.25	32.82	0.50	1.90 cm	Variação de altura da amostra	-0.12 cm
0.50	32.8	0.71	1.90 cm	Altura final da amostra	1.88 cm
1	32.73	1.00	1.89 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	192.19 cm³
2	32.7	1.41	1.89 cm	Peso específico seco (γ_d)	-0.3 g/cm³
4	32.69	2.00	1.89 cm	Índice de vazios (e)	-10.77
8	32.68	2.83	1.88 cm	Grau de saturação (S)	1.00
15	32.68	3.87	1.88 cm	Umidade gravimétrica (ω)	-364.9%
30	32.68	5.48	1.88 cm	Porosidade (η)	1.10
60	32.68	7.75	1.88 cm		
120	32.68	10.95	1.88 cm		
240	32.68	15.49	1.88 cm		
360	32.68	18.97	1.88 cm		
1140	32.670		1.88 cm		



UMIDADE INICIAL			
ID CÁPSULA	39	42	46
PESO CÁPSULA	7.17	7.2	7.23
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	55.88	41.01	45.58
PESO CÁPSULA+SOLO SECO			
MASSA DE ÁGUA	55.88	41.01	45.58
MASSA DE SOLO	-7.17	-7.20	-7.23
UMIDADE	-7.79	-5.70	-6.30
UMIDADE MÉDIA		-6.60	

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	1
PESO CÁPSULA	24.28
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	87.42
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	
MASSA DE ÁGUA	87.42
MASSA DE SOLO	-24.28
UMIDADE	-3.60

ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ξ_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ξ_v	Volume da amostra
0.00 mm	32.600 mm	0.000	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	24.84 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	32.600 mm	0.020	7.7 kg	0.00 mm	101.91 cm²	0.10%	7.55 kPa	24.87 kPa	0.00%	203.82 cm³
0.20 mm	32.590 mm	0.030	9.9 kg	-0.01 mm	101.81 cm²	0.20%	9.74 kPa	24.89 kPa	-0.05%	202.60 cm³
0.30 mm	32.580 mm	0.038	11.7 kg	-0.02 mm	101.71 cm²	0.30%	11.49 kPa	24.92 kPa	-0.10%	201.38 cm³
0.40 mm	32.570 mm	0.047	13.7 kg	-0.03 mm	101.61 cm²	0.40%	13.46 kPa	24.94 kPa	-0.15%	200.16 cm³
0.50 mm	32.560 mm	0.060	16.6 kg	-0.04 mm	101.51 cm²	0.50%	16.31 kPa	24.97 kPa	-0.20%	198.95 cm³
0.60 mm	32.540 mm	0.066	17.9 kg	-0.06 mm	101.40 cm²	0.59%	17.64 kPa	24.99 kPa	-0.30%	196.72 cm³
0.70 mm	32.520 mm	0.077	20.3 kg	-0.08 mm	101.30 cm²	0.69%	20.06 kPa	25.02 kPa	-0.40%	194.50 cm³
0.80 mm	32.500 mm	0.083	21.7 kg	-0.10 mm	101.20 cm²	0.79%	21.39 kPa	25.04 kPa	-0.50%	192.28 cm³
0.90 mm	32.490 mm	0.090	23.2 kg	-0.11 mm	101.10 cm²	0.89%	22.95 kPa	25.07 kPa	-0.55%	191.08 cm³
1.00 mm	32.470 mm	0.101	25.6 kg	-0.13 mm	101.00 cm²	0.99%	25.38 kPa	25.09 kPa	-0.65%	188.87 cm³
1.10 mm	32.460 mm	0.117	29.2 kg	-0.14 mm	100.90 cm²	1.09%	28.92 kPa	25.12 kPa	-0.70%	187.67 cm³
1.20 mm	32.450 mm	0.122	30.3 kg	-0.15 mm	100.80 cm²	1.19%	30.05 kPa	25.14 kPa	-0.75%	186.48 cm³
1.30 mm	32.430 mm	0.130	32.1 kg	-0.17 mm	100.70 cm²	1.29%	31.84 kPa	25.17 kPa	-0.85%	184.28 cm³
1.40 mm	32.410 mm	0.140	34.3 kg	-0.19 mm	100.60 cm²	1.39%	34.07 kPa	25.19 kPa	-0.95%	182.08 cm³
1.50 mm	32.400 mm	0.150	36.5 kg	-0.20 mm	100.50 cm²	1.49%	36.31 kPa	25.22 kPa	-1.00%	180.89 cm³
1.60 mm	32.390 mm	0.155	37.6 kg	-0.21 mm	100.39 cm²	1.58%	37.45 kPa	25.24 kPa	-1.05%	179.71 cm³
1.70 mm	32.380 mm	0.160	38.7 kg	-0.22 mm	100.29 cm²	1.68%	38.59 kPa	25.27 kPa	-1.10%	178.52 cm³
1.80 mm	32.370 mm	0.168	40.5 kg	-0.23 mm	100.19 cm²	1.78%	40.40 kPa	25.29 kPa	-1.15%	177.34 cm³
1.90 mm	32.360 mm	0.175	42.0 kg	-0.24 mm	100.09 cm²	1.88%	41.99 kPa	25.32 kPa	-1.20%	176.16 cm³
2.00 mm	32.350 mm	0.180	43.1 kg	-0.25 mm	99.99 cm²	1.98%	43.14 kPa	25.35 kPa	-1.25%	174.98 cm³
2.10 mm	32.340 mm	0.186	44.5 kg	-0.26 mm	99.89 cm²	2.08%	44.51 kPa	25.37 kPa	-1.30%	173.81 cm³
2.20 mm	32.330 mm	0.194	46.2 kg	-0.27 mm	99.79 cm²	2.18%	46.34 kPa	25.40 kPa	-1.35%	172.63 cm³
2.30 mm	32.320 mm	0.199	47.3 kg	-0.28 mm	99.69 cm²	2.28%	47.49 kPa	25.42 kPa	-1.40%	171.46 cm³
2.40 mm	32.310 mm	0.205	48.7 kg	-0.29 mm	99.59 cm²	2.38%	48.88 kPa	25.45 kPa	-1.45%	170.29 cm³
2.50 mm	32.310 mm	0.209	49.6 kg	-0.29 mm	99.49 cm²	2.48%	49.82 kPa	25.47 kPa	-1.45%	170.12 cm³
2.60 mm	32.300 mm	0.214	50.7 kg	-0.30 mm	99.38 cm²	2.57%	50.98 kPa	25.50 kPa	-1.50%	168.95 cm³
2.70 mm	32.290 mm	0.219	51.8 kg	-0.31 mm	99.28 cm²	2.67%	52.15 kPa	25.53 kPa	-1.55%	167.79 cm³
2.80 mm	32.280 mm	0.224	52.9 kg	-0.32 mm	99.18 cm²	2.77%	53.32 kPa	25.55 kPa	-1.60%	166.63 cm³
2.90 mm	32.270 mm	0.232	54.7 kg	-0.33 mm	99.08 cm²	2.87%	55.16 kPa	25.58 kPa	-1.65%	165.47 cm³
3.00 mm	32.270 mm	0.240	56.4 kg	-0.33 mm	98.98 cm²	2.97%	57.01 kPa	25.60 kPa	-1.65%	165.30 cm³
3.10 mm	32.260 mm	0.243	57.1 kg	-0.34 mm	98.88 cm²	3.07%	57.74 kPa	25.63 kPa	-1.70%	164.14 cm³
3.20 mm	32.260 mm	0.246	57.8 kg	-0.34 mm	98.78 cm²	3.17%	58.47 kPa	25.66 kPa	-1.70%	163.97 cm³
3.30 mm	32.250 mm	0.248	58.2 kg	-0.35 mm	98.68 cm²	3.27%	58.98 kPa	25.68 kPa	-1.75%	162.82 cm³
3.40 mm	32.250 mm	0.252	59.1 kg	-0.35 mm	98.58 cm²	3.37%	59.94 kPa	25.71 kPa	-1.75%	162.65 cm³
3.50 mm	32.250 mm	0.257	60.2 kg	-0.35 mm	98.48 cm²	3.47%	61.12 kPa	25.73 kPa	-1.75%	162.48 cm³
3.60 mm	32.240 mm	0.260	60.9 kg	-0.36 mm	98.37 cm²	3.56%	61.86 kPa	25.76 kPa	-1.80%	161.33 cm³
3.70 mm	32.240 mm	0.270	63.1 kg	-0.36 mm	98.27 cm²	3.66%	64.18 kPa	25.79 kPa	-1.80%	161.17 cm³
3.80 mm	32.230 mm	0.273	63.7 kg	-0.37 mm	98.17 cm²	3.76%	64.92 kPa	25.81 kPa	-1.85%	160.02 cm³
3.90 mm	32.230 mm	0.276	64.4 kg	-0.37 mm	98.07 cm²	3.86%	65.67 kPa	25.84 kPa	-1.85%	159.86 cm³
4.00 mm	32.230 mm	0.279	65.1 kg	-0.37 mm	97.97 cm²	3.96%	66.41 kPa	25.87 kPa	-1.85%	159.69 cm³
4.10 mm	32.230 mm	0.282	65.7 kg	-0.37 mm	97.87 cm²	4.06%	67.16 kPa	25.89 kPa	-1.85%	159.53 cm³
4.20 mm	32.230 mm	0.285	66.4 kg	-0.37 mm	97.77 cm²	4.16%	67.91 kPa	25.92 kPa	-1.85%	159.36 cm³
4.30 mm	32.230 mm	0.289	67.3 kg	-0.37 mm	97.67 cm²	4.26%	68.89 kPa	25.95 kPa	-1.85%	159.20 cm³
4.40 mm	32.220 mm	0.292	67.9 kg	-0.38 mm	97.57 cm²	4.36%	69.64 kPa	25.97 kPa	-1.90%	158.06 cm³
4.50 mm	32.220 mm	0.296	68.8 kg	-0.38 mm	97.47 cm²	4.46%	70.62 kPa	26.00 kPa	-1.90%	157.89 cm³
4.60 mm	32.220 mm	0.301	69.9 kg	-0.38 mm	97.36 cm²	4.55%	71.83 kPa	26.03 kPa	-1.90%	157.73 cm³
4.70 mm	32.220 mm	0.303	70.4 kg	-0.38 mm	97.26 cm²	4.65%	72.36 kPa	26.06 kPa	-1.90%	157.57 cm³
4.80 mm	32.220 mm	0.304	70.6 kg	-0.38 mm	97.16 cm²	4.75%	72.66 kPa	26.08 kPa	-1.90%	157.40 cm³
4.90 mm	32.220 mm	0.306	71.0 kg	-0.38 mm	97.06 cm²	4.85%	73.20 kPa	26.11 kPa	-1.90%	157.24 cm³
5.00 mm	32.220 mm	0.308	71.5 kg	-0.38 mm	96.96 cm²	4.95%	73.73 kPa	26.14 kPa	-1.90%	157.08 cm³
5.10 mm	32.220 mm	0.310	71.9 kg	-0.38 mm	96.86 cm²	5.05%	74.26 kPa	26.16 kPa	-1.90%	156.91 cm³
5.20 mm	32.220 mm	0.316	73.3 kg	-0.38 mm	96.76 cm²	5.15%	75.71 kPa	26.19 kPa	-1.90%	156.75 cm³
5.30 mm	32.220 mm	0.317	73.5 kg	-0.38 mm	96.66 cm²	5.25%	76.02 kPa	26.22 kPa	-1.90%	156.58 cm³
5.40 mm	32.220 mm	0.317	73.5 kg	-0.38 mm	96.56 cm²	5.35%	76.10 kPa	26.25 kPa	-1.90%	156.42 cm³
5.50 mm	32.220 mm	0.317	73.5 kg	-0.38 mm	96.46 cm²	5.45%	76.18 kPa	26.27 kPa	-1.90%	156.26 cm³
5.60 mm	32.210 mm	0.315	73.0 kg	-0.39 mm	96.35 cm²	5.54%	75.80 kPa	26.30 kPa	-1.95%	155.13 cm³
5.70 mm	32.210 mm	0.317	73.5 kg	-0.39 mm	96.25 cm²	5.64%	76.34 kPa	26.33 kPa	-1.95%	154.97 cm³
5.80 mm	32.210 mm	0.318	73.7 kg	-0.39 mm	96.15 cm²	5.74%	76.65 kPa	26.36 kPa	-1.95%	154.80 cm³
5.90 mm	32.210 mm	0.318	73.7 kg	-0.39 mm	96.05 cm²	5.84%	76.73 kPa	26.38 kPa	-1.95%	154.64 cm³
6.00 mm	32.210 mm	0.318	73.7 kg	-0.39 mm	95.95 cm²	5.94%	76.81 kPa	26.41 kPa	-1.95%	154.48 cm³
6.10 mm	32.210 mm	0.319	73.9 kg	-0.39 mm	95.85 cm²	6.04%	77.13 kPa	26.44 kPa	-1.95%	154.32 cm³
6.20 mm	32.210 mm	0.319	73.9 kg	-0.39 mm	95.75 cm²	6.14%	77.21 kPa	26.47 kPa	-1.95%	154.15 cm³
6.30 mm	32.210 mm	0.319	73.9 kg	-0.39 mm	95.65 cm²	6.24%	77.29 kPa	26.50 kPa	-1.95%	153.99 cm³
6.40 mm	32.210 mm	0.320	74.1 kg	-0.39 mm	95.55 cm²	6.34%	77.60 kPa	26.52 kPa	-1.95%	153.83 cm³
6.50 mm	32.210 mm	0.321	74.4 kg	-0.39 mm	95.45 cm²	6.44%	77.92 kPa	26.55 kPa	-1.95%	153.67 cm³
6.60 mm	32.210 mm	0.322	74.6 kg	-0.39 mm	95.34 cm²	6.53%	78.23 kPa	26.58 kPa	-1.95%	153.50 cm³
6.70 mm	32.220 mm	0.320	74.1 kg	-0.38 mm	95.24 cm²	6.63%	77.85 kPa	26.61 kPa	-1.90%	154.29 cm³
6.80 mm	32.220 mm	0.321	74.4 kg	-0.38 mm	95.14 cm²	6.73%	78.16 kPa	26.64 kPa	-1.90%	154.13 cm³
6.90 mm	32.220 mm	0.321	74.4 kg	-0.38 mm	95.04 cm²	6.83%	78.25 kPa	26.66 kPa	-1.90%	153.97 cm³
7.00 mm	32.220 mm	0.320	74.1 kg	-0.38 mm	94.94 cm²	6.93%	78.10 kPa	26.69 kPa	-1.90%	153.80 cm³
7.10 mm	32.240 mm	0.319	73.9 kg	-0.36 mm	94.84 cm²	7.03%	77.95 kPa	26.72 kPa	-1.80%	155.54 cm³
7.20 mm	32.240 mm	0.318	73.7 kg	-0.36 mm	94.74 cm²	7.13%	77.80 kPa	26.75 kPa	-1.80%	155.37 cm³
7.30 mm	32.240 mm	0.319	73.9 kg	-0.36 mm	94.64 cm²	7.23%	78.11 kPa	26.78 kPa	-1.80%	155.20 cm³
7.40 mm	32.250 mm	0.318	73.7 kg	-0.35 mm	94.54 cm²	7.33%	77.96 kPa	26.81 kPa	-1.75%	155.98 cm³
7.50 mm	32.260 mm	0.316	73.3 kg	-0.34 mm	94.44 cm²	7.43%	77.58 kPa	26.84 kPa	-1.70%	156.76 cm³
7.60 mm	32.260 mm	0.315	73.0 kg	-0.34 mm	94.33 cm²	7.52%	77.43 kPa	26.86 kPa	-1.70%	156.59 cm³
7.70 mm	32.270 mm	0.315	73.0 kg	-0.33 mm	94.23 cm²	7.62%	77.51 kPa	26.89 kPa	-1.65%	157.37 cm³
7.80 mm	32.280 mm	0.315	73.0 kg	-0.32 mm	94.13 cm²	7.72%	77.59 kPa	26.92 kPa	-1.60%	158.14 cm³
7.90 mm	32.280 mm	0.315	73.0 kg	-0.32 mm	94.03 cm²	7.82%	77.68 kPa	26.95 kPa	-1.60%	157.97 cm³
8.00 mm	32.290 mm	0.314	72.8 kg	-0.31 mm	93.93 cm²	7.92%	77.52 kPa	26.98 kPa	-1.55%	158.74 cm³

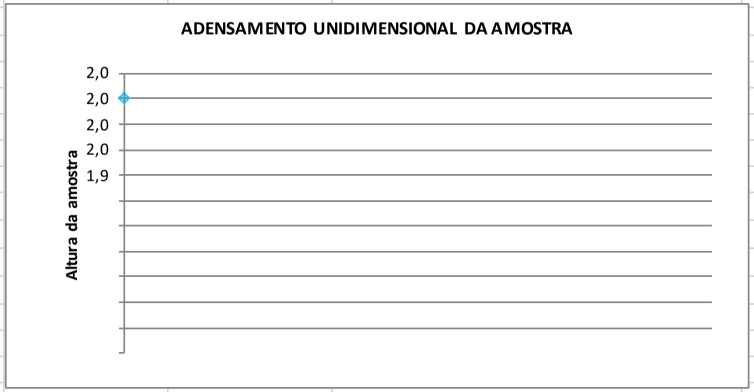
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	171.30 g
Peso da amostra + forma	469.80 g
Umidade gravimétrica (ω)	-564.1%
Peso específico dos sólidos (G)	2.95
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	298.50 g
Peso específico total (γ_t)	1.5 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	-0.3 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	-64.32 g
Peso de água (P_w)	362.82 g
Índice de vazios (e)	-10.36
Grau de saturação (S)	1.00
Porosidade (η)	1.11

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	12.50 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	52.08 kg
0.00	33.06	0.00	2.00 cm	Força aplicada	0.51 kN
0.13	31.55	0.37	1.85 cm	Carga aplicada	50 kPa
0.25	31.55	0.50	1.85 cm	Variação de altura da amostra	-0.18 cm
0.50	31.54	0.71	1.85 cm	Altura final da amostra	1.82 cm
1	31.53	1.00	1.85 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	185.96 cm³
2	31.42	1.41	1.84 cm	Peso específico seco (γ_d)	-0.3 g/cm³
4	31.41	2.00	1.84 cm	Índice de vazios (e)	-9.53
8	31.4	2.83	1.83 cm	Grau de saturação (S)	1.00
15	31.36	3.87	1.83 cm	Umidade gravimétrica (ω)	-323.0%
30	31.34	5.48	1.83 cm	Porosidade (η)	1.12
60	31.34	7.75	1.83 cm		
120	31.33	10.95	1.83 cm		
240	31.3	15.49	1.82 cm		
1080	31.29	32.86	1.82 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	4	9	28
PESO CÁPSULA	12.02	13.09	12.67
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	70.85	74.08	68.02
PESO CÁPSULA+SOLO SECO			
MASSA DE ÁGUA	70.85	74.08	68.02
MASSA DE SOLO	-12.02	-13.09	-12.67
UMIDADE	-5.89	-5.66	-5.37
UMIDADE MÉDIA	-5.64		

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	g6
PESO CÁPSULA	24.56
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	92.98
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	
MASSA DE ÁGUA	92.98
MASSA DE SOLO	-24.56
UMIDADE	-3.79



ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ε_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ε_v	Volume da amostra
0.00 mm	31.270 mm	0.000 mm	3.3 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	3.20 kPa	50.09 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	31.270 mm	0.040 mm	12.1 kg	0.00 mm	101.91 cm²	0.10%	11.90 kPa	50.14 kPa	0.00%	203.82 cm³
0.20 mm	31.240 mm	0.070 mm	18.8 kg	-0.03 mm	101.81 cm²	0.20%	18.44 kPa	50.19 kPa	-0.15%	200.56 cm³
0.30 mm	31.220 mm	0.088 mm	22.8 kg	-0.05 mm	101.71 cm²	0.30%	22.38 kPa	50.24 kPa	-0.25%	198.33 cm³
0.40 mm	31.200 mm	0.096 mm	24.5 kg	-0.07 mm	101.61 cm²	0.40%	24.14 kPa	50.29 kPa	-0.35%	196.10 cm³
0.50 mm	31.170 mm	0.120 mm	29.8 kg	-0.10 mm	101.51 cm²	0.50%	29.40 kPa	50.34 kPa	-0.50%	192.86 cm³
0.60 mm	31.140 mm	0.138 mm	33.8 kg	-0.13 mm	101.40 cm²	0.59%	33.36 kPa	50.39 kPa	-0.65%	189.63 cm³
0.70 mm	31.120 mm	0.144 mm	35.2 kg	-0.15 mm	101.30 cm²	0.69%	34.71 kPa	50.44 kPa	-0.75%	187.41 cm³
0.80 mm	31.100 mm	0.155 mm	37.6 kg	-0.17 mm	101.20 cm²	0.79%	37.15 kPa	50.49 kPa	-0.85%	185.20 cm³
0.90 mm	31.080 mm	0.162 mm	39.1 kg	-0.19 mm	101.10 cm²	0.89%	38.72 kPa	50.54 kPa	-0.95%	182.99 cm³
1.00 mm	31.050 mm	0.169 mm	40.7 kg	-0.22 mm	101.00 cm²	0.99%	40.30 kPa	50.59 kPa	-1.10%	179.78 cm³
1.10 mm	31.020 mm	0.177 mm	42.5 kg	-0.25 mm	100.90 cm²	1.09%	42.09 kPa	50.64 kPa	-1.25%	176.57 cm³
1.20 mm	31.000 mm	0.193 mm	46.0 kg	-0.27 mm	100.80 cm²	1.19%	45.65 kPa	50.69 kPa	-1.35%	174.38 cm³
1.30 mm	30.980 mm	0.195 mm	46.5 kg	-0.29 mm	100.70 cm²	1.29%	46.14 kPa	50.74 kPa	-1.45%	172.19 cm³
1.40 mm	30.960 mm	0.204 mm	48.5 kg	-0.31 mm	100.60 cm²	1.39%	48.17 kPa	50.79 kPa	-1.55%	170.01 cm³
1.50 mm	30.950 mm	0.208 mm	49.3 kg	-0.32 mm	100.50 cm²	1.49%	49.10 kPa	50.84 kPa	-1.60%	168.83 cm³
1.60 mm	30.930 mm	0.212 mm	50.2 kg	-0.34 mm	100.39 cm²	1.58%	50.03 kPa	50.89 kPa	-1.70%	166.65 cm³
1.70 mm	30.910 mm	0.217 mm	51.3 kg	-0.36 mm	100.29 cm²	1.68%	51.18 kPa	50.94 kPa	-1.80%	164.48 cm³
1.80 mm	30.910 mm	0.220 mm	52.0 kg	-0.36 mm	100.19 cm²	1.78%	51.90 kPa	51.00 kPa	-1.80%	164.31 cm³
1.90 mm	30.900 mm	0.223 mm	52.7 kg	-0.37 mm	100.09 cm²	1.88%	52.61 kPa	51.05 kPa	-1.85%	163.15 cm³
2.00 mm	30.880 mm	0.227 mm	53.5 kg	-0.39 mm	99.99 cm²	1.98%	53.55 kPa	51.10 kPa	-1.95%	160.98 cm³
2.10 mm	30.880 mm	0.231 mm	54.4 kg	-0.39 mm	99.89 cm²	2.08%	54.49 kPa	51.15 kPa	-1.95%	160.82 cm³
2.20 mm	30.870 mm	0.235 mm	55.3 kg	-0.40 mm	99.79 cm²	2.18%	55.44 kPa	51.20 kPa	-2.00%	159.66 cm³
2.30 mm	30.870 mm	0.237 mm	55.8 kg	-0.40 mm	99.69 cm²	2.28%	55.94 kPa	51.25 kPa	-2.00%	159.50 cm³
2.40 mm	30.850 mm	0.241 mm	56.6 kg	-0.42 mm	99.59 cm²	2.38%	56.88 kPa	51.31 kPa	-2.10%	157.35 cm³
2.50 mm	30.840 mm	0.246 mm	57.8 kg	-0.43 mm	99.49 cm²	2.48%	58.05 kPa	51.36 kPa	-2.15%	156.19 cm³
2.60 mm	30.830 mm	0.249 mm	58.4 kg	-0.44 mm	99.38 cm²	2.57%	58.78 kPa	51.41 kPa	-2.20%	155.04 cm³
2.70 mm	30.820 mm	0.251 mm	58.9 kg	-0.45 mm	99.28 cm²	2.67%	59.29 kPa	51.46 kPa	-2.25%	153.89 cm³
2.80 mm	30.810 mm	0.253 mm	59.3 kg	-0.46 mm	99.18 cm²	2.77%	59.79 kPa	51.52 kPa	-2.30%	152.74 cm³
2.90 mm	30.800 mm	0.256 mm	60.0 kg	-0.47 mm	99.08 cm²	2.87%	60.53 kPa	51.57 kPa	-2.35%	151.59 cm³
3.00 mm	30.800 mm	0.258 mm	60.4 kg	-0.47 mm	98.98 cm²	2.97%	61.04 kPa	51.62 kPa	-2.35%	151.44 cm³
3.10 mm	30.800 mm	0.261 mm	61.1 kg	-0.47 mm	98.88 cm²	3.07%	61.77 kPa	51.67 kPa	-2.35%	151.28 cm³
3.20 mm	30.790 mm	0.263 mm	61.5 kg	-0.48 mm	98.78 cm²	3.17%	62.28 kPa	51.73 kPa	-2.40%	150.14 cm³
3.30 mm	30.780 mm	0.266 mm	62.2 kg	-0.49 mm	98.68 cm²	3.27%	63.02 kPa	51.78 kPa	-2.45%	149.00 cm³
3.40 mm	30.770 mm	0.269 mm	62.8 kg	-0.50 mm	98.58 cm²	3.37%	63.76 kPa	51.83 kPa	-2.50%	147.86 cm³
3.50 mm	30.760 mm	0.270 mm	63.1 kg	-0.51 mm	98.48 cm²	3.47%	64.05 kPa	51.88 kPa	-2.55%	146.73 cm³
3.60 mm	30.760 mm	0.271 mm	63.3 kg	-0.51 mm	98.37 cm²	3.56%	64.34 kPa	51.94 kPa	-2.55%	146.58 cm³
3.70 mm	30.750 mm	0.273 mm	63.7 kg	-0.52 mm	98.27 cm²	3.66%	64.86 kPa	51.99 kPa	-2.60%	145.44 cm³
3.80 mm	30.740 mm	0.274 mm	64.0 kg	-0.53 mm	98.17 cm²	3.76%	65.15 kPa	52.05 kPa	-2.65%	144.31 cm³
3.90 mm	30.740 mm	0.275 mm	64.2 kg	-0.53 mm	98.07 cm²	3.86%	65.44 kPa	52.10 kPa	-2.65%	144.16 cm³
4.00 mm	30.740 mm	0.276 mm	64.4 kg	-0.53 mm	97.97 cm²	3.96%	65.73 kPa	52.15 kPa	-2.65%	144.02 cm³
4.10 mm	30.730 mm	0.277 mm	64.6 kg	-0.54 mm	97.87 cm²	4.06%	66.03 kPa	52.21 kPa	-2.70%	142.89 cm³
4.20 mm	30.720 mm	0.278 mm	64.8 kg	-0.55 mm	97.77 cm²	4.16%	66.32 kPa	52.26 kPa	-2.75%	141.76 cm³
4.30 mm	30.700 mm	0.279 mm	65.1 kg	-0.57 mm	97.67 cm²	4.26%	66.62 kPa	52.31 kPa	-2.85%	139.66 cm³
4.40 mm	30.690 mm	0.280 mm	65.3 kg	-0.58 mm	97.57 cm²	4.36%	66.91 kPa	52.37 kPa	-2.90%	138.54 cm³
4.50 mm	30.690 mm	0.283 mm	66.0 kg	-0.58 mm	97.47 cm²	4.46%	67.67 kPa	52.42 kPa	-2.90%	138.40 cm³
4.60 mm	30.690 mm	0.285 mm	66.4 kg	-0.58 mm	97.36 cm²	4.55%	68.19 kPa	52.48 kPa	-2.90%	138.26 cm³
4.70 mm	30.680 mm	0.287 mm	66.8 kg	-0.59 mm	97.26 cm²	4.65%	68.72 kPa	52.53 kPa	-2.95%	137.14 cm³
4.80 mm	30.670 mm	0.290 mm	67.5 kg	-0.60 mm	97.16 cm²	4.75%	69.47 kPa	52.59 kPa	-3.00%	136.03 cm³
4.90 mm	30.670 mm	0.291 mm	67.7 kg	-0.60 mm	97.06 cm²	4.85%	69.77 kPa	52.64 kPa	-3.00%	135.89 cm³
5.00 mm	30.670 mm	0.291 mm	67.7 kg	-0.60 mm	96.96 cm²	4.95%	69.85 kPa	52.70 kPa	-3.00%	135.74 cm³
5.10 mm	30.660 mm	0.293 mm	68.2 kg	-0.61 mm	96.86 cm²	5.05%	70.38 kPa	52.75 kPa	-3.05%	134.63 cm³
5.20 mm	30.650 mm	0.294 mm	68.4 kg	-0.62 mm	96.76 cm²	5.15%	70.68 kPa	52.81 kPa	-3.10%	133.53 cm³
5.30 mm	30.640 mm	0.295 mm	68.6 kg	-0.63 mm	96.66 cm²	5.25%	70.98 kPa	52.86 kPa	-3.15%	132.42 cm³
5.40 mm	30.640 mm	0.297 mm	69.1 kg	-0.63 mm	96.56 cm²	5.35%	71.51 kPa	52.92 kPa	-3.15%	132.28 cm³
5.50 mm	30.640 mm	0.300 mm	69.7 kg	-0.63 mm	96.46 cm²	5.45%	72.28 kPa	52.97 kPa	-3.15%	132.14 cm³
5.60 mm	30.630 mm	0.301 mm	69.9 kg	-0.64 mm	96.35 cm²	5.54%	72.58 kPa	53.03 kPa	-3.20%	131.04 cm³
5.70 mm	30.630 mm	0.302 mm	70.2 kg	-0.64 mm	96.25 cm²	5.64%	72.89 kPa	53.08 kPa	-3.20%	130.90 cm³
5.80 mm	30.630 mm	0.305 mm	70.8 kg	-0.64 mm	96.15 cm²	5.74%	73.66 kPa	53.14 kPa	-3.20%	130.77 cm³
5.90 mm	30.620 mm	0.305 mm	70.8 kg	-0.65 mm	96.05 cm²	5.84%	73.74 kPa	53.19 kPa	-3.25%	129.67 cm³
6.00 mm	30.620 mm	0.306 mm	71.0 kg	-0.65 mm	95.95 cm²	5.94%	74.04 kPa	53.25 kPa	-3.25%	129.53 cm³
6.10 mm	30.610 mm	0.307 mm	71.3 kg	-0.66 mm	95.85 cm²	6.04%	74.35 kPa	53.31 kPa	-3.30%	128.44 cm³
6.20 mm	30.610 mm	0.308 mm	71.5 kg	-0.66 mm	95.75 cm²	6.14%	74.66 kPa	53.36 kPa	-3.30%	128.30 cm³
6.30 mm	30.610 mm	0.309 mm	71.7 kg	-0.66 mm	95.65 cm²	6.24%	74.97 kPa	53.42 kPa	-3.30%	128.17 cm³
6.40 mm	30.610 mm	0.312 mm	72.4 kg	-0.66 mm	95.55 cm²	6.34%	75.75 kPa	53.48 kPa	-3.30%	128.03 cm³
6.50 mm	30.600 mm	0.314 mm	72.8 kg	-0.67 mm	95.45 cm²	6.44%	76.29 kPa	53.53 kPa	-3.35%	126.94 cm³
6.60 mm	30.600 mm	0.317 mm	73.5 kg	-0.67 mm	95.34 cm²	6.53%	77.07 kPa	53.59 kPa	-3.35%	126.81 cm³
6.70 mm	30.590 mm	0.318 mm	73.7 kg	-0.68 mm	95.24 cm²	6.63%	77.38 kPa	53.65 kPa	-3.40%	125.72 cm³
6.80 mm	30.590 mm	0.319 mm	73.9 kg	-0.68 mm	95.14 cm²	6.73%	77.70 kPa	53.70 kPa	-3.40%	125.59 cm³
6.90 mm	30.590 mm	0.320 mm	74.1 kg	-0.68 mm	95.04 cm²	6.83%	78.01 kPa	53.76 kPa	-3.40%	125.45 cm³
7.00 mm	30.590 mm	0.323 mm	74.8 kg	-0.68 mm	94.94 cm²	6.93%	78.80 kPa	53.82 kPa	-3.40%	125.32 cm³
7.10 mm	30.590 mm	0.326 mm	75.5 kg	-0.68 mm	94.84 cm²	7.03%	79.58 kPa	53.87 kPa	-3.40%	125.19 cm³
7.20 mm	30.580 mm	0.327 mm	75.7 kg	-0.69 mm	94.74 cm²	7.13%	79.90 kPa	53.93 kPa	-3.45%	124.11 cm³
7.30 mm	30.580 mm	0.327 mm	75.7 kg	-0.69 mm	94.64 cm²	7.23%	79.99 kPa	53.99 kPa	-3.45%	123.97 cm³
7.40 mm	30.580 mm	0.328 mm	75.9 kg	-0.69 mm	94.54 cm²	7.33%	80.31 kPa	54.05 kPa	-3.45%	123.84 cm³
7.50 mm	30.580 mm	0.330 mm	76.4 kg	-0.69 mm	94.44 cm²	7.43%	80.86 kPa	54.10 kPa	-3.45%	123.71 cm³
7.60 mm	30.570 mm	0.331 mm	76.6 kg	-0.70 mm	94.33 cm²	7.52%	81.18 kPa	54.16 kPa	-3.50%	122.63 cm³
7.70 mm	30.570 mm	0.334 mm	77.2 kg	-0.70 mm	94.23 cm²	7.62%	81.97 kPa	54.22 kPa	-3.50%	122.50 cm³
7.80 mm	30.570 mm	0.335 mm	77.5 kg	-0.70 mm	94.13 cm²	7.72%	82.30 kPa	54.28 kPa	-3.50%	122.37 cm³
7.90 mm	30.570 mm	0.355 mm	81.9 kg	-0.70 mm	94.03 cm²	7.82%	87.10 kPa	54.34 kPa	-3.50%	122.24 cm³
8.00 mm	30.560 mm	0.356 mm	82.1 kg	-0.71 mm	93.93 cm²	7.92%	87.43 kPa	54.40 kPa	-3.55%	121.17 cm³

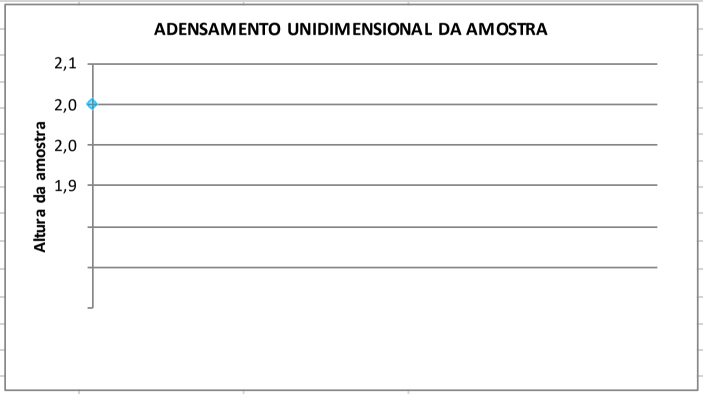
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	174.40 g
Peso da amostra + forma	467.40 g
Umidade gravimétrica (ω)	#DIV/0!
Peso específico dos sólidos (G)	2.95
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	293.00 g
Peso específico total (γ_t)	1.4 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	#DIV/0!
Peso de sólidos (P_s)	#DIV/0!
Peso de água (P_w)	#DIV/0!
Índice de vazios (e)	#DIV/0!
Grau de saturação (S)	#DIV/0!
Porosidade (η)	#DIV/0!

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	39.30 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	163.75 kg
0.00	28.72	0.00	2.00 cm	Força aplicada	1.61 kN
0.13	26.53	0.37	1.78 cm	Carga aplicada	157 kPa
0.25	26.52	0.50	1.78 cm	Variação de altura da amostra	-0.23 cm
0.50	26.52	0.71	1.78 cm	Altura final da amostra	1.77 cm
1	26.5	1.00	1.78 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	181.0 cm³
2	26.47	1.41	1.78 cm	Peso específico seco (γ_d)	#DIV/0!
4	26.46	2.00	1.77 cm	Índice de vazios (e)	#DIV/0!
8	26.46	2.83	1.77 cm	Grau de saturação (S)	#DIV/0!
15	26.44	3.87	1.77 cm	Umidade gravimétrica (ω)	#DIV/0!
30	26.47	5.48	1.78 cm	Porosidade (η)	#DIV/0!
60	26.47	7.75	1.78 cm		
120	26.47	10.95	1.78 cm		
240	26.47	15.49	1.78 cm		
1080	26.46	32.86	1.77 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	1	8	25
PESO CÁPSULA			
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO			
PESO CÁPSULA+SOLO SECO			
MASSA DE ÁGUA	0.00	0.00	0.00
MASSA DE SOLO	0.00	0.00	0.00
UMIDADE	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
UMIDADE MÉDIA	#DIV/0!		

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	x3
PESO CÁPSULA	24.63
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	95.19
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	
MASSA DE ÁGUA	95.19
MASSA DE SOLO	-24.63
UMIDADE	-3.86



ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ε_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ε_v	Volume da amostra
0.00 mm	26.440 mm	0.0 kg	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	157.47 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	26.440 mm	12.6 kg	10.4 kg	0.00 mm	101.91 cm²	0.10%	10.17 kPa	157.63 kPa	0.00%	203.82 cm³
0.20 mm	26.430 mm	21.7 kg	18.7 kg	-0.01 mm	101.81 cm²	0.20%	18.33 kPa	157.79 kPa	-0.05%	202.60 cm³
0.30 mm	26.400 mm	29.0 kg	25.3 kg	-0.04 mm	101.71 cm²	0.30%	24.89 kPa	157.94 kPa	-0.20%	199.35 cm³
0.40 mm	26.380 mm	32.9 kg	28.9 kg	-0.06 mm	101.61 cm²	0.40%	28.42 kPa	158.10 kPa	-0.30%	197.12 cm³
0.50 mm	26.350 mm	38.1 kg	33.6 kg	-0.09 mm	101.51 cm²	0.50%	33.12 kPa	158.26 kPa	-0.45%	193.87 cm³
0.60 mm	26.330 mm	42.2 kg	37.4 kg	-0.11 mm	101.40 cm²	0.59%	36.84 kPa	158.41 kPa	-0.55%	191.65 cm³
0.70 mm	26.310 mm	46.0 kg	40.8 kg	-0.13 mm	101.30 cm²	0.69%	40.30 kPa	158.57 kPa	-0.65%	189.44 cm³
0.80 mm	26.290 mm	50.4 kg	44.8 kg	-0.15 mm	101.20 cm²	0.79%	44.30 kPa	158.73 kPa	-0.75%	187.22 cm³
0.90 mm	26.270 mm	52.2 kg	46.5 kg	-0.17 mm	101.10 cm²	0.89%	45.97 kPa	158.89 kPa	-0.85%	185.01 cm³
1.00 mm	26.240 mm	54.4 kg	48.5 kg	-0.20 mm	101.00 cm²	0.99%	48.00 kPa	159.05 kPa	-1.00%	181.80 cm³
1.10 mm	26.220 mm	56.9 kg	50.8 kg	-0.22 mm	100.90 cm²	1.09%	50.31 kPa	159.21 kPa	-1.10%	179.60 cm³
1.20 mm	26.200 mm	59.4 kg	53.0 kg	-0.24 mm	100.80 cm²	1.19%	52.62 kPa	159.37 kPa	-1.20%	177.40 cm³
1.30 mm	26.190 mm	62.2 kg	55.6 kg	-0.25 mm	100.70 cm²	1.29%	55.21 kPa	159.53 kPa	-1.25%	176.22 cm³
1.40 mm	26.170 mm	65.0 kg	58.1 kg	-0.27 mm	100.60 cm²	1.39%	57.80 kPa	159.69 kPa	-1.35%	174.03 cm³
1.50 mm	26.150 mm	66.7 kg	59.7 kg	-0.29 mm	100.50 cm²	1.49%	59.40 kPa	159.85 kPa	-1.45%	171.85 cm³
1.60 mm	26.140 mm	69.0 kg	61.8 kg	-0.30 mm	100.39 cm²	1.58%	61.55 kPa	160.01 kPa	-1.50%	170.67 cm³
1.70 mm	26.120 mm	70.8 kg	63.4 kg	-0.32 mm	100.29 cm²	1.68%	63.25 kPa	160.17 kPa	-1.60%	168.49 cm³
1.80 mm	26.100 mm	72.2 kg	64.7 kg	-0.34 mm	100.19 cm²	1.78%	64.59 kPa	160.33 kPa	-1.70%	166.32 cm³
1.90 mm	26.080 mm	73.8 kg	66.2 kg	-0.36 mm	100.09 cm²	1.88%	66.11 kPa	160.49 kPa	-1.80%	164.15 cm³
2.00 mm	26.070 mm	74.9 kg	67.2 kg	-0.37 mm	99.99 cm²	1.98%	67.18 kPa	160.65 kPa	-1.85%	162.98 cm³
2.10 mm	26.050 mm	76.3 kg	68.5 kg	-0.39 mm	99.89 cm²	2.08%	68.53 kPa	160.82 kPa	-1.95%	160.82 cm³
2.20 mm	26.040 mm	77.7 kg	69.7 kg	-0.40 mm	99.79 cm²	2.18%	69.88 kPa	160.98 kPa	-2.00%	159.66 cm³
2.30 mm	26.030 mm	78.5 kg	70.5 kg	-0.41 mm	99.69 cm²	2.28%	70.68 kPa	161.14 kPa	-2.05%	158.50 cm³
2.40 mm	26.020 mm	79.8 kg	71.6 kg	-0.42 mm	99.59 cm²	2.38%	71.94 kPa	161.31 kPa	-2.10%	157.35 cm³
2.50 mm	26.000 mm	81.3 kg	73.0 kg	-0.44 mm	99.49 cm²	2.48%	73.39 kPa	161.47 kPa	-2.20%	155.20 cm³
2.60 mm	25.980 mm	82.8 kg	74.4 kg	-0.46 mm	99.38 cm²	2.57%	74.84 kPa	161.63 kPa	-2.30%	153.05 cm³
2.70 mm	25.970 mm	84.1 kg	75.6 kg	-0.47 mm	99.28 cm²	2.67%	76.11 kPa	161.80 kPa	-2.35%	151.90 cm³
2.80 mm	25.940 mm	85.0 kg	76.4 kg	-0.50 mm	99.18 cm²	2.77%	77.02 kPa	161.96 kPa	-2.50%	148.77 cm³
2.90 mm	25.930 mm	85.7 kg	77.0 kg	-0.51 mm	99.08 cm²	2.87%	77.74 kPa	162.13 kPa	-2.55%	147.63 cm³
3.00 mm	25.920 mm	86.2 kg	77.5 kg	-0.52 mm	98.98 cm²	2.97%	78.28 kPa	162.29 kPa	-2.60%	146.49 cm³
3.10 mm	25.910 mm	87.2 kg	78.4 kg	-0.53 mm	98.88 cm²	3.07%	79.28 kPa	162.46 kPa	-2.65%	145.35 cm³
3.20 mm	25.900 mm	89.0 kg	80.0 kg	-0.54 mm	98.78 cm²	3.17%	81.03 kPa	162.63 kPa	-2.70%	144.22 cm³
3.30 mm	25.890 mm	90.5 kg	81.4 kg	-0.55 mm	98.68 cm²	3.27%	82.49 kPa	162.79 kPa	-2.75%	143.08 cm³
3.40 mm	25.890 mm	90.6 kg	81.5 kg	-0.55 mm	98.58 cm²	3.37%	82.67 kPa	162.96 kPa	-2.75%	142.94 cm³
3.50 mm	25.880 mm	90.8 kg	81.7 kg	-0.56 mm	98.48 cm²	3.47%	82.94 kPa	163.13 kPa	-2.80%	141.80 cm³
3.60 mm	25.870 mm	91.2 kg	82.0 kg	-0.57 mm	98.37 cm²	3.56%	83.40 kPa	163.29 kPa	-2.85%	140.67 cm³
3.70 mm	25.860 mm	93.0 kg	83.7 kg	-0.58 mm	98.27 cm²	3.66%	85.15 kPa	163.46 kPa	-2.90%	139.55 cm³
3.80 mm	25.840 mm	94.4 kg	85.0 kg	-0.60 mm	98.17 cm²	3.76%	86.54 kPa	163.63 kPa	-3.00%	137.44 cm³
3.90 mm	25.830 mm	94.9 kg	85.4 kg	-0.61 mm	98.07 cm²	3.86%	87.10 kPa	163.80 kPa	-3.05%	136.32 cm³
4.00 mm	25.820 mm	95.4 kg	85.9 kg	-0.62 mm	97.97 cm²	3.96%	87.65 kPa	163.97 kPa	-3.10%	135.20 cm³
4.10 mm	25.810 mm	96.1 kg	86.5 kg	-0.63 mm	97.87 cm²	4.06%	88.39 kPa	164.14 kPa	-3.15%	134.08 cm³
4.20 mm	25.810 mm	97.3 kg	87.6 kg	-0.63 mm	97.77 cm²	4.16%	89.60 kPa	164.31 kPa	-3.15%	133.94 cm³
4.30 mm	25.810 mm	97.9 kg	88.1 kg	-0.63 mm	97.67 cm²	4.26%	90.23 kPa	164.48 kPa	-3.15%	133.80 cm³
4.40 mm	25.800 mm	98.5 kg	88.7 kg	-0.64 mm	97.57 cm²	4.36%	90.91 kPa	164.65 kPa	-3.20%	132.69 cm³
4.50 mm	25.790 mm	99.0 kg	89.2 kg	-0.65 mm	97.47 cm²	4.46%	91.47 kPa	164.82 kPa	-3.25%	131.58 cm³
4.60 mm	25.780 mm	99.5 kg	89.6 kg	-0.66 mm	97.36 cm²	4.55%	92.04 kPa	164.99 kPa	-3.30%	130.47 cm³
4.70 mm	25.780 mm	100.1 kg	90.2 kg	-0.66 mm	97.26 cm²	4.65%	92.69 kPa	165.16 kPa	-3.30%	130.33 cm³
4.80 mm	25.780 mm	100.6 kg	90.6 kg	-0.66 mm	97.16 cm²	4.75%	93.26 kPa	165.33 kPa	-3.30%	130.20 cm³
4.90 mm	25.770 mm	101.4 kg	91.3 kg	-0.67 mm	97.06 cm²	4.85%	94.11 kPa	165.50 kPa	-3.35%	129.09 cm³
5.00 mm	25.760 mm	102.0 kg	91.9 kg	-0.68 mm	96.96 cm²	4.95%	94.77 kPa	165.68 kPa	-3.40%	127.99 cm³
5.10 mm	25.750 mm	102.7 kg	92.5 kg	-0.69 mm	96.86 cm²	5.05%	95.53 kPa	165.85 kPa	-3.45%	126.89 cm³
5.20 mm	25.750 mm	103.3 kg	93.1 kg	-0.69 mm	96.76 cm²	5.15%	96.19 kPa	166.02 kPa	-3.45%	126.75 cm³
5.30 mm	25.740 mm	103.9 kg	93.6 kg	-0.70 mm	96.66 cm²	5.25%	96.86 kPa	166.19 kPa	-3.50%	125.65 cm³
5.40 mm	25.730 mm	104.7 kg	94.4 kg	-0.71 mm	96.56 cm²	5.35%	97.72 kPa	166.37 kPa	-3.55%	124.56 cm³
5.50 mm	25.720 mm	105.4 kg	95.0 kg	-0.72 mm	96.46 cm²	5.45%	98.48 kPa	166.54 kPa	-3.60%	123.46 cm³
5.60 mm	25.710 mm	106.0 kg	95.5 kg	-0.73 mm	96.35 cm²	5.54%	99.15 kPa	166.72 kPa	-3.65%	122.37 cm³
5.70 mm	25.710 mm	106.6 kg	96.1 kg	-0.73 mm	96.25 cm²	5.64%	99.83 kPa	166.89 kPa	-3.65%	122.24 cm³
5.80 mm	25.700 mm	107.3 kg	96.7 kg	-0.74 mm	96.15 cm²	5.74%	100.59 kPa	167.07 kPa	-3.70%	121.15 cm³
5.90 mm	25.700 mm	107.6 kg	97.0 kg	-0.74 mm	96.05 cm²	5.84%	100.99 kPa	167.24 kPa	-3.70%	121.02 cm³
6.00 mm	25.690 mm	107.9 kg	97.3 kg	-0.75 mm	95.95 cm²	5.94%	101.38 kPa	167.42 kPa	-3.75%	119.94 cm³
6.10 mm	25.680 mm	108.0 kg	97.4 kg	-0.76 mm	95.85 cm²	6.04%	101.58 kPa	167.60 kPa	-3.80%	118.85 cm³
6.20 mm	25.670 mm	108.2 kg	97.5 kg	-0.77 mm	95.75 cm²	6.14%	101.88 kPa	167.77 kPa	-3.85%	117.77 cm³
6.30 mm	25.660 mm	108.6 kg	97.9 kg	-0.78 mm	95.65 cm²	6.24%	102.37 kPa	167.95 kPa	-3.90%	116.69 cm³
6.40 mm	25.650 mm	109.4 kg	98.6 kg	-0.79 mm	95.55 cm²	6.34%	103.24 kPa	168.13 kPa	-3.95%	115.61 cm³
6.50 mm	25.640 mm	110.0 kg	99.2 kg	-0.80 mm	95.45 cm²	6.44%	103.92 kPa	168.31 kPa	-4.00%	114.53 cm³
6.60 mm	25.630 mm	110.2 kg	99.4 kg	-0.81 mm	95.34 cm²	6.53%	104.22 kPa	168.48 kPa	-4.05%	113.46 cm³
6.70 mm	25.620 mm	111.3 kg	100.4 kg	-0.82 mm	95.24 cm²	6.63%	105.38 kPa	168.66 kPa	-4.10%	112.39 cm³
6.80 mm	25.610 mm	111.6 kg	100.6 kg	-0.83 mm	95.14 cm²	6.73%	105.78 kPa	168.84 kPa	-4.15%	111.32 cm³
6.90 mm	25.600 mm	112.1 kg	101.1 kg	-0.84 mm	95.04 cm²	6.83%	106.38 kPa	169.02 kPa	-4.20%	110.25 cm³
7.00 mm	25.600 mm	112.2 kg	101.2 kg	-0.84 mm	94.94 cm²	6.93%	106.59 kPa	169.20 kPa	-4.20%	110.13 cm³
7.10 mm	25.580 mm	112.1 kg	101.1 kg	-0.86 mm	94.84 cm²	7.03%	106.60 kPa	169.38 kPa	-4.30%	108.12 cm³
7.20 mm	25.570 mm	112.2 kg	101.2 kg	-0.87 mm	94.74 cm²	7.13%	106.81 kPa	169.56 kPa	-4.35%	107.05 cm³
7.30 mm	25.570 mm	112.4 kg	101.4 kg	-0.87 mm	94.64 cm²	7.23%	107.12 kPa	169.74 kPa	-4.35%	106.94 cm³
7.40 mm	25.560 mm	112.6 kg	101.6 kg	-0.88 mm	94.54 cm²	7.33%	107.43 kPa	169.92 kPa	-4.40%	105.88 cm³
7.50 mm	25.560 mm	112.7 kg	101.6 kg	-0.88 mm	94.44 cm²	7.43%	107.64 kPa	170.11 kPa	-4.40%	105.77 cm³
7.60 mm	25.540 mm	112.7 kg	101.6 kg	-0.90 mm	94.33 cm²	7.52%	107.75 kPa	170.29 kPa	-4.50%	103.77 cm³
7.70 mm	25.530 mm	112.8 kg	101.7 kg	-0.91 mm	94.23 cm²	7.62%	107.97 kPa	170.47 kPa	-4.55%	102.71 cm³
7.80 mm	25.520 mm	112.9 kg	101.8 kg	-0.92 mm	94.13 cm²	7.72%	108.18 kPa	170.65 kPa	-4.60%	101.66 cm³
7.90 mm	25.510 mm	113.3 kg	102.2 kg	-0.93 mm	94.03 cm²	7.82%	108.68 kPa	170.84 kPa	-4.65%	100.61 cm³
8.00 mm	25.500 mm	114.0 kg	102.8 kg	-0.94 mm	93.93 cm²	7.92%	109.48 kPa	171.02 kPa	-4.70%	99.57 cm³

ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

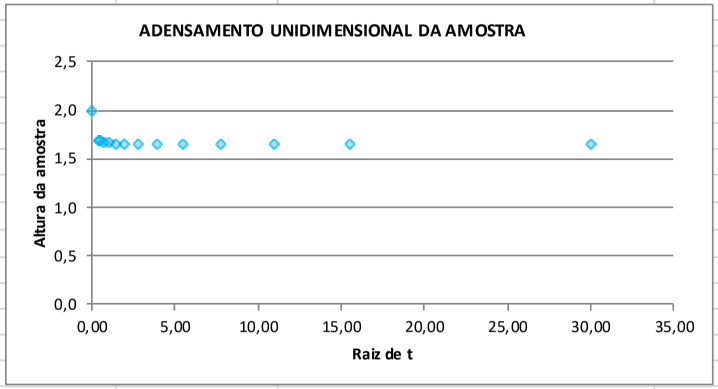
ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	167.78 g
Peso da amostra + forma	501.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	27.2%
Peso específico dos sólidos (G)	2.95
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	333.22 g
Peso específico total (γ_t)	1.6 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.2837 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	261.90 g
Peso de água (P_w)	71.32 g
Índice de vazios (e)	1.30
Grau de saturação (S)	0.62
Porosidade (η)	0.56

ETAPA 2 - ADENSAMENTO

DADOS DE ENTRADA		DADOS CALCULADOS			
Peso	78.61 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	327.54 kg
0.00	28.77	0.00	2.00 cm	Força aplicada	3.21 kN
0.13	25.62	0.37	1.69 cm	Carga aplicada	315 kPa
0.25	25.59	0.50	1.68 cm	Variação de altura da amostra	-0.35 cm
0.50	25.56	0.71	1.68 cm	Altura final da amostra	1.65 cm
1	25.45	1.00	1.67 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	168.42 cm³
2	25.34	1.41	1.66 cm	Peso específico seco (γ_d)	1.6 g/cm³
4	25.28	2.00	1.65 cm	Índice de vazios (e)	0.90
8	25.28	2.83	1.65 cm	Grau de saturação (S)	0.90
15	25.28	3.87	1.65 cm	Umidade gravimétrica (ω)	27.2%
30	25.28	5.48	1.65 cm	Porosidade (η)	0.47
60	25.28	7.75	1.65 cm		
120	25.28	10.95	1.65 cm		
240	25.28	15.49	1.65 cm		
900	25.28	30.00	1.65 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	24	25	18
PESO CÁPSULA	12.55	13.1	13.26
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	74.26	69.03	74.25
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	61.03	57.13	61.14
MASSA DE ÁGUA	13.23	11.90	13.11
MASSA DE SOLO	48.48	44.03	47.88
UMIDADE	0.27	0.27	0.27
UMIDADE MÉDIA	0.27		

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	5
PESO CÁPSULA	24.58
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	114.7
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	90.99
MASSA DE ÁGUA	23.71
MASSA DE SOLO	66.41
UMIDADE	0.36



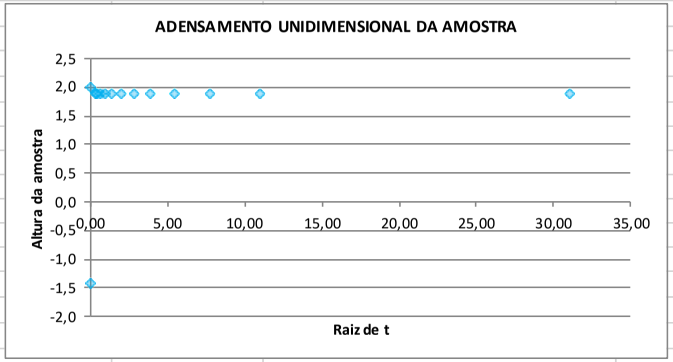
ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ξ_a	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ξ_v	Volume da amostra
0.00 mm	25.270 mm	0.0 kg	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	314.99 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	25.270 mm	8.8 kg	6.9 kg	0.00 mm	101.91 cm²	0.10%	6.77 kPa	315.30 kPa	0.00%	203.82 cm³
0.20 mm	25.270 mm	14.4 kg	12.0 kg	0.00 mm	101.81 cm²	0.20%	11.79 kPa	315.61 kPa	0.00%	203.62 cm³
0.30 mm	25.270 mm	22.5 kg	19.4 kg	0.00 mm	101.71 cm²	0.30%	19.06 kPa	315.93 kPa	0.00%	203.41 cm³
0.40 mm	25.270 mm	29.9 kg	26.1 kg	0.00 mm	101.61 cm²	0.40%	25.73 kPa	316.24 kPa	0.00%	203.21 cm³
0.50 mm	25.250 mm	33.9 kg	29.8 kg	-0.02 mm	101.51 cm²	0.50%	29.34 kPa	316.55 kPa	-0.10%	200.98 cm³
0.60 mm	25.240 mm	40.4 kg	35.7 kg	-0.03 mm	101.40 cm²	0.59%	35.22 kPa	316.87 kPa	-0.15%	199.77 cm³
0.70 mm	25.230 mm	58.4 kg	52.1 kg	-0.04 mm	101.30 cm²	0.69%	51.46 kPa	317.19 kPa	-0.20%	198.55 cm³
0.80 mm	25.210 mm	63.4 kg	56.7 kg	-0.06 mm	101.20 cm²	0.79%	56.02 kPa	317.50 kPa	-0.30%	196.33 cm³
0.90 mm	25.190 mm	71.3 kg	63.9 kg	-0.08 mm	101.10 cm²	0.89%	63.20 kPa	317.82 kPa	-0.40%	194.11 cm³
1.00 mm	25.170 mm	77.4 kg	69.5 kg	-0.10 mm	101.00 cm²	0.99%	68.77 kPa	318.14 kPa	-0.50%	191.90 cm³
1.10 mm	25.150 mm	84.3 kg	75.7 kg	-0.12 mm	100.90 cm²	1.09%	75.07 kPa	318.46 kPa	-0.60%	189.69 cm³
1.20 mm	25.130 mm	89.0 kg	80.0 kg	-0.14 mm	100.80 cm²	1.19%	79.40 kPa	318.77 kPa	-0.70%	187.48 cm³
1.30 mm	25.110 mm	94.4 kg	85.0 kg	-0.16 mm	100.70 cm²	1.29%	84.37 kPa	319.09 kPa	-0.80%	185.28 cm³
1.40 mm	25.080 mm	97.7 kg	88.0 kg	-0.19 mm	100.60 cm²	1.39%	87.45 kPa	319.41 kPa	-0.95%	182.08 cm³
1.50 mm	25.060 mm	102.8 kg	92.6 kg	-0.21 mm	100.50 cm²	1.49%	92.16 kPa	319.74 kPa	-1.05%	179.89 cm³
1.60 mm	25.040 mm	107.3 kg	96.7 kg	-0.23 mm	100.39 cm²	1.58%	96.34 kPa	320.06 kPa	-1.15%	177.70 cm³
1.70 mm	25.010 mm	112.5 kg	101.5 kg	-0.26 mm	100.29 cm²	1.68%	101.17 kPa	320.38 kPa	-1.30%	174.51 cm³
1.80 mm	24.970 mm	115.9 kg	104.6 kg	-0.30 mm	100.19 cm²	1.78%	104.37 kPa	320.70 kPa	-1.50%	170.33 cm³
1.90 mm	24.950 mm	122.5 kg	110.6 kg	-0.32 mm	100.09 cm²	1.88%	110.48 kPa	321.03 kPa	-1.60%	168.15 cm³
2.00 mm	24.930 mm	127.0 kg	114.7 kg	-0.34 mm	99.99 cm²	1.98%	114.70 kPa	321.35 kPa	-1.70%	165.98 cm³
2.10 mm	24.910 mm	131.4 kg	118.7 kg	-0.36 mm	99.89 cm²	2.08%	118.83 kPa	321.68 kPa	-1.80%	163.82 cm³
2.20 mm	24.890 mm	134.2 kg	121.3 kg	-0.38 mm	99.79 cm²	2.18%	121.51 kPa	322.00 kPa	-1.90%	161.66 cm³
2.30 mm	24.880 mm	137.0 kg	123.8 kg	-0.39 mm	99.69 cm²	2.28%	124.20 kPa	322.33 kPa	-1.95%	160.50 cm³
2.40 mm	24.860 mm	140.6 kg	127.1 kg	-0.41 mm	99.59 cm²	2.38%	127.62 kPa	322.65 kPa	-2.05%	158.34 cm³
2.50 mm	24.850 mm	142.4 kg	128.7 kg	-0.42 mm	99.49 cm²	2.48%	129.40 kPa	322.98 kPa	-2.10%	157.19 cm³
2.60 mm	24.830 mm	144.0 kg	130.2 kg	-0.44 mm	99.38 cm²	2.57%	131.00 kPa	323.31 kPa	-2.20%	155.04 cm³
2.70 mm	24.820 mm	146.6 kg	132.6 kg	-0.45 mm	99.28 cm²	2.67%	133.52 kPa	323.64 kPa	-2.25%	153.89 cm³
2.80 mm	24.800 mm	148.6 kg	134.4 kg	-0.47 mm	99.18 cm²	2.77%	135.50 kPa	323.97 kPa	-2.35%	151.75 cm³
2.90 mm	24.790 mm	150.7 kg	136.3 kg	-0.48 mm	99.08 cm²	2.87%	137.57 kPa	324.30 kPa	-2.40%	150.60 cm³
3.00 mm	24.770 mm	153.8 kg	139.1 kg	-0.50 mm	98.98 cm²	2.97%	140.56 kPa	324.63 kPa	-2.50%	148.47 cm³
3.10 mm	24.750 mm	156.8 kg	141.9 kg	-0.52 mm	98.88 cm²	3.07%	143.47 kPa	324.96 kPa	-2.60%	146.34 cm³
3.20 mm	24.740 mm	163.6 kg	148.1 kg	-0.53 mm	98.78 cm²	3.17%	149.90 kPa	325.29 kPa	-2.65%	145.20 cm³
3.30 mm	24.720 mm	166.0 kg	150.3 kg	-0.55 mm	98.68 cm²	3.27%	152.27 kPa	325.63 kPa	-2.75%	143.08 cm³
3.40 mm	24.710 mm	168.4 kg	152.4 kg	-0.56 mm	98.58 cm²	3.37%	154.65 kPa	325.96 kPa	-2.80%	141.95 cm³
3.50 mm	24.690 mm	170.0 kg	153.9 kg	-0.58 mm	98.48 cm²	3.47%	156.29 kPa	326.29 kPa	-2.90%	139.83 cm³
3.60 mm	24.670 mm	173.0 kg	156.6 kg	-0.60 mm	98.37 cm²	3.56%	159.23 kPa	326.63 kPa	-3.00%	137.72 cm³
3.70 mm	24.650 mm	174.5 kg	158.0 kg	-0.62 mm	98.27 cm²	3.66%	160.78 kPa	326.97 kPa	-3.10%	135.62 cm³
3.80 mm	24.640 mm	176.7 kg	160.0 kg	-0.63 mm	98.17 cm²	3.76%	162.99 kPa	327.30 kPa	-3.15%	134.50 cm³
3.90 mm	24.630 mm	178.6 kg	161.7 kg	-0.64 mm	98.07 cm²	3.86%	164.93 kPa	327.64 kPa	-3.20%	133.38 cm³
4.00 mm	24.620 mm	179.5 kg	162.6 kg	-0.65 mm	97.97 cm²	3.96%	165.93 kPa	327.98 kPa	-3.25%	132.26 cm³
4.10 mm	24.610 mm	180.3 kg	163.3 kg	-0.66 mm	97.87 cm²	4.06%	166.85 kPa	328.31 kPa	-3.30%	131.14 cm³
4.20 mm	24.590 mm	181.4 kg	164.3 kg	-0.68 mm	97.77 cm²	4.16%	168.05 kPa	328.65 kPa	-3.40%	129.05 cm³
4.30 mm	24.580 mm	183.4 kg	166.1 kg	-0.69 mm	97.67 cm²	4.26%	170.09 kPa	328.99 kPa	-3.45%	127.94 cm³
4.40 mm	24.570 mm	187.3 kg	169.7 kg	-0.70 mm	97.57 cm²	4.36%	173.91 kPa	329.33 kPa	-3.50%	126.84 cm³
4.50 mm	24.550 mm	190.6 kg	172.7 kg	-0.72 mm	97.47 cm²	4.46%	177.18 kPa	329.68 kPa	-3.60%	124.76 cm³
4.60 mm	24.530 mm	191.8 kg	173.8 kg	-0.74 mm	97.36 cm²	4.55%	178.49 kPa	330.02 kPa	-3.70%	122.68 cm³
4.70 mm	24.510 mm	192.5 kg	174.4 kg	-0.76 mm	97.26 cm²	4.65%	179.33 kPa	330.36 kPa	-3.80%	120.61 cm³
4.80 mm	24.510 mm	194.1 kg	175.9 kg	-0.76 mm	97.16 cm²	4.75%	181.02 kPa	330.70 kPa	-3.80%	120.48 cm³
4.90 mm	24.490 mm	196.1 kg	177.7 kg	-0.78 mm	97.06 cm²	4.85%	183.09 kPa	331.05 kPa	-3.90%	118.41 cm³
5.00 mm	24.470 mm	197.7 kg	179.2 kg	-0.80 mm	96.96 cm²	4.95%	184.78 kPa	331.39 kPa	-4.00%	116.35 cm³
5.10 mm	24.460 mm	198.5 kg	179.9 kg	-0.81 mm	96.86 cm²	5.05%	185.73 kPa	331.74 kPa	-4.05%	115.26 cm³
5.20 mm	24.450 mm	200.0 kg	181.3 kg	-0.82 mm	96.76 cm²	5.15%	187.33 kPa	332.08 kPa	-4.10%	114.17 cm³
5.30 mm	24.450 mm	201.8 kg	182.9 kg	-0.82 mm	96.66 cm²	5.25%	189.23 kPa	332.43 kPa	-4.10%	114.06 cm³
5.40 mm	24.410 mm	203.1 kg	184.1 kg	-0.86 mm	96.56 cm²	5.35%	190.65 kPa	332.78 kPa	-4.30%	110.07 cm³
5.50 mm	24.400 mm	203.9 kg	184.8 kg	-0.87 mm	96.46 cm²	5.45%	191.61 kPa	333.13 kPa	-4.35%	108.99 cm³
5.60 mm	24.370 mm	205.3 kg	186.1 kg	-0.90 mm	96.35 cm²	5.54%	193.14 kPa	333.48 kPa	-4.50%	105.99 cm³
5.70 mm	24.360 mm	206.4 kg	187.1 kg	-0.91 mm	96.25 cm²	5.64%	194.38 kPa	333.83 kPa	-4.55%	104.92 cm³
5.80 mm	24.340 mm	207.5 kg	188.1 kg	-0.93 mm	96.15 cm²	5.74%	195.63 kPa	334.18 kPa	-4.65%	102.88 cm³
5.90 mm	24.330 mm	208.6 kg	189.1 kg	-0.94 mm	96.05 cm²	5.84%	196.88 kPa	334.53 kPa	-4.70%	101.81 cm³
6.00 mm	24.320 mm	209.5 kg	189.9 kg	-0.95 mm	95.95 cm²	5.94%	197.94 kPa	334.88 kPa	-4.75%	100.75 cm³
6.10 mm	24.320 mm	210.3 kg	190.7 kg	-0.95 mm	95.85 cm²	6.04%	198.91 kPa	335.23 kPa	-4.75%	100.64 cm³
6.20 mm	24.290 mm	210.6 kg	190.9 kg	-0.98 mm	95.75 cm²	6.14%	199.41 kPa	335.59 kPa	-4.90%	97.66 cm³
6.30 mm	24.270 mm	211.6 kg	191.8 kg	-1.00 mm	95.65 cm²	6.24%	200.57 kPa	335.94 kPa	-5.00%	95.65 cm³
6.40 mm	24.250 mm	212.2 kg	192.4 kg	-1.02 mm	95.55 cm²	6.34%	201.36 kPa	336.30 kPa	-5.10%	93.64 cm³
6.50 mm	24.220 mm	213.1 kg	193.2 kg	-1.05 mm	95.45 cm²	6.44%	202.43 kPa	336.65 kPa	-5.25%	90.67 cm³
6.60 mm	24.210 mm	214.2 kg	194.2 kg	-1.06 mm	95.34 cm²	6.53%	203.70 kPa	337.01 kPa	-5.30%	89.62 cm³
6.70 mm	24.200 mm	215.4 kg	195.3 kg	-1.07 mm	95.24 cm²	6.63%	205.06 kPa	337.37 kPa	-5.35%	88.58 cm³
6.80 mm	24.190 mm	216.2 kg	196.0 kg	-1.08 mm	95.14 cm²	6.73%	206.04 kPa	337.73 kPa	-5.40%	87.53 cm³
6.90 mm	24.190 mm	216.9 kg	196.7 kg	-1.08 mm	95.04 cm²	6.83%	206.94 kPa	338.08 kPa	-5.40%	87.44 cm³
7.00 mm	24.180 mm	217.7 kg	197.4 kg	-1.09 mm	94.94 cm²	6.93%	207.92 kPa	338.44 kPa	-5.45%	86.40 cm³
7.10 mm	24.170 mm	218.9 kg	198.5 kg	-1.10 mm	94.84 cm²	7.03%	209.30 kPa	338.80 kPa	-5.50%	85.36 cm³
7.20 mm	24.150 mm	220.0 kg	199.5 kg	-1.12 mm	94.74 cm²	7.13%	210.58 kPa	339.17 kPa	-5.60%	83.37 cm³
7.30 mm	24.140 mm	220.5 kg	200.0 kg	-1.13 mm	94.64 cm²	7.23%	211.29 kPa	339.53 kPa	-5.65%	82.33 cm³
7.40 mm	24.130 mm	220.9 kg	200.3 kg	-1.14 mm	94.54 cm²	7.33%	211.90 kPa	339.89 kPa	-5.70%	81.30 cm³
7.50 mm	24.120 mm	221.3 kg	200.7 kg	-1.15 mm	94.44 cm²	7.43%	212.51 kPa	340.25 kPa	-5.75%	80.27 cm³
7.60 mm	24.110 mm	222.0 kg	201.3 kg	-1.16 mm	94.33 cm²	7.52%	213.42 kPa	340.62 kPa	-5.80%	79.24 cm³
7.70 mm	24.100 mm	222.5 kg	201.8 kg	-1.17 mm	94.23 cm²	7.62%	214.13 kPa	340.98 kPa	-5.85%	78.21 cm³
7.80 mm	24.080 mm	222.9 kg	202.1 kg	-1.19 mm	94.13 cm²	7.72%	214.75 kPa	341.35 kPa	-5.95%	76.25 cm³
7.90 mm	24.080 mm	223.2 kg	202.4 kg	-1.19 mm	94.03 cm²	7.82%	215.27 kPa	341.72 kPa	-5.95%	76.17 cm³
8.00 mm	24.070 mm	223.8 kg	203.0 kg	-1.20 mm	93.93 cm²	7.92%	216.08 kPa	342.08 kPa	-6.00%	75.14 cm³

APÊNDICE 4 – DADOS DOS ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO – MATERIAL DE EMPRÉSTIMO

ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	171.60 g
Peso da amostra + forma	524.00 g
Umidade gravimétrica (ω)	57.2%
Peso específico dos sólidos (G)	
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	352.40 g
Peso específico total (γ_t)	1.7 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.1 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	224.24 g
Peso de água (P_w)	128.16 g
Índice de vazios (e)	-1.00
Grau de saturação (S)	0.00
Porosidade (η)	#DIV/0!

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	9.80 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	40.83 kg
0.00	33.96	0.00	2.00 cm	Força aplicada	0.40 kN
0.13	32.89	0.37	1.89 cm	Carga aplicada	39 kPa
0.25	32.88	0.50	1.89 cm	Variação de altura da amostra	-3.40 cm
0.50	32.87	0.71	1.89 cm	Altura final da amostra	-1.40 cm
1	32.85	1.00	1.89 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	-142.41 cm³
2	32.85	1.41	1.89 cm	Peso específico seco (γ_d)	-1.6 g/cm³
4	32.85	2.00	1.89 cm	Índice de vazios (e)	-1.00
8	32.84	2.83	1.89 cm	Grau de saturação (S)	0.00
15	32.83	3.87	1.89 cm	Umidade gravimétrica (ω)	57.2%
30	32.8	5.48	1.88 cm	Porosidade (η)	#DIV/0!
60	32.78	7.75	1.88 cm		
120	32.78	10.95	1.88 cm		
960	32.72	30.98	1.88 cm		
		0.00	-1.40 cm		
			-1.40 cm		



UMIDADE INICIAL			
ID CÁPSULA		42	46
PESO CÁPSULA	7.17	7.2	7.23
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	55.88	41.01	45.58
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	38.12	29.01	31.34
MASSA DE ÁGUA	17.76	12.00	14.24
MASSA DE SOLO	30.95	21.81	24.11
UMIDADE	0.57	0.55	0.59
UMIDADE MÉDIA		0.57	

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	1
PESO CÁPSULA	24.28
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	87.42
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	65.6
MASSA DE ÁGUA	21.82
MASSA DE SOLO	41.32
UMIDADE	0.53

ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ξ_v	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ξ_v	Volume da amostra
0.00 mm	32.700 mm	0.000	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	39.27 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	32.680 mm	0.019	7.5 kg	-0.02 mm	101.91 cm²	0.10%	7.33 kPa	39.31 kPa	-0.10%	201.78 cm³
0.20 mm	32.660 mm	0.037	11.5 kg	-0.04 mm	101.81 cm²	0.20%	11.26 kPa	39.35 kPa	-0.20%	199.54 cm³
0.30 mm	32.640 mm	0.099	25.2 kg	-0.06 mm	101.71 cm²	0.30%	24.77 kPa	39.39 kPa	-0.30%	197.31 cm³
0.40 mm	32.620 mm	0.135	33.2 kg	-0.08 mm	101.61 cm²	0.40%	32.64 kPa	39.42 kPa	-0.40%	195.08 cm³
0.50 mm	32.600 mm	0.150	36.5 kg	-0.10 mm	101.51 cm²	0.50%	35.95 kPa	39.46 kPa	-0.50%	192.86 cm³
0.60 mm	32.580 mm	0.162	39.1 kg	-0.12 mm	101.40 cm²	0.59%	38.61 kPa	39.50 kPa	-0.60%	190.64 cm³
0.70 mm	32.630 mm	0.174	41.8 kg	-0.07 mm	101.30 cm²	0.69%	41.27 kPa	39.54 kPa	-0.35%	195.51 cm³
0.80 mm	32.650 mm	0.186	44.5 kg	-0.05 mm	101.20 cm²	0.79%	43.94 kPa	39.58 kPa	-0.25%	197.34 cm³
0.90 mm	32.650 mm	0.194	46.2 kg	-0.05 mm	101.10 cm²	0.89%	45.73 kPa	39.62 kPa	-0.25%	197.15 cm³
1.00 mm	32.650 mm	0.202	48.0 kg	-0.05 mm	101.00 cm²	0.99%	47.53 kPa	39.66 kPa	-0.25%	196.95 cm³
1.10 mm	32.650 mm	0.208	49.3 kg	-0.05 mm	100.90 cm²	1.09%	48.90 kPa	39.70 kPa	-0.25%	196.75 cm³
1.20 mm	32.650 mm	0.214	50.7 kg	-0.05 mm	100.80 cm²	1.19%	50.27 kPa	39.74 kPa	-0.25%	196.56 cm³
1.30 mm	32.650 mm	0.220	52.0 kg	-0.05 mm	100.70 cm²	1.29%	51.64 kPa	39.78 kPa	-0.25%	196.36 cm³
1.40 mm	32.650 mm	0.228	53.8 kg	-0.05 mm	100.60 cm²	1.39%	53.45 kPa	39.82 kPa	-0.25%	196.16 cm³
1.50 mm	32.650 mm	0.235	55.3 kg	-0.05 mm	100.50 cm²	1.49%	55.05 kPa	39.86 kPa	-0.25%	195.97 cm³
1.60 mm	32.650 mm	0.241	56.6 kg	-0.05 mm	100.39 cm²	1.58%	56.43 kPa	39.90 kPa	-0.25%	195.77 cm³
1.70 mm	32.650 mm	0.246	57.8 kg	-0.05 mm	100.29 cm²	1.68%	57.59 kPa	39.94 kPa	-0.25%	195.57 cm³
1.80 mm	32.650 mm	0.252	59.1 kg	-0.05 mm	100.19 cm²	1.78%	58.97 kPa	39.98 kPa	-0.25%	195.37 cm³
1.90 mm	32.650 mm	0.252	59.1 kg	-0.05 mm	100.09 cm²	1.88%	59.03 kPa	40.02 kPa	-0.25%	195.18 cm³
2.00 mm	32.650 mm	0.252	59.1 kg	-0.05 mm	99.99 cm²	1.98%	59.09 kPa	40.06 kPa	-0.25%	194.98 cm³
2.10 mm	32.650 mm	0.253	59.3 kg	-0.05 mm	99.89 cm²	2.08%	59.37 kPa	40.10 kPa	-0.25%	194.78 cm³
2.20 mm	32.650 mm	0.253	59.3 kg	-0.05 mm	99.79 cm²	2.18%	59.43 kPa	40.14 kPa	-0.25%	194.59 cm³
2.30 mm	32.650 mm	0.253	59.3 kg	-0.05 mm	99.69 cm²	2.28%	59.49 kPa	40.18 kPa	-0.25%	194.39 cm³
2.40 mm	32.650 mm	0.254	59.5 kg	-0.05 mm	99.59 cm²	2.38%	59.77 kPa	40.22 kPa	-0.25%	194.19 cm³
2.50 mm	32.650 mm	0.254	59.5 kg	-0.05 mm	99.49 cm²	2.48%	59.84 kPa	40.26 kPa	-0.25%	194.00 cm³
2.60 mm	32.650 mm	0.254	59.5 kg	-0.05 mm	99.38 cm²	2.57%	59.90 kPa	40.31 kPa	-0.25%	193.80 cm³
2.70 mm	32.650 mm	0.294	68.4 kg	-0.05 mm	99.28 cm²	2.67%	68.88 kPa	40.35 kPa	-0.25%	193.60 cm³
2.80 mm	32.650 mm	0.298	69.3 kg	-0.05 mm	99.18 cm²	2.77%	69.84 kPa	40.39 kPa	-0.25%	193.40 cm³
2.90 mm	32.650 mm	0.300	69.7 kg	-0.05 mm	99.08 cm²	2.87%	70.36 kPa	40.43 kPa	-0.25%	193.21 cm³
3.00 mm	32.650 mm	0.306	71.0 kg	-0.05 mm	98.98 cm²	2.97%	71.78 kPa	40.47 kPa	-0.25%	193.01 cm³
3.10 mm	32.650 mm	0.312	72.4 kg	-0.05 mm	98.88 cm²	3.07%	73.19 kPa	40.51 kPa	-0.25%	192.81 cm³
3.20 mm	32.650 mm	0.318	73.7 kg	-0.05 mm	98.78 cm²	3.17%	74.61 kPa	40.55 kPa	-0.25%	192.62 cm³
3.30 mm	32.650 mm	0.321	74.4 kg	-0.05 mm	98.68 cm²	3.27%	75.36 kPa	40.59 kPa	-0.25%	192.42 cm³
3.40 mm	32.650 mm	0.324	75.0 kg	-0.05 mm	98.58 cm²	3.37%	76.12 kPa	40.64 kPa	-0.25%	192.22 cm³
3.50 mm	32.650 mm	0.327	75.7 kg	-0.05 mm	98.48 cm²	3.47%	76.87 kPa	40.68 kPa	-0.25%	192.03 cm³
3.60 mm	32.650 mm	0.327	75.7 kg	-0.05 mm	98.37 cm²	3.56%	76.95 kPa	40.72 kPa	-0.25%	191.83 cm³
3.70 mm	32.650 mm	0.327	75.7 kg	-0.05 mm	98.27 cm²	3.66%	77.03 kPa	40.76 kPa	-0.25%	191.63 cm³
3.80 mm	32.650 mm	0.327	75.7 kg	-0.05 mm	98.17 cm²	3.76%	77.11 kPa	40.80 kPa	-0.25%	191.44 cm³
3.90 mm	32.650 mm	0.327	75.7 kg	-0.05 mm	98.07 cm²	3.86%	77.19 kPa	40.85 kPa	-0.25%	191.24 cm³
4.00 mm	32.650 mm	0.327	75.7 kg	-0.05 mm	97.97 cm²	3.96%	77.27 kPa	40.89 kPa	-0.25%	191.04 cm³
4.10 mm	32.650 mm	0.320	74.1 kg	-0.05 mm	97.87 cm²	4.06%	75.76 kPa	40.93 kPa	-0.25%	190.84 cm³
4.20 mm	32.650 mm	0.319	73.9 kg	-0.05 mm	97.77 cm²	4.16%	75.61 kPa	40.97 kPa	-0.25%	190.65 cm³
4.30 mm	32.650 mm	0.317	73.5 kg	-0.05 mm	97.67 cm²	4.26%	75.24 kPa	41.01 kPa	-0.25%	190.45 cm³
4.40 mm	32.650 mm	0.315	73.0 kg	-0.05 mm	97.57 cm²	4.36%	74.86 kPa	41.06 kPa	-0.25%	190.25 cm³
4.50 mm	32.650 mm	0.314	72.8 kg	-0.05 mm	97.47 cm²	4.46%	74.71 kPa	41.10 kPa	-0.25%	190.06 cm³
4.60 mm	32.650 mm	0.311	72.2 kg	-0.05 mm	97.36 cm²	4.55%	74.11 kPa	41.14 kPa	-0.25%	189.86 cm³
4.70 mm	32.650 mm	0.309	71.7 kg	-0.05 mm	97.26 cm²	4.65%	73.73 kPa	41.18 kPa	-0.25%	189.66 cm³
4.80 mm	32.650 mm	0.307	71.3 kg	-0.05 mm	97.16 cm²	4.75%	73.35 kPa	41.23 kPa	-0.25%	189.47 cm³
4.90 mm	32.650 mm	0.305	70.8 kg	-0.05 mm	97.06 cm²	4.85%	72.97 kPa	41.27 kPa	-0.25%	189.27 cm³
5.00 mm	32.650 mm	0.304	70.6 kg	-0.05 mm	96.96 cm²	4.95%	72.82 kPa	41.31 kPa	-0.25%	189.07 cm³
5.10 mm	32.650 mm	0.304	70.6 kg	-0.05 mm	96.86 cm²	5.05%	72.89 kPa	41.36 kPa	-0.25%	188.88 cm³
5.20 mm	32.650 mm	0.303	70.4 kg	-0.05 mm	96.76 cm²	5.15%	72.74 kPa	41.40 kPa	-0.25%	188.68 cm³
5.30 mm	32.650 mm	0.303	70.4 kg	-0.05 mm	96.66 cm²	5.25%	72.81 kPa	41.44 kPa	-0.25%	188.48 cm³
5.40 mm	32.650 mm	0.303	70.4 kg	-0.05 mm	96.56 cm²	5.35%	72.89 kPa	41.49 kPa	-0.25%	188.28 cm³
5.50 mm	32.650 mm	0.303	70.4 kg	-0.05 mm	96.46 cm²	5.45%	72.97 kPa	41.53 kPa	-0.25%	188.09 cm³
5.60 mm	32.650 mm	0.303	70.4 kg	-0.05 mm	96.35 cm²	5.54%	73.04 kPa	41.57 kPa	-0.25%	187.89 cm³
5.70 mm	32.650 mm	0.303	70.4 kg	-0.05 mm	96.25 cm²	5.64%	73.12 kPa	41.62 kPa	-0.25%	187.69 cm³
5.80 mm	32.650 mm	0.303	70.4 kg	-0.05 mm	96.15 cm²	5.74%	73.20 kPa	41.66 kPa	-0.25%	187.50 cm³
5.90 mm	32.650 mm	0.302	70.2 kg	-0.05 mm	96.05 cm²	5.84%	73.04 kPa	41.70 kPa	-0.25%	187.30 cm³
6.00 mm	32.650 mm	0.301	69.9 kg	-0.05 mm	95.95 cm²	5.94%	72.89 kPa	41.75 kPa	-0.25%	187.10 cm³
6.10 mm	32.650 mm	0.301	69.9 kg	-0.05 mm	95.85 cm²	6.04%	72.97 kPa	41.79 kPa	-0.25%	186.91 cm³
6.20 mm	32.650 mm	0.301	69.9 kg	-0.05 mm	95.75 cm²	6.14%	73.04 kPa	41.84 kPa	-0.25%	186.71 cm³
6.30 mm	32.650 mm	0.300	69.7 kg	-0.05 mm	95.65 cm²	6.24%	72.89 kPa	41.88 kPa	-0.25%	186.51 cm³
6.40 mm	32.650 mm	0.300	69.7 kg	-0.05 mm	95.55 cm²	6.34%	72.97 kPa	41.92 kPa	-0.25%	186.31 cm³
6.50 mm	32.660 mm	0.300	69.7 kg	-0.04 mm	95.45 cm²	6.44%	73.04 kPa	41.97 kPa	-0.20%	187.07 cm³
6.60 mm	32.660 mm	0.300	69.7 kg	-0.04 mm	95.34 cm²	6.53%	73.12 kPa	42.01 kPa	-0.20%	186.87 cm³
6.70 mm	32.660 mm	0.300	69.7 kg	-0.04 mm	95.24 cm²	6.63%	73.20 kPa	42.06 kPa	-0.20%	186.68 cm³
6.80 mm	32.660 mm	0.300	69.7 kg	-0.04 mm	95.14 cm²	6.73%	73.28 kPa	42.10 kPa	-0.20%	186.48 cm³
6.90 mm	32.660 mm	0.300	69.7 kg	-0.04 mm	95.04 cm²	6.83%	73.35 kPa	42.15 kPa	-0.20%	186.28 cm³
7.00 mm	32.660 mm	0.300	69.7 kg	-0.04 mm	94.94 cm²	6.93%	73.43 kPa	42.19 kPa	-0.20%	186.08 cm³
7.10 mm	32.660 mm	0.300	69.7 kg	-0.04 mm	94.84 cm²	7.03%	73.51 kPa	42.24 kPa	-0.20%	185.88 cm³
7.20 mm	32.670 mm	0.301	69.9 kg	-0.03 mm	94.74 cm²	7.13%	73.82 kPa	42.28 kPa	-0.15%	186.63 cm³
7.30 mm	32.670 mm	0.301	69.9 kg	-0.03 mm	94.64 cm²	7.23%	73.90 kPa	42.33 kPa	-0.15%	186.43 cm³
7.40 mm	32.670 mm	0.301	69.9 kg	-0.03 mm	94.54 cm²	7.33%	73.98 kPa	42.37 kPa	-0.15%	186.24 cm³
7.50 mm	32.670 mm	0.301	69.9 kg	-0.03 mm	94.44 cm²	7.43%	74.06 kPa	42.42 kPa	-0.15%	186.04 cm³
7.60 mm	32.670 mm	0.302	70.2 kg	-0.03 mm	94.33 cm²	7.52%	74.37 kPa	42.46 kPa	-0.15%	185.84 cm³
7.70 mm	32.670 mm	0.303	70.4 kg	-0.03 mm	94.23 cm²	7.62%	74.69 kPa	42.51 kPa	-0.15%	185.64 cm³
7.80 mm	32.670 mm	0.304	70.6 kg	-0.03 mm	94.13 cm²	7.72%	75.00 kPa	42.55 kPa	-0.15%	185.44 cm³
7.90 mm	32.670 mm	0.305	70.8 kg	-0.03 mm	94.03 cm²	7.82%	75.32 kPa	42.60 kPa	-0.15%	185.24 cm³
8.00 mm	32.670 mm	0.306	71.0 kg	-0.03 mm	93.93 cm²	7.92%	75.64 kPa	42.65 kPa	-0.15%	185.04 cm³

ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ε_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ε_v	Volume da amostra
0.00 mm	25.650 mm	0.0 kg	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	157.47 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	25.650 mm	9.8 kg	7.8 kg	0.00 mm	101.91 cm²	0.10%	7.66 kPa	157.63 kPa	0.00%	203.82 cm³
0.20 mm	25.650 mm	14.2 kg	11.8 kg	0.00 mm	101.81 cm²	0.20%	11.61 kPa	157.79 kPa	0.00%	203.62 cm³
0.30 mm	25.650 mm	18.9 kg	16.1 kg	0.00 mm	101.71 cm²	0.30%	15.84 kPa	157.94 kPa	0.00%	203.41 cm³
0.40 mm	25.650 mm	27.7 kg	24.1 kg	0.00 mm	101.61 cm²	0.40%	23.75 kPa	158.10 kPa	0.00%	203.21 cm³
0.50 mm	25.660 mm	32.5 kg	28.5 kg	0.01 mm	101.51 cm²	0.50%	28.09 kPa	158.26 kPa	0.05%	204.03 cm³
0.60 mm	25.650 mm	36.8 kg	32.4 kg	0.00 mm	101.40 cm²	0.59%	31.98 kPa	158.41 kPa	0.00%	202.81 cm³
0.70 mm	25.650 mm	39.4 kg	34.8 kg	0.00 mm	101.30 cm²	0.69%	34.35 kPa	158.57 kPa	0.00%	202.61 cm³
0.80 mm	25.650 mm	42.5 kg	37.6 kg	0.00 mm	101.20 cm²	0.79%	37.18 kPa	158.73 kPa	0.00%	202.40 cm³
0.90 mm	25.650 mm	44.9 kg	39.8 kg	0.00 mm	101.10 cm²	0.89%	39.38 kPa	158.89 kPa	0.00%	202.20 cm³
1.00 mm	25.650 mm	49.2 kg	43.7 kg	0.00 mm	101.00 cm²	0.99%	43.31 kPa	159.05 kPa	0.00%	202.00 cm³
1.10 mm	25.650 mm	53.1 kg	47.3 kg	0.00 mm	100.90 cm²	1.09%	46.87 kPa	159.21 kPa	0.00%	201.80 cm³
1.20 mm	25.650 mm	54.8 kg	48.8 kg	0.00 mm	100.80 cm²	1.19%	48.46 kPa	159.37 kPa	0.00%	201.60 cm³
1.30 mm	25.630 mm	56.3 kg	50.2 kg	-0.02 mm	100.70 cm²	1.29%	49.87 kPa	159.53 kPa	-0.10%	199.38 cm³
1.40 mm	25.630 mm	58.2 kg	51.9 kg	-0.02 mm	100.60 cm²	1.39%	51.64 kPa	159.69 kPa	-0.10%	199.18 cm³
1.50 mm	25.630 mm	59.9 kg	53.5 kg	-0.02 mm	100.50 cm²	1.49%	53.23 kPa	159.85 kPa	-0.10%	198.98 cm³
1.60 mm	25.620 mm	62.2 kg	55.6 kg	-0.03 mm	100.39 cm²	1.58%	55.38 kPa	160.01 kPa	-0.15%	197.78 cm³
1.70 mm	25.610 mm	63.7 kg	57.0 kg	-0.04 mm	100.29 cm²	1.68%	56.80 kPa	160.17 kPa	-0.20%	196.57 cm³
1.80 mm	25.600 mm	65.0 kg	58.1 kg	-0.05 mm	100.19 cm²	1.78%	58.04 kPa	160.33 kPa	-0.25%	195.37 cm³
1.90 mm	25.600 mm	67.3 kg	60.2 kg	-0.05 mm	100.09 cm²	1.88%	60.19 kPa	160.49 kPa	-0.25%	195.18 cm³
2.00 mm	25.590 mm	69.3 kg	62.1 kg	-0.06 mm	99.99 cm²	1.98%	62.08 kPa	160.65 kPa	-0.30%	193.98 cm³
2.10 mm	25.590 mm	72.3 kg	64.8 kg	-0.06 mm	99.89 cm²	2.08%	64.88 kPa	160.82 kPa	-0.30%	193.78 cm³
2.20 mm	25.580 mm	74.9 kg	67.2 kg	-0.07 mm	99.79 cm²	2.18%	67.32 kPa	160.98 kPa	-0.35%	192.59 cm³
2.30 mm	25.570 mm	79.0 kg	70.9 kg	-0.08 mm	99.69 cm²	2.28%	71.14 kPa	161.14 kPa	-0.40%	191.40 cm³
2.40 mm	25.570 mm	82.9 kg	74.5 kg	-0.08 mm	99.59 cm²	2.38%	74.78 kPa	161.31 kPa	-0.40%	191.21 cm³
2.50 mm	25.570 mm	86.0 kg	77.3 kg	-0.08 mm	99.49 cm²	2.48%	77.70 kPa	161.47 kPa	-0.40%	191.01 cm³
2.60 mm	25.570 mm	90.0 kg	80.9 kg	-0.08 mm	99.38 cm²	2.57%	81.45 kPa	161.63 kPa	-0.40%	190.82 cm³
2.70 mm	25.560 mm	92.8 kg	83.5 kg	-0.09 mm	99.28 cm²	2.67%	84.10 kPa	161.80 kPa	-0.45%	189.63 cm³
2.80 mm	25.550 mm	95.0 kg	85.5 kg	-0.10 mm	99.18 cm²	2.77%	86.21 kPa	161.96 kPa	-0.50%	188.45 cm³
2.90 mm	25.550 mm	97.1 kg	87.4 kg	-0.10 mm	99.08 cm²	2.87%	88.23 kPa	162.13 kPa	-0.50%	188.25 cm³
3.00 mm	25.540 mm	99.9 kg	90.0 kg	-0.11 mm	98.98 cm²	2.97%	90.90 kPa	162.29 kPa	-0.55%	187.07 cm³
3.10 mm	25.530 mm	104.0 kg	93.7 kg	-0.12 mm	98.88 cm²	3.07%	94.78 kPa	162.46 kPa	-0.60%	185.89 cm³
3.20 mm	25.520 mm	106.4 kg	95.9 kg	-0.13 mm	98.78 cm²	3.17%	97.09 kPa	162.63 kPa	-0.65%	184.71 cm³
3.30 mm	25.500 mm	108.4 kg	97.7 kg	-0.15 mm	98.68 cm²	3.27%	99.04 kPa	162.79 kPa	-0.75%	182.55 cm³
3.40 mm	25.500 mm	109.7 kg	98.9 kg	-0.15 mm	98.58 cm²	3.37%	100.34 kPa	162.96 kPa	-0.75%	182.37 cm³
3.50 mm	25.490 mm	110.5 kg	99.6 kg	-0.16 mm	98.48 cm²	3.47%	101.18 kPa	163.13 kPa	-0.80%	181.19 cm³
3.60 mm	25.490 mm	116.9 kg	105.5 kg	-0.16 mm	98.37 cm²	3.56%	107.22 kPa	163.29 kPa	-0.80%	181.01 cm³
3.70 mm	25.480 mm	117.4 kg	105.9 kg	-0.17 mm	98.27 cm²	3.66%	107.80 kPa	163.46 kPa	-0.85%	179.84 cm³
3.80 mm	25.480 mm	118.1 kg	106.6 kg	-0.17 mm	98.17 cm²	3.76%	108.56 kPa	163.63 kPa	-0.85%	179.65 cm³
3.90 mm	25.470 mm	120.3 kg	108.6 kg	-0.18 mm	98.07 cm²	3.86%	110.71 kPa	163.80 kPa	-0.90%	178.49 cm³
4.00 mm	25.460 mm	122.3 kg	110.4 kg	-0.19 mm	97.97 cm²	3.96%	112.69 kPa	163.97 kPa	-0.95%	177.33 cm³
4.10 mm	25.460 mm	123.5 kg	111.5 kg	-0.19 mm	97.87 cm²	4.06%	113.92 kPa	164.14 kPa	-0.95%	177.14 cm³
4.20 mm	25.450 mm	125.5 kg	113.3 kg	-0.20 mm	97.77 cm²	4.16%	115.91 kPa	164.31 kPa	-1.00%	175.98 cm³
4.30 mm	25.440 mm	128.4 kg	116.0 kg	-0.21 mm	97.67 cm²	4.26%	118.74 kPa	164.48 kPa	-1.05%	174.82 cm³
4.40 mm	25.430 mm	130.4 kg	117.8 kg	-0.22 mm	97.57 cm²	4.36%	120.73 kPa	164.65 kPa	-1.10%	173.67 cm³
4.50 mm	25.430 mm	132.2 kg	119.4 kg	-0.22 mm	97.47 cm²	4.46%	122.54 kPa	164.82 kPa	-1.10%	173.49 cm³
4.60 mm	25.420 mm	134.5 kg	121.5 kg	-0.23 mm	97.36 cm²	4.55%	124.82 kPa	164.99 kPa	-1.15%	172.33 cm³
4.70 mm	25.410 mm	135.8 kg	122.7 kg	-0.24 mm	97.26 cm²	4.65%	126.17 kPa	165.16 kPa	-1.20%	171.18 cm³
4.80 mm	25.400 mm	137.0 kg	123.8 kg	-0.25 mm	97.16 cm²	4.75%	127.42 kPa	165.33 kPa	-1.25%	170.03 cm³
4.90 mm	25.400 mm	138.0 kg	124.7 kg	-0.25 mm	97.06 cm²	4.85%	128.50 kPa	165.50 kPa	-1.25%	169.86 cm³
5.00 mm	25.390 mm	139.2 kg	125.8 kg	-0.26 mm	96.96 cm²	4.95%	129.76 kPa	165.68 kPa	-1.30%	168.71 cm³
5.10 mm	25.390 mm	141.2 kg	127.6 kg	-0.26 mm	96.86 cm²	5.05%	131.78 kPa	165.85 kPa	-1.30%	168.53 cm³
5.20 mm	25.390 mm	143.3 kg	129.6 kg	-0.26 mm	96.76 cm²	5.15%	133.89 kPa	166.02 kPa	-1.30%	168.36 cm³
5.30 mm	25.380 mm	145.5 kg	131.6 kg	-0.27 mm	96.66 cm²	5.25%	136.11 kPa	166.19 kPa	-1.35%	167.22 cm³
5.40 mm	25.380 mm	146.4 kg	132.4 kg	-0.27 mm	96.56 cm²	5.35%	137.10 kPa	166.37 kPa	-1.35%	167.04 cm³
5.50 mm	25.380 mm	147.8 kg	133.7 kg	-0.27 mm	96.46 cm²	5.45%	138.57 kPa	166.54 kPa	-1.35%	166.87 cm³
5.60 mm	25.370 mm	148.5 kg	134.3 kg	-0.28 mm	96.35 cm²	5.54%	139.38 kPa	166.72 kPa	-1.40%	165.73 cm³
5.70 mm	25.360 mm	148.9 kg	134.7 kg	-0.29 mm	96.25 cm²	5.64%	139.90 kPa	166.89 kPa	-1.45%	164.59 cm³
5.80 mm	25.360 mm	149.9 kg	135.6 kg	-0.29 mm	96.15 cm²	5.74%	141.00 kPa	167.07 kPa	-1.45%	164.42 cm³
5.90 mm	25.350 mm	151.2 kg	136.8 kg	-0.30 mm	96.05 cm²	5.84%	142.38 kPa	167.24 kPa	-1.50%	163.29 cm³
6.00 mm	25.350 mm	153.0 kg	138.4 kg	-0.30 mm	95.95 cm²	5.94%	144.24 kPa	167.42 kPa	-1.50%	163.12 cm³
6.10 mm	25.350 mm	154.4 kg	139.7 kg	-0.30 mm	95.85 cm²	6.04%	145.73 kPa	167.60 kPa	-1.50%	162.94 cm³
6.20 mm	25.340 mm	155.6 kg	140.8 kg	-0.31 mm	95.75 cm²	6.14%	147.02 kPa	167.77 kPa	-1.55%	161.81 cm³
6.30 mm	25.330 mm	157.2 kg	142.2 kg	-0.32 mm	95.65 cm²	6.24%	148.70 kPa	167.95 kPa	-1.60%	160.69 cm³
6.40 mm	25.330 mm	158.0 kg	143.0 kg	-0.32 mm	95.55 cm²	6.34%	149.62 kPa	168.13 kPa	-1.60%	160.52 cm³
6.50 mm	25.320 mm	160.0 kg	144.8 kg	-0.33 mm	95.45 cm²	6.44%	151.69 kPa	168.31 kPa	-1.65%	159.39 cm³
6.60 mm	25.320 mm	161.1 kg	145.8 kg	-0.33 mm	95.34 cm²	6.53%	152.91 kPa	168.48 kPa	-1.65%	159.22 cm³
6.70 mm	25.320 mm	162.2 kg	146.8 kg	-0.33 mm	95.24 cm²	6.63%	154.12 kPa	168.66 kPa	-1.65%	159.06 cm³
6.80 mm	25.300 mm	164.3 kg	148.7 kg	-0.35 mm	95.14 cm²	6.73%	156.30 kPa	168.84 kPa	-1.75%	156.98 cm³
6.90 mm	25.300 mm	165.8 kg	150.1 kg	-0.35 mm	95.04 cm²	6.83%	157.90 kPa	169.02 kPa	-1.75%	156.82 cm³
7.00 mm	25.290 mm	166.8 kg	151.0 kg	-0.36 mm	94.94 cm²	6.93%	159.03 kPa	169.20 kPa	-1.80%	155.70 cm³
7.10 mm	25.290 mm	168.6 kg	152.6 kg	-0.36 mm	94.84 cm²	7.03%	160.93 kPa	169.38 kPa	-1.80%	155.54 cm³
7.20 mm	25.290 mm	169.0 kg	153.0 kg	-0.36 mm	94.74 cm²	7.13%	161.49 kPa	169.56 kPa	-1.80%	155.37 cm³
7.30 mm	25.290 mm	171.5 kg	155.3 kg	-0.36 mm	94.64 cm²	7.23%	164.07 kPa	169.74 kPa	-1.80%	155.20 cm³
7.40 mm	25.290 mm	171.9 kg	155.6 kg	-0.36 mm	94.54 cm²	7.33%	164.63 kPa	169.92 kPa	-1.80%	155.04 cm³
7.50 mm	25.290 mm	172.6 kg	156.3 kg	-0.36 mm	94.44 cm²	7.43%	165.48 kPa	170.11 kPa	-1.80%	154.87 cm³
7.60 mm	25.290 mm	173.5 kg	157.1 kg	-0.36 mm	94.33 cm²	7.52%	166.53 kPa	170.29 kPa	-1.80%	154.71 cm³
7.70 mm	25.290 mm	174.4 kg	157.9 kg	-0.36 mm	94.23 cm²	7.62%	167.58 kPa	170.47 kPa	-1.80%	154.54 cm³
7.80 mm	25.290 mm	175.8 kg	159.2 kg	-0.36 mm	94.13 cm²	7.72%	169.12 kPa	170.65 kPa	-1.80%	154.38 cm³
7.90 mm	25.280 mm	176.0 kg	159.4 kg	-0.37 mm	94.03 cm²	7.82%	169.49 kPa	170.84 kPa	-1.85%	153.27 cm³
8.00 mm	25.280 mm	176.1 kg	159.5 kg	-0.37 mm	93.93 cm²	7.92%	169.77 kPa	171.02 kPa	-1.85%	153.11 cm³

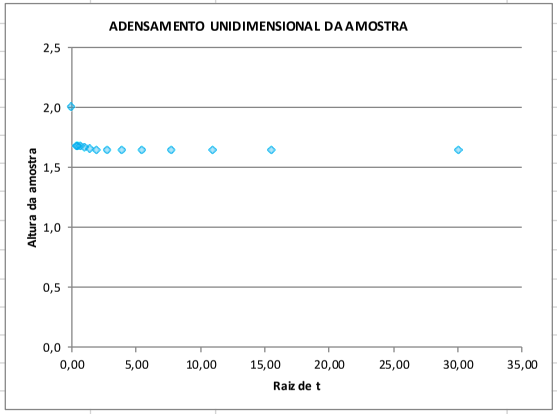
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

ETAPA 1 - MOLDAGEM	
DADOS DE ENTRADA	
Lado da forma	10.10 cm
Lado da forma	10.10 cm
Altura da amostra	2.00 cm
Peso da forma	173.00 g
Peso da amostra + forma	536.80 g
Umidade gravimétrica (ω)	34.8%
Peso específico dos sólidos (G)	
Peso específico da água (γ_w)	1.0 g/cm²
DADOS CALCULADOS	
Área forma	102.01 cm²
Volume amostra (V_t)	204.02 cm³
Peso amostra (P_t)	363.80 g
Peso específico total (γ_t)	1.8 g/cm³
Peso específico seco (γ_d)	1.3230 g/cm³
Peso de sólidos (P_s)	269.92 g
Peso de água (P_w)	93.88 g
Índice de vazios (e)	-1.00
Grau de saturação (S)	0.00
Porosidade (η)	#DIV/0!

ETAPA 2 - ADENSAMENTO					
DADOS DE ENTRADA		**DADOS CALCULADOS**			
Peso	78.61 kg				
Tempo (min)	Leitura (mm)	Raiz de t	Altura da amostra	Peso corrigido	327.54 kg
0.00	28.77	0.00	2.00 cm	Força aplicada	3.21 kN
0.13	25.62	0.37	1.69 cm	Carga aplicada	315 kPa
0.25	25.59	0.50	1.68 cm	Variação de altura da amostra	-0.35 cm
0.50	25.56	0.71	1.68 cm	Altura final da amostra	1.65 cm
1	25.45	1.00	1.67 cm	Volume amostra após adensamento (V_t)	168.42 cm³
2	25.34	1.41	1.66 cm	Peso específico seco (γ_d)	1.6 g/cm³
4	25.28	2.00	1.65 cm	Índice de vazios (e)	-1.00
8	25.28	2.83	1.65 cm	Grau de saturação (S)	0.00
15	25.28	3.87	1.65 cm	Umidade gravimétrica (ω)	34.8%
30	25.28	5.48	1.65 cm	Porosidade (η)	#DIV/0!
60	25.28	7.75	1.65 cm		
120	25.28	10.95	1.65 cm		
240	25.28	15.49	1.65 cm		
900	25.28	30.00	1.65 cm		

UMIDADE			
ID CÁPSULA	6	24	34
PESO CÁPSULA	12.28	12.56	12.65
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	73.55	75.29	77.85
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	57.67	59.12	61.08
MASSA DE ÁGUA	15.88	16.17	16.77
MASSA DE SOLO	45.39	46.56	48.43
UMIDADE	0.35	0.35	0.35
UMIDADE MÉDIA	0.35		

UMIDADE FINAL	
ID CÁPSULA	x3
PESO CÁPSULA	24.63
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	95.19
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	67.45
MASSA DE ÁGUA	27.74
MASSA DE SOLO	42.82
UMIDADE	0.65



ETAPA 3 - CISALHAMENTO										
DADOS DE ENTRADA			DADOS CALCULADOS							
Leitura horizontal	Leitura vertical	Leitura carga	Carga corrigida	Deslocamento vertical	Área corrigida	ξ_h	Tensão Cisalhante	Tensão Normal	ξ_v	Volume da amostra
0.00 mm	23.320 mm	0.0 kg	0.0 kg	0.00 mm	102.01 cm²	0.00%	0.00 kPa	314.99 kPa	0.00%	204.02 cm³
0.10 mm	23.310 mm	18.0 kg	15.3 kg	-0.01 mm	101.91 cm²	0.10%	15.00 kPa	315.30 kPa	-0.05%	202.80 cm³
0.20 mm	23.310 mm	36.2 kg	31.9 kg	-0.01 mm	101.81 cm²	0.20%	31.32 kPa	315.61 kPa	-0.05%	202.60 cm³
0.30 mm	23.310 mm	49.1 kg	43.6 kg	-0.01 mm	101.71 cm²	0.30%	42.92 kPa	315.93 kPa	-0.05%	202.40 cm³
0.40 mm	23.310 mm	55.7 kg	49.7 kg	-0.01 mm	101.61 cm²	0.40%	48.88 kPa	316.24 kPa	-0.05%	202.20 cm³
0.50 mm	23.310 mm	68.4 kg	61.2 kg	-0.01 mm	101.51 cm²	0.50%	60.34 kPa	316.55 kPa	-0.05%	201.99 cm³
0.60 mm	23.300 mm	78.3 kg	70.3 kg	-0.02 mm	101.40 cm²	0.59%	69.30 kPa	316.87 kPa	-0.10%	200.78 cm³
0.70 mm	23.300 mm	85.5 kg	76.8 kg	-0.02 mm	101.30 cm²	0.69%	75.85 kPa	317.19 kPa	-0.10%	200.58 cm³
0.80 mm	23.300 mm	98.4 kg	88.6 kg	-0.02 mm	101.20 cm²	0.79%	87.55 kPa	317.50 kPa	-0.10%	200.38 cm³
0.90 mm	23.300 mm	106.5 kg	96.0 kg	-0.02 mm	101.10 cm²	0.89%	94.95 kPa	317.82 kPa	-0.10%	200.18 cm³
1.00 mm	23.290 mm	111.3 kg	100.4 kg	-0.03 mm	101.00 cm²	0.99%	99.38 kPa	318.14 kPa	-0.15%	198.97 cm³
1.10 mm	23.280 mm	118.0 kg	106.5 kg	-0.04 mm	100.90 cm²	1.09%	105.53 kPa	318.46 kPa	-0.20%	197.76 cm³
1.20 mm	23.270 mm	122.6 kg	110.7 kg	-0.05 mm	100.80 cm²	1.19%	109.80 kPa	318.77 kPa	-0.25%	196.56 cm³
1.30 mm	23.280 mm	128.4 kg	116.0 kg	-0.04 mm	100.70 cm²	1.29%	115.16 kPa	319.09 kPa	-0.20%	197.37 cm³
1.40 mm	23.250 mm	132.8 kg	120.0 kg	-0.07 mm	100.60 cm²	1.39%	119.27 kPa	319.41 kPa	-0.35%	194.15 cm³
1.50 mm	23.230 mm	139.5 kg	126.1 kg	-0.09 mm	100.50 cm²	1.49%	125.47 kPa	319.74 kPa	-0.45%	191.95 cm³
1.60 mm	23.220 mm	143.2 kg	129.5 kg	-0.10 mm	100.39 cm²	1.58%	128.95 kPa	320.06 kPa	-0.50%	190.75 cm³
1.70 mm	23.210 mm	146.8 kg	132.7 kg	-0.11 mm	100.29 cm²	1.68%	132.36 kPa	320.38 kPa	-0.55%	189.55 cm³
1.80 mm	23.200 mm	149.6 kg	135.3 kg	-0.12 mm	100.19 cm²	1.78%	135.04 kPa	320.70 kPa	-0.60%	188.36 cm³
1.90 mm	23.200 mm	153.8 kg	139.1 kg	-0.12 mm	100.09 cm²	1.88%	139.00 kPa	321.03 kPa	-0.60%	188.17 cm³
2.00 mm	23.190 mm	159.9 kg	144.7 kg	-0.13 mm	99.99 cm²	1.98%	144.71 kPa	321.35 kPa	-0.65%	186.98 cm³
2.10 mm	23.180 mm	163.5 kg	148.0 kg	-0.14 mm	99.89 cm²	2.08%	148.14 kPa	321.68 kPa	-0.70%	185.79 cm³
2.20 mm	23.170 mm	169.1 kg	153.1 kg	-0.15 mm	99.79 cm²	2.18%	153.41 kPa	322.00 kPa	-0.75%	184.61 cm³
2.30 mm	23.160 mm	174.3 kg	157.8 kg	-0.16 mm	99.69 cm²	2.28%	158.32 kPa	322.33 kPa	-0.80%	183.42 cm³
2.40 mm	23.160 mm	177.4 kg	160.7 kg	-0.16 mm	99.59 cm²	2.38%	161.32 kPa	322.65 kPa	-0.80%	183.24 cm³
2.50 mm	23.150 mm	181.9 kg	164.8 kg	-0.17 mm	99.49 cm²	2.48%	165.61 kPa	322.98 kPa	-0.85%	182.06 cm³
2.60 mm	23.150 mm	184.3 kg	166.9 kg	-0.17 mm	99.38 cm²	2.57%	167.98 kPa	323.31 kPa	-0.85%	181.87 cm³
2.70 mm	23.130 mm	186.6 kg	169.0 kg	-0.19 mm	99.28 cm²	2.67%	170.26 kPa	323.64 kPa	-0.95%	179.70 cm³
2.80 mm	23.100 mm	189.7 kg	171.9 kg	-0.22 mm	99.18 cm²	2.77%	173.29 kPa	323.97 kPa	-1.10%	176.54 cm³
2.90 mm	23.080 mm	193.6 kg	175.4 kg	-0.24 mm	99.08 cm²	2.87%	177.05 kPa	324.30 kPa	-1.20%	174.38 cm³
3.00 mm	23.070 mm	195.4 kg	177.1 kg	-0.25 mm	98.98 cm²	2.97%	178.89 kPa	324.63 kPa	-1.25%	173.22 cm³
3.10 mm	23.060 mm	196.6 kg	178.2 kg	-0.26 mm	98.88 cm²	3.07%	180.18 kPa	324.96 kPa	-1.30%	172.05 cm³
3.20 mm	23.050 mm	198.4 kg	179.8 kg	-0.27 mm	98.78 cm²	3.17%	182.03 kPa	325.29 kPa	-1.35%	170.89 cm³
3.30 mm	23.050 mm	205.8 kg	186.6 kg	-0.27 mm	98.68 cm²	3.27%	189.05 kPa	325.63 kPa	-1.35%	170.71 cm³
3.40 mm	23.030 mm	210.0 kg	190.4 kg	-0.29 mm	98.58 cm²	3.37%	193.13 kPa	325.96 kPa	-1.45%	168.56 cm³
3.50 mm	23.020 mm	213.0 kg	193.1 kg	-0.30 mm	98.48 cm²	3.47%	196.11 kPa	326.29 kPa	-1.50%	167.41 cm³
3.60 mm	23.020 mm	215.8 kg	195.7 kg	-0.30 mm	98.37 cm²	3.56%	198.90 kPa	326.63 kPa	-1.50%	167.24 cm³
3.70 mm	23.010 mm	217.3 kg	197.0 kg	-0.31 mm	98.27 cm²	3.66%	200.50 kPa	326.97 kPa	-1.55%	166.08 cm³
3.80 mm	23.010 mm	218.3 kg	198.0 kg	-0.31 mm	98.17 cm²	3.76%	201.64 kPa	327.30 kPa	-1.55%	165.91 cm³
3.90 mm	23.000 mm	220.9 kg	200.3 kg	-0.32 mm	98.07 cm²	3.86%	204.26 kPa	327.64 kPa	-1.60%	164.76 cm³
4.00 mm	22.980 mm	223.8 kg	203.0 kg	-0.34 mm	97.97 cm²	3.96%	207.17 kPa	327.98 kPa	-1.70%	162.63 cm³
4.10 mm	22.970 mm	226.3 kg	205.2 kg	-0.35 mm	97.87 cm²	4.06%	209.71 kPa	328.31 kPa	-1.75%	161.48 cm³
4.20 mm	22.960 mm	228.4 kg	207.2 kg	-0.36 mm	97.77 cm²	4.16%	211.89 kPa	328.65 kPa	-1.80%	160.34 cm³
4.30 mm	22.960 mm	229.9 kg	208.5 kg	-0.36 mm	97.67 cm²	4.26%	213.51 kPa	328.99 kPa	-1.80%	160.17 cm³
4.40 mm	22.950 mm	233.3 kg	211.6 kg	-0.37 mm	97.57 cm²	4.36%	216.91 kPa	329.33 kPa	-1.85%	159.03 cm³
4.50 mm	22.940 mm	238.8 kg	216.6 kg	-0.38 mm	97.47 cm²	4.46%	222.28 kPa	329.68 kPa	-1.90%	157.89 cm³
4.60 mm	22.930 mm	239.4 kg	217.2 kg	-0.39 mm	97.36 cm²	4.55%	223.07 kPa	330.02 kPa	-1.95%	156.76 cm³
4.70 mm	22.930 mm	240.6 kg	218.3 kg	-0.39 mm	97.26 cm²	4.65%	224.43 kPa	330.36 kPa	-1.95%	156.59 cm³
4.80 mm	22.920 mm	241.3 kg	218.9 kg	-0.40 mm	97.16 cm²	4.75%	225.32 kPa	330.70 kPa	-2.00%	155.46 cm³
4.90 mm	22.920 mm	241.6 kg	219.2 kg	-0.40 mm	97.06 cm²	4.85%	225.84 kPa	331.05 kPa	-2.00%	155.30 cm³
5.00 mm	22.920 mm	243.0 kg	220.5 kg	-0.40 mm	96.96 cm²	4.95%	227.39 kPa	331.39 kPa	-2.00%	155.14 cm³
5.10 mm	22.910 mm	246.8 kg	223.9 kg	-0.41 mm	96.86 cm²	5.05%	231.20 kPa	331.74 kPa	-2.05%	154.01 cm³
5.20 mm	22.910 mm	247.3 kg	224.4 kg	-0.41 mm	96.76 cm²	5.15%	231.92 kPa	332.08 kPa	-2.05%	153.85 cm³
5.30 mm	22.900 mm	248.3 kg	225.3 kg	-0.42 mm	96.66 cm²	5.25%	233.10 kPa	332.43 kPa	-2.10%	152.72 cm³
5.40 mm	22.890 mm	249.6 kg	226.5 kg	-0.43 mm	96.56 cm²	5.35%	234.57 kPa	332.78 kPa	-2.15%	151.59 cm³
5.50 mm	22.880 mm	250.6 kg	227.4 kg	-0.44 mm	96.46 cm²	5.45%	235.76 kPa	333.13 kPa	-2.20%	150.47 cm³
5.60 mm	22.880 mm	251.8 kg	228.5 kg	-0.44 mm	96.35 cm²	5.54%	237.15 kPa	333.48 kPa	-2.20%	150.31 cm³
5.70 mm	22.870 mm	253.3 kg	229.9 kg	-0.45 mm	96.25 cm²	5.64%	238.82 kPa	333.83 kPa	-2.25%	149.19 cm³
5.80 mm	22.870 mm	255.5 kg	231.9 kg	-0.45 mm	96.15 cm²	5.74%	241.15 kPa	334.18 kPa	-2.25%	149.04 cm³
5.90 mm	22.860 mm	257.2 kg	233.4 kg	-0.46 mm	96.05 cm²	5.84%	243.02 kPa	334.53 kPa	-2.30%	147.92 cm³
6.00 mm	22.860 mm	258.5 kg	234.6 kg	-0.46 mm	95.95 cm²	5.94%	244.51 kPa	334.88 kPa	-2.30%	147.76 cm³
6.10 mm	22.860 mm	259.9 kg	235.9 kg	-0.46 mm	95.85 cm²	6.04%	246.10 kPa	335.23 kPa	-2.30%	147.61 cm³
6.20 mm	22.860 mm	260.8 kg	236.7 kg	-0.46 mm	95.75 cm²	6.14%	247.22 kPa	335.59 kPa	-2.30%	147.45 cm³
6.30 mm	22.850 mm	263.4 kg	239.1 kg	-0.47 mm	95.65 cm²	6.24%	249.96 kPa	335.94 kPa	-2.35%	146.34 cm³
6.40 mm	22.850 mm	263.9 kg	239.5 kg	-0.47 mm	95.55 cm²	6.34%	250.70 kPa	336.30 kPa	-2.35%	146.19 cm³
6.50 mm	22.850 mm	265.2 kg	240.7 kg	-0.47 mm	95.45 cm²	6.44%	252.21 kPa	336.65 kPa	-2.35%	146.03 cm³
6.60 mm	22.850 mm	266.1 kg	241.5 kg	-0.47 mm	95.34 cm²	6.53%	253.34 kPa	337.01 kPa	-2.35%	145.88 cm³
6.70 mm	22.840 mm	267.2 kg	242.5 kg	-0.48 mm	95.24 cm²	6.63%	254.66 kPa	337.37 kPa	-2.40%	144.77 cm³
6.80 mm	22.840 mm	267.7 kg	243.0 kg	-0.48 mm	95.14 cm²	6.73%	255.41 kPa	337.73 kPa	-2.40%	144.62 cm³
6.90 mm	22.840 mm	267.9 kg	243.2 kg	-0.48 mm	95.04 cm²	6.83%	255.87 kPa	338.08 kPa	-2.40%	144.46 cm³
7.00 mm	22.830 mm	268.2 kg	243.5 kg	-0.49 mm	94.94 cm²	6.93%	256.43 kPa	338.44 kPa	-2.45%	143.36 cm³
7.10 mm	22.830 mm	268.7 kg	243.9 kg	-0.49 mm	94.84 cm²	7.03%	257.19 kPa	338.80 kPa	-2.45%	143.21 cm³
7.20 mm	22.830 mm	269.2 kg	244.4 kg	-0.49 mm	94.74 cm²	7.13%	257.94 kPa	339.17 kPa	-2.45%	143.05 cm³
7.30 mm	22.820 mm	269.4 kg	244.6 kg	-0.50 mm	94.64 cm²	7.23%	258.41 kPa	339.53 kPa	-2.50%	141.96 cm³
7.40 mm	22.820 mm	269.9 kg	245.0 kg	-0.50 mm	94.54 cm²	7.33%	259.17 kPa	339.89 kPa	-2.50%	141.80 cm³
7.50 mm	22.820 mm	270.9 kg	245.9 kg	-0.50 mm	94.44 cm²	7.43%	260.41 kPa	340.25 kPa	-2.50%	141.65 cm³
7.60 mm	22.810 mm	272.6 kg	247.5 kg	-0.51 mm	94.33 cm²	7.52%	262.33 kPa	340.62 kPa	-2.55%	140.56 cm³
7.70 mm	22.810 mm	273.8 kg	248.6 kg	-0.51 mm	94.23 cm²	7.62%	263.78 kPa	340.98 kPa	-2.55%	140.41 cm³
7.80 mm	22.810 mm	274.1 kg	248.8 kg	-0.51 mm	94.13 cm²	7.72%	264.35 kPa	341.35 kPa	-2.55%	140.26 cm³
7.90 mm	22.800 mm	274.9 kg	249.6 kg	-0.52 mm	94.03 cm²	7.82%	265.41 kPa	341.72 kPa	-2.60%	139.17 cm³
8.00 mm	22.800 mm	275.3 kg	249.9 kg	-0.52 mm	93.93 cm²	7.92%	266.08 kPa	342.08 kPa	-2.60%	139.02 cm³

APÊNDICE 5 – ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

PROCTOR NORMAL					
MASSA CILINDRO (g)	5695.0	5695.0	5695.0	5695.0	5695.0
DIÂMETRO CILINDRO (cm)	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
ÁREA CILINDRO (cm²)	181.0	181.0	181.0	181.0	181.0
ALTURA CILINDRO (cm)	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
VOLUME CILINDRO (cm³)	2045.1	2045.1	2045.1	2045.1	2045.1
MASSA CILINDRO + SOLO (g)	9360	9525	9655	9605	9560
MASSA SOLO (g)	3665.0	3830.0	3960.0	3910.0	3865.0
MASSA ESPECÍFICA APARENTE (g/cm³)	1.79	1.87	1.94	1.91	1.89
MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA(g/cm³)	1.39	1.42	1.44	1.41	1.36
ID CÁPSULA	76	11	18	22	10
PESO CÁPSULA (g)	7.2	12.95	12.17	12.23	13.1
PESO CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	44.36	67.47	43.32	62.22	71.15
PESO CÁPSULA + SOLO SECO (g)	36.02	54.34	35.36	48.99	55
PESO ÁGUA (g)	8.34	13.13	7.96	13.23	16.15
PESO SOLO (g)	28.82	41.39	23.19	36.76	41.9
UMIDADE	28.9%	31.7%	34.3%	36.0%	38.5%

PROCTOR MODIFICADO					
MASSA CILINDRO (g)	5695.0	5695.0	5695.0	5695.0	5695.0
DIÂMETRO CILINDRO (cm)	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
ÁREA CILINDRO (cm²)	181.0	181.0	181.0	181.0	181.0
ALTURA CILINDRO (cm)	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
VOLUME CILINDRO (cm³)	2045.1	2045.1	2045.1	2045.1	2045.1
MASSA CILINDRO + SOLO (g)	9330	9580	9770	9730	9690
MASSA SOLO (g)	3635.0	3885.0	4075.0	4035.0	3995.0
MASSA ESPECÍFICA APARENTE (g/cm³)	1.78	1.90	1.99	1.97	1.95
MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA(g/cm³)	1.42	1.49	1.53	1.49	1.44
ID CÁPSULA	17	10	22	7	31
PESO CÁPSULA (g)	13.79	12.56	12.25	12.81	12.63
PESO CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	63.81	47.4	55.49	71.84	65.13
PESO CÁPSULA + SOLO SECO (g)	53.85	39.83	45.43	57.28	51.33
PESO ÁGUA (g)	9.96	7.57	10.06	14.56	13.8
PESO SOLO (g)	40.06	27.27	33.18	44.47	38.7
UMIDADE	24.9%	27.8%	30.3%	32.7%	35.7%

APÊNDICE 6 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS

Tabela A7.1. Curva granulométrica do material de empréstimo – amostra 1

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA			
ID CÁPSULA	10.00	22.00	26.00
PESO CÁPSULA	12.56	12.25	12.74
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	54.22	57.70	63.49
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	47.04	49.52	54.97
MASSA DE ÁGUA	7.18	8.18	8.52
MASSA DE SOLO	34.48	37.27	42.23
UMIDADE	0.21	0.22	0.20
UMIDADE MÉDIA	20.98%		

PESO ESPECÍFICO DOS GRÃOS			
PICNÔMETRO	2	8	4
TARA PICNÔMETRO	31.84	31.12	30.32
PESO PIC +SOLO	40.2300	40.07	40.46
PESO SOLO SECO	8.39	8.95	10.14
PESO PIC + SOLO + ÁGUA	92.3700	75.86	91.36
PESO PIC. COM ÁGUA	86.8400	69.9400	84.66
PESO PIC COM ÁGUA + SOLO SECO	95.23	78.89	94.80
VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO SOLO	2.86	3.03	3.44
TEMPERATURA DA ÁGUA	20.0000	20	20
FATOR DE CORREÇÃO	1.00	1.00	1.00
MASSA ESPECÍFICA DO GRÃO DE SOLO	2.93	2.95	2.95
MÉDIA	2.95		

MASSAS	
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA	1500.0 g
AMOSTRA SECA RETIDA NA #2mm	
AMOSTRA SECA PASSANTE PELA # 2mm	
AMOSTRA TOTAL SECA	1239.9 g
AMOSTRA ÚMIDA SEDIMENTAÇÃO	70.0 g
AMOSTRA SECA SEDIMENTAÇÃO	57.9 g

PENEIRAMENTO GROSSO

(Pol.)	(mm)	Retido em cada peneira	Retido acumulado	Porcentagem passante por cada peneira
3.0	76.2		0.00	100.0%
2.5	63.5		0.00	100.0%
2.0	50.0		0.00	100.0%
11/2	38.1		0.00	100.0%
1.0	25.4		0.00	100.0%
3/4	19.1		0.00	100.0%
3/8	9.5		0.00	100.0%
nº4	4.8	13.69 g	13.69	98.9%
nº10	2.0	56.05 g	69.74	94.38%

PENEIRAMENTO FINO

(Pol.)	(mm)	Retido em cada peneira	Retido acumulado	Porcentagem passante por cada peneira
nº 16	1.2	0.80 g	0.80	93.29%
nº 30	0.6	1.12 g	1.92	91.78%
nº 40	0.4	0.88 g	2.80	90.59%
nº 50	0.3	1.16 g	3.96	89.02%
nº100	0.15	2.51 g	6.47	85.63%
nº200	0.074	1.30 g	7.77	83.88%

SEDIMENTAÇÃO

Tempo min	Tempo seg	Leitura do densímetro na solução	Temperatura no momento da leitura (°C)	Leitura do densímentro no meio dispersor	Viscosidade do meio dispersor	Densidade do meio dispersor	Altura de queda (cm)	Diâmetro máx das partículas em suspensão (mm)	Porcentagem do solo em suspensão no momento
0.5	30	1.0320	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	10.94	0.0561	73.79%
1	60	1.0305	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.19	0.0401	70.10%
2	120	1.0290	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.45	0.0287	66.41%
4	240	1.0287	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.50	0.0203	65.67%
8	480	1.0275	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.70	0.0145	62.72%
15	900	1.0270	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.79	0.0106	61.49%
30	1800	1.0259	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.98	0.0076	58.79%
60	3600	1.0247	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	12.18	0.0054	55.83%
120	7200	1.0223	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	12.59	0.0039	49.93%
240	14400	1.0210	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	12.81	0.0028	46.73%
480	28800	1.0202	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	12.94	0.0020	44.77%
1440	86400	1.0190	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	13.15	0.0011	41.81%

Tabela A7.2. Curva granulométrica do material de empréstimo – amostra

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA			
ID CÁPSULA	11.00	19.00	32.00
PESO CÁPSULA	12.96	13.50	13.28
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	64.83	71.30	72.15
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	57.56	62.75	64.15
MASSA DE ÁGUA	7.27	64.15	8.00
MASSA DE SOLO	44.60	49.25	50.87
UMIDADE	0.16	1.30	0.16
UMIDADE MÉDIA	54.09%		

MASSAS	
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA	1500.0 g
AMOSTRA SECA RETIDA NA #2mm	
AMOSTRA SECA PASSANTE PELA #2mm	
AMOSTRA TOTAL SECA	973.4 g
AMOSTRA ÚMIDA SEDIMENTAÇÃO	70.0 g
AMOSTRA SECA SEDIMENTAÇÃO	45.4 g

PESO ESPECÍFICO DOS GRÃOS			
PICNÔMETRO	2	8	4
TARA PICNÔMETRO	31.84	31.12	30.32
PESO PIC +SOLO	40.2300	40.07	40.46
PESO SOLO SECO	8.39	8.95	10.14
PESO PIC + SOLO + ÁGUA	92.3700	75.86	91.36
PESO PIC. COM ÁGUA	86.8400	69.9400	84.66
PESO PIC COM ÁGUA + SOLO SECO	95.23	78.89	94.80
VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO SOLO	2.86	3.03	3.44
TEMPERATURA DA ÁGUA	20.0000	20	20
FATOR DE CORREÇÃO	1.00	1.00	1.00
MASSA ESPECÍFICA DO GRÃO DE SOLO	2.93	2.95	2.95
MÉDIA	2.95		

PENEIRAMENTO GROSSO

(Pol.)	(mm)	Retido em cada peneira	Retido acumulado	Porcentagem passante por cada peneira
3.0	76.2		0.00	100.0%
2.5	63.5		0.00	100.0%
2.0	50.0		0.00	100.0%
11/2	38.1		0.00	100.0%
1.0	25.4	85.89 g	85.89	91.2%
3/4	19.1	16.70 g	102.59	89.5%
3/8	9.5	31.32 g	133.91	86.2%
nº4	4.8	46.75 g	180.66	81.4%
nº10	2.0	34.19 g	214.85	77.93%

PENEIRAMENTO FINO

(Pol.)	(mm)	Retido em cada peneira	Retido acumulado	Porcentagem passante por cada peneira
nº16	1.2	0.74 g	0.74	77.10%
nº30	0.6	2.43 g	3.17	74.38%
nº40	0.4	1.35 g	4.52	72.87%
nº50	0.3	1.18 g	5.70	71.55%
nº100	0.15	2.07 g	7.77	69.23%
nº200	0.074	1.62 g	9.39	67.42%

SEDIMENTAÇÃO

Tempo min	Tempo seg	Leitura do densímetro na solução	Temperatura no momento da leitura (°C)	Leitura do densímentro no meio dispersor	Viscosidade do meio dispersor	Densidade do meio dispersor	Altura de queda (cm)	Diâmetro máx das partículas em suspensão (mm)	Porcentagem do solo em suspensão no momento
0.5	30	1.0290	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.45	0.0574	69.85%
1	60	1.0275	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.70	0.0410	65.96%
2	120	1.0246	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	12.20	0.0296	58.46%
4	240	1.0210	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	12.81	0.0215	49.15%
8	480	1.0192	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	13.11	0.0154	44.49%
15	900	1.0175	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	13.40	0.0113	40.10%
30	1800	1.0152	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	13.80	0.0081	34.15%
60	3600	1.0138	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	14.03	0.0058	30.52%
120	7200	1.0114	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	14.44	0.0042	24.32%
240	14400	1.0106	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	14.58	0.0030	22.25%
480	28800	1.0097	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	14.73	0.0021	19.92%
1440	86400	1.0088	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	14.88	0.0012	17.59%

Tabela A7.3. Curva granulométrica do material do bloco 1

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA			
ID CÁPSULA	15.00	20.00	34.00
PESO CÁPSULA	12.44	13.29	12.63
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	62.36	53.64	52.00
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	51.86	45.17	43.47
MASSA DE ÁGUA	10.50	8.47	8.53
MASSA DE SOLO	39.42	31.88	30.84
UMIDADE	0.27	0.27	0.28
UMIDADE MÉDIA	26.95%		

PESO ESPECÍFICO DOS GRÃOS			
PICNÔMETRO	2	8	4
TARA PICNÔMETRO	30.318	31.837	32.404
PESO PIC +SOLO	37.5150	38.655	39.935
PESO SOLO SECO	7.20	6.82	7.53
PESO PIC+ SOLO + ÁGUA	89.2770	91.194	91.098
PESO PIC. COM ÁGUA	84.6160	86.7990	86.241
PESO PIC COM ÁGUA + SOLO SECO	91.81	93.62	93.77
VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO SOLO	2.54	2.42	2.67
TEMPERATURA DA ÁGUA	26.0000	26	26
FATOR DE CORREÇÃO	1.00	1.00	1.00
MASSA ESPECÍFICA DO GRÃO DE SOLO	2.83	2.81	2.81
MÉDIA	2.82		

MASSAS	
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA	1500.0 g
AMOSTRA SECA RETIDA NA #2mm	
AMOSTRA SECA PASSANTE PELA # 2mm	
AMOSTRA TOTAL SECA	1181.5 g
AMOSTRA ÚMIDA SEDIMENTAÇÃO	70.0 g
AMOSTRA SECA SEDIMENTAÇÃO	55.1 g

PENEIRAMENTO GROSSO

(Pol.)	(mm)	Retido em cada peneira	Retido acumulado	Porcentagem passante por cada peneira
3.0	76.2		0.00	100.0%
2.5	63.5		0.00	100.0%
2.0	50.0		0.00	100.0%
11/2	38.1		0.00	100.0%
1.0	25.4		0.00	100.0%
3/4	19.1		0.00	100.0%
3/8	9.5		0.00	100.0%
nº4	4.8		0.00	100.0%
nº10	2.0	2.50 g	2.50	99.79%

PENEIRAMENTO FINO

(Pol.)	(mm)	Retido em cada peneira	Retido acumulado	Porcentagem passante por cada peneira
nº 16	1.2	0.07 g	0.07	99.69%
nº 30	0.6	0.24 g	0.31	99.35%
nº 40	0.4	0.12 g	0.43	99.17%
nº 50	0.3	0.20 g	0.63	98.89%
nº100	0.15	0.40 g	1.03	98.32%
nº200	0.074	0.22 g	1.25	98.00%

SEDIMENTAÇÃO

Tempo min	Tempo seg	Leitura do densímetro na solução	Temperatura no momento da leitura (°C)	Leitura do densímentro no meio dispersor	Viscosidade do meio dispersor	Densidade do meio dispersor	Altura de queda (cm)	Diâmetro máx das partículas em suspensão (mm)	Porcentagem do solo em suspensão no momento
0.5	30	1.0370	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	10.09	0.0557	97.75%
1	60	1.0352	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	10.39	0.0400	92.73%
2	120	1.0338	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	10.63	0.0286	88.82%
4	240	1.0334	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	10.70	0.0203	87.70%
8	480	1.0329	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	10.79	0.0144	86.30%
15	900	1.0325	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	10.85	0.0105	85.19%
30	1800	1.0320	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	10.94	0.0075	83.79%
60	3600	1.0308	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.14	0.0053	80.44%
120	7200	1.0288	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.48	0.0038	74.85%
240	14400	1.0280	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.62	0.0027	72.62%
480	28800	1.0273	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.74	0.0019	70.66%
1440	86400	1.0261	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	11.94	0.0011	67.31%

Tabela A7.4. Curva granulométrica do material do bloco 2

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA			
ID CÁPSULA	3.00	8.00	27.00
PESO CÁPSULA	12.09	13.03	13.21
PESO CÁPSULA+SOLO ÚMIDO	55.32	54.93	62.62
PESO CÁPSULA+SOLO SECO	44.54	43.42	49.41
MASSA DE ÁGUA	10.78	11.51	13.21
MASSA DE SOLO	32.45	30.39	36.20
UMIDADE	0.33	0.38	0.36
UMIDADE MÉDIA	35.86%		

MASSAS	
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA	1500.0 g
AMOSTRA SECA RETIDA NA #2mm	
AMOSTRA SECA PASSANTE PELA # 2mm	
AMOSTRA TOTAL SECA	1104.1 g
AMOSTRA ÚMIDA SEDIMENTAÇÃO	70.0 g
AMOSTRA SECA SEDIMENTAÇÃO	51.5 g

PESO ESPECÍFICO DOS GRÃOS			
PICNÔMETRO	1	2	4
TARA PICNÔMETRO	57.096	31.841	30.319
PESO PIC +SOLO	65.3530	38.635	38.85
PESO SOLO SECO	8.26	6.79	8.53
PESO PIC + SOLO + ÁGUA	167.9520	91.275	90.258
PESO PIC. COM ÁGUA	162.4870	86.7790	84.614
PESO PIC COM ÁGUA + SOLO SECO	170.74	93.57	93.15
VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO SOLO	2.79	2.30	2.89
TEMPERATURA DA ÁGUA	26.0000	26	26
FATOR DE CORREÇÃO	1.00	1.00	1.00
MASSA ESPECÍFICA DO GRÃO DE SOLO	2.95	2.95	2.95
MÉDIA	2.95		

PENEIRAMENTO GROSSO

(Pol.)	(mm)	Retido em cada peneira	Retido acumulado	Porcentagem passante por cada peneira
3.0	76.2		0.00	100.0%
2.5	63.5		0.00	100.0%
2.0	50.0		0.00	100.0%
11/2	38.1		0.00	100.0%
1.0	25.4		0.00	100.0%
3/4	19.1		0.00	100.0%
3/8	9.5		0.00	100.0%
nº4	4.8		0.00	100.0%
nº10	2.0	0.00 g	0.00	100.00%

PENEIRAMENTO FINO

(Pol.)	(mm)	Retido em cada peneira	Retido acumulado	Porcentagem passante por cada peneira
nº 16	1.2	0.13 g	0.13	99.81%
nº 30	0.6	1.53 g	1.66	97.62%
nº 40	0.4	1.14 g	2.80	95.99%
nº 50	0.3	0.95 g	3.75	94.62%
nº100	0.15	1.37 g	5.12	92.66%
nº200	0.074	0.84 g	5.96	91.46%

SEDIMENTAÇÃO

Tempo min	Tempo seg	Leitura do densímetro na solução	Temperatura no momento da leitura (°C)	Leitura do densímentro no meio dispersor	Viscosidade do meio dispersor	Densidade do meio dispersor	Altura de queda (cm)	Diâmetro máx das partículas em suspensão (mm)	Porcentagem do solo em suspensão no momento
0.5	30	1.0250	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	12.13	0.0590	67.23%
1	60	1.0232	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	12.43	0.0422	61.97%
2	120	1.0203	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	12.93	0.0304	53.49%
4	240	1.0184	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	13.25	0.0218	47.94%
8	480	1.0179	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	13.34	0.0155	46.48%
15	900	1.0163	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	13.61	0.0114	41.80%
30	1800	1.0155	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	13.74	0.0081	39.46%
60	3600	1.0137	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	14.05	0.0058	34.20%
120	7200	1.0118	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	14.37	0.0041	28.65%
240	14400	1.0098	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	14.71	0.0030	22.80%
480	28800	1.0091	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	14.83	0.0021	20.75%
1440	86400	1.0080	24	1.0020	9.34E-06	0.9973	15.02	0.0012	17.54%

APÊNDICE 7 - RELATÓRIO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE

ESTACA 27 - Estabilidade INTERNA Margem Direita

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Revision Number: 110

Date: 5/18/2020

Time: 3:36:27 PM

File Name: Estaca 27 - Cenário 1.gsz

Directory: \\Mac\Home\Documents\Projetos\Infraero\Caçador\Projeto Geotécnico\Novo Projeto\

Project Settings

Length(L) Units: meters

Time(t) Units: Hours

Force(F) Units: kN

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

View: 2D

Analysis Settings

Estabilidade Margem Direita (2)

Kind: SLOPE/W

Parent: Fluxo com Drenagem

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions Source: Parent Analysis

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Auto-Search

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Solo Residual

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 19.55 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Aterro de Solo Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.5 kN/m³

Cohesion: 12 kPa

Phi: 24 °

Phi-B: 0 °

Basalto Fraturado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 23.8 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Aterro Controlado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 25 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Asfalto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m³

Cohesion: 12500 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (176.19435, 1015.4593) m

Right Coordinate: (255.82992, 980.9389) m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	154.4	1017
	160.9	1016.8
	164.5	1016.7
	169.8	1016.6
	181	1016.3
	186.3	1016.2
	186.7	1015.8
	187.6	1015.8
	187.9	1016.2
	188.5	1015.5

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Fabric

Outside Point: (188.825, 1013.9) m

Inside Point: (163.825, 1013.8928) m

Total Length: 25.000001 m

Reinforcement Direction: 0.016501 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 2

Type: Fabric

Outside Point: (189.055, 1013.39) m

Inside Point: (164.055, 1013.39) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 3

Type: Fabric

Outside Point: (189.525, 1012.9) m

Inside Point: (164.525, 1012.8953) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0.010772 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 4

Type: Fabric

Outside Point: (189.725, 1012.38) m

Inside Point: (164.725, 1012.38) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 5

Type: Fabric

Outside Point: (189.95, 1011.9) m

Inside Point: (164.95, 1011.9) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 6

Type: Fabric

Outside Point: (190.2, 1011.42) m

Inside Point: (165.2, 1011.4239) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 359.99 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 7

Type: Fabric

Outside Point: (197.85, 998.42) m

Inside Point: (185.85, 998.42) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 8

Type: Fabric

Outside Point: (197.5097, 998.9225) m

Inside Point: (185.5097, 998.9225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 9

Type: Fabric

Outside Point: (197.2617, 999.3825) m

Inside Point: (185.2617, 999.3825) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 10

Type: Fabric

Outside Point: (197.01, 999.8761) m

Inside Point: (185.01, 999.8761) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 11

Type: Fabric

Outside Point: (196.6356, 1000.4225) m

Inside Point: (184.6356, 1000.4225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 12

Type: Fabric

Outside Point: (196.4797, 1000.9225) m

Inside Point: (184.4797, 1000.9225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 13

Type: Fabric

Outside Point: (190.59, 1010.92) m

Inside Point: (165.59, 1010.92) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 14

Type: Fabric

Outside Point: (190.9, 1010.4) m

Inside Point: (165.9, 1010.4) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 15

Type: Fabric

Outside Point: (191.2, 1009.9) m

Inside Point: (166.2, 1009.9) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 16

Type: Fabric

Outside Point: (191.56, 1009.43) m

Inside Point: (166.56, 1009.43) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 17

Type: Fabric

Outside Point: (191.76, 1008.87) m

Inside Point: (166.76, 1008.87) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 18

Type: Fabric

Outside Point: (192.1, 1008.4) m

Inside Point: (167.1, 1008.4) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 19

Type: Fabric

Outside Point: (192.3, 1008) m

Inside Point: (167.3, 1008) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 20

Type: Fabric

Outside Point: (192.6307, 1007.4) m

Inside Point: (172.6307, 1007.4) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 21

Type: Fabric

Outside Point: (192.9, 1006.9) m

Inside Point: (172.9, 1006.9) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 22

Type: Fabric

Outside Point: (193.2221, 1006.39) m

Inside Point: (173.2221, 1006.39) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 23

Type: Fabric

Outside Point: (193.4841, 1005.9) m

Inside Point: (173.4841, 1005.9) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 24

Type: Fabric

Outside Point: (193.7461, 1005.38) m

Inside Point: (173.7461, 1005.38) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 25

Type: Fabric

Outside Point: (193.8881, 1005.1) m

Inside Point: (173.8881, 1005.1) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 26

Type: Fabric

Outside Point: (194.0183, 1004.8838) m

Inside Point: (174.0183, 1004.8838) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 27

Type: Fabric

Outside Point: (194.356, 1004.39) m

Inside Point: (174.356, 1004.39) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 28

Type: Fabric

Outside Point: (194.6, 1003.9) m

Inside Point: (174.6, 1003.9) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 29

Type: Fabric

Outside Point: (194.9057, 1003.4) m

Inside Point: (174.9057, 1003.4) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 30

Type: Fabric

Outside Point: (195.2163, 1002.9025) m

Inside Point: (175.2163, 1002.9025) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 31

Type: Fabric

Outside Point: (195.5223, 1002.3825) m

Inside Point: (175.5223, 1002.3825) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 32

Type: Fabric

Outside Point: (195.83, 1001.9108) m

Inside Point: (175.83, 1001.9108) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 33

Type: Fabric

Outside Point: (196.1143, 1001.4125) m

Inside Point: (184.1143, 1001.4125) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 34

Type: Fabric

Outside Point: (198.16, 997.89) m

Inside Point: (186.16, 997.89) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 35

Type: Fabric

Outside Point: (198.51294, 997.39) m

Inside Point: (186.51294, 997.39) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 36

Type: Fabric

Outside Point: (198.85176, 996.91) m

Inside Point: (186.85176, 996.91) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 37

Type: Fabric

Outside Point: (199.19692, 996.38) m

Inside Point: (187.19692, 996.38) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 38

Type: Fabric

Outside Point: (199.51, 995.8713) m

Inside Point: (187.51, 995.8713) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 39

Type: Fabric

Outside Point: (199.8, 995.4) m

Inside Point: (187.8, 995.4) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 40

Type: Fabric

Outside Point: (188.60941, 1014.4) m

Inside Point: (163.60941, 1014.4) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Point Loads

	Coordinate (m)	Magnitude (kN)	Direction (°)
Point Load 1	(160.9, 1015.8182)	50	90
Point Load 2	(164.5, 1015.7337)	50	90
Point Load 3	(169.8, 1015.6093)	87.4	90
Point Load 4	(181, 1014.6465)	142.6	90

Regions

	Material	Points	Area (m²)

Regio n 1	Basal to Fratur ado	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,57,56,55,54,17	8860.1061
Regio n 2	Aterro de Solo Enroc amen to	18,91,28,93,29,53,30,31,32,33,34,66,67,35,36,43,37,38,87,39,40,41,120,119,22,21,20,19	991.12369
Regio n 3		44,45,46,47,48,49,50,51	0.19755
Regio n 4	Aterro Contr olado	26,58,59,60,24,25,114	36.282843
Regio n 5	Solo Resid ual	15,61,62,27,118,117,116,115,26,58,59,60,24,73,71,121,23,101,22,21,20,19,18,89,52,63,64,65,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	1257.1313
Regio n 6	Asfalt o	66,67,35,36,43,37,68	12.1175
Regio n 7	Aterro Contr olado	39,85,41,40	6.1575765
Regio n 8	Aterro Contr olado	22,69,70,23,101	19.449275
Regio n 9	Aterro Contr olado	41,120,119,22,69,80,82	23.56252

Region 10	Aterro Controlado	70,23,121,71,72	25.85295
Region 11	Aterro Controlado	71,73,74,72	15.246554
Region 12	Aterro Controlado	73,24,25,75,74	15.620354
Region 13	Aterro Controlado	74,75,42,76	2.36055
Region 14	Aterro Controlado	72,74,76,77	9.6716
Region 15	Aterro Controlado	70,72,77,78	18.73965
Region 16	Aterro Controlado	69,70,78,79	25.178
Region 17	Aterro Controlado	80,69,79,81	32.312841

Region 18	Aterro Controlado	80,82,83,81	39.545182
Region 19	Aterro Controlado	41,82,83,84,85	51.371328
Region 20	Aterro Controlado	39,85,84,86,87	55.804258
Region 21	Aterro Controlado	38,87,86,88,48,47,46,45,107,106,109,105,108,104	63.717149
Region 22	Aterro Controlado	89,90,91,18	16.708168
Region 23	Aterro Controlado	90,92,93,91	34.608668
Region 24	Aterro Controlado	92,94,29,93	50.6815
Region 25	Aterro Controlado	94,95,96,97,98,99,113,112,110,111,100,66,34,33,32,31,30,53,29	72.745114

Region 26		102,103	0.0314159 27
Region 27	Aterro Controlado	25,75,114	1.507752
Region 28		114,26,115	1.1985
Region 29		122,123	0.0314159 27

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	11.5	1000.5
Point 2	19.7	1001.4
Point 3	30.5	1002.5
Point 4	45	1002.5
Point 5	67.5	1003
Point 6	97	1004
Point 7	106	1004.5
Point 8	119.5	1004
Point 9	124.5	1004
Point 10	138	1003
Point 11	171.5	999.5
Point 12	174.5	999
Point 13	208	989

Point 14	262.5	973.5
Point 15	282.5	968.5
Point 16	282.5	962
Point 17	11.5	962.5
Point 18	36.6	1007.9
Point 19	42.3	1007.1
Point 20	98.42	1007.67
Point 21	124.31	1006.85
Point 22	171.38	1005.47
Point 23	174.03	1003.55
Point 24	184.22	998.25
Point 25	195.95	998.2287
Point 26	199.8	995.4
Point 27	220.22	994.59
Point 28	47.8	1010.2
Point 29	62.7	1013.6
Point 30	67.4	1014.4
Point 31	70.7	1015.2
Point 32	75.4	1015.2
Point 33	80.6	1015.3
Point 34	93.6	1015.8
Point 35	106.33	1016.01
Point 36	111.39	1016.79
Point 37	126.4	1016.66
Point 38	154.43	1015.97
Point 39	160.42	1012.98
Point 40	163.04	1009.81
Point 41	165.41	1009.81
Point 42	197.87	998.31
Point 43	126.4	1016.51

Point 44	186.49	1015.22
Point 45	186.39	1015.22
Point 46	186.65	1014.68
Point 47	187.63	1014.68
Point 48	187.9	1015.22
Point 49	187.77	1015.22
Point 50	187.54	1014.77
Point 51	186.71	1014.77
Point 52	27.6	1007.6
Point 53	65.6	1014.1
Point 54	39.63	962.4481
Point 55	108.93	962.3202
Point 56	176.15	962.1962
Point 57	236.57	962.0847
Point 58	190.2	995.4
Point 59	186.73	995.41
Point 60	185.4	997.1
Point 61	282.5	972.6
Point 62	276.8	972.9
Point 63	24.1	1006.9
Point 64	19.7	1006.3
Point 65	11.5	1006.5
Point 66	96.4	1016.72
Point 67	96.4	1015.95
Point 68	111.38	1016.89
Point 69	179.39	1005.56
Point 70	184.34	1003.51
Point 71	182.51	1001.39
Point 72	189.14	1001.38
Point 73	183.5271	999.55

Point 74	193.56	999.56
Point 75	197.92	998.23
Point 76	197.18	999.54
Point 77	196.12	1001.38
Point 78	194.79	1003.54
Point 79	193.64	1005.56
Point 80	174.37	1007.5614
Point 81	192.52	1007.55
Point 82	169.4	1009.5429
Point 83	191.45	1009.51
Point 84	190.17	1011.53
Point 85	164.21	1011.5347
Point 86	189.07	1013.5
Point 87	158.93	1013.5496
Point 88	188.2	1015.2
Point 89	30.36	1007.692
Point 90	31.42	1009.56
Point 91	44.67	1009.5572
Point 92	32.6	1011.59
Point 93	53.69	1011.544
Point 94	33.75	1013.58
Point 95	34.29	1014.49
Point 96	35.01	1014.5
Point 97	35.23	1014.03
Point 98	36.04	1014.04
Point 99	36.29	1014.52
Point 100	95.99	1016.71
Point 101	172.775	1003.575
Point 102	184.3	998.4
Point 103	184.4	998.4

Point 104	158.9	1015.8651
Point 105	162.6	1015.7783
Point 106	169.8	1015.6093
Point 107	181	1015.3465
Point 108	160.9	1015.8182
Point 109	164.5	1015.7337
Point 110	58.5	1015.0743
Point 111	62.1	1015.8642
Point 112	53.2	1014.942
Point 113	41.9	1014.66
Point 114	199	996.7
Point 115	201.69	995.325
Point 116	205.43	994.64
Point 117	207.15	994.55
Point 118	209.98	994.91
Point 119	169.91	1007.8438
Point 120	166.53	1007.9
Point 121	175.28	1001.38
Point 122	186.8	995.5
Point 123	186.9	995.5

ESTACA 27 - Estabilidade Margem Direita

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Revision Number: 110

Date: 5/18/2020

Time: 3:36:27 PM

File Name: Estaca 27 - Cenário 1.gsz

Directory: \\Mac\Home\Documents\Projetos\Infraero\Caçador\Projeto Geotécnico\Novo Projeto\

Project Settings

Length(L) Units: meters

Time(t) Units: Hours

Force(F) Units: kN

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

View: 2D

Analysis Settings

Estabilidade Margem Direita

Kind: SLOPE/W

Parent: Fluxo com Drenagem

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions Source: Parent Analysis

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Auto-Search

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Solo Residual

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 19.55 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Aterro de Solo Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.5 kN/m³

Cohesion: 12 kPa

Phi: 24 °

Phi-B: 0 °

Basalto Fraturado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 23.8 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Aterro Controlado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 25 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Asfalto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m³

Cohesion: 12500 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (141.35089, 1016.292) m

Right Coordinate: (255.82992, 980.9389) m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	154.4	1017
	160.9	1016.8
	164.5	1016.7
	169.8	1016.6
	181	1016.3
	186.3	1016.2
	186.7	1015.8
	187.6	1015.8
	187.9	1016.2
	188.5	1015.5

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Fabric

Outside Point: (188.825, 1013.9) m

Inside Point: (163.825, 1013.8928) m

Total Length: 25.000001 m

Reinforcement Direction: 0.016501 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 2

Type: Fabric

Outside Point: (189.055, 1013.39) m

Inside Point: (164.055, 1013.39) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 3

Type: Fabric

Outside Point: (189.525, 1012.9) m

Inside Point: (164.525, 1012.8953) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0.010772 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 4

Type: Fabric

Outside Point: (189.725, 1012.38) m

Inside Point: (164.725, 1012.38) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 5

Type: Fabric

Outside Point: (189.95, 1011.9) m

Inside Point: (164.95, 1011.9) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 6

Type: Fabric

Outside Point: (190.2, 1011.42) m

Inside Point: (165.2, 1011.4239) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 359.99 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 7

Type: Fabric

Outside Point: (197.85, 998.42) m

Inside Point: (185.85, 998.42) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 8

Type: Fabric

Outside Point: (197.5097, 998.9225) m

Inside Point: (185.5097, 998.9225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 9

Type: Fabric

Outside Point: (197.2617, 999.3825) m

Inside Point: (185.2617, 999.3825) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 10

Type: Fabric

Outside Point: (197.01, 999.8761) m

Inside Point: (185.01, 999.8761) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 11

Type: Fabric

Outside Point: (196.6356, 1000.4225) m

Inside Point: (184.6356, 1000.4225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 12

Type: Fabric

Outside Point: (196.4797, 1000.9225) m

Inside Point: (184.4797, 1000.9225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 13

Type: Fabric

Outside Point: (190.59, 1010.92) m

Inside Point: (165.59, 1010.92) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °
Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: Yes
Contact Cohesion: 20 kPa
Contact Phi: 10 °
Interface Factor: 0.95
Bond Safety Factor: 5
Fabric Capacity: 300 kN
Fabric Safety Factor: 3.5
Fabric Load: 85.714286 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Load Orientation: 0
Applied Load: 85.714286 kN
Reinforcement 14
Type: Fabric
Outside Point: (190.9, 1010.4) m
Inside Point: (165.9, 1010.4) m
Total Length: 25 m
Reinforcement Direction: 0 °
Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: Yes
Contact Cohesion: 20 kPa
Contact Phi: 10 °
Interface Factor: 0.95
Bond Safety Factor: 5
Fabric Capacity: 300 kN
Fabric Safety Factor: 3.5
Fabric Load: 85.714286 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Load Orientation: 0
Applied Load: 85.714286 kN
Reinforcement 15
Type: Fabric
Outside Point: (191.2, 1009.9) m

Inside Point: (166.2, 1009.9) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 16

Type: Fabric

Outside Point: (191.56, 1009.43) m

Inside Point: (166.56, 1009.43) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 17

Type: Fabric

Outside Point: (191.76, 1008.87) m

Inside Point: (166.76, 1008.87) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 18

Type: Fabric

Outside Point: (192.1, 1008.4) m

Inside Point: (167.1, 1008.4) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 19

Type: Fabric

Outside Point: (192.3, 1008) m

Inside Point: (167.3, 1008) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 20

Type: Fabric

Outside Point: (192.6307, 1007.4) m

Inside Point: (172.6307, 1007.4) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 21

Type: Fabric

Outside Point: (192.9, 1006.9) m

Inside Point: (172.9, 1006.9) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 22

Type: Fabric

Outside Point: (193.2221, 1006.39) m

Inside Point: (173.2221, 1006.39) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 23

Type: Fabric

Outside Point: (193.4841, 1005.9) m

Inside Point: (173.4841, 1005.9) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 24

Type: Fabric

Outside Point: (193.7461, 1005.38) m

Inside Point: (173.7461, 1005.38) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 25

Type: Fabric

Outside Point: (193.8881, 1005.1) m

Inside Point: (173.8881, 1005.1) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 26

Type: Fabric

Outside Point: (194.0183, 1004.8838) m

Inside Point: (174.0183, 1004.8838) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 27

Type: Fabric

Outside Point: (194.356, 1004.39) m

Inside Point: (174.356, 1004.39) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 28

Type: Fabric

Outside Point: (194.6, 1003.9) m

Inside Point: (174.6, 1003.9) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 29

Type: Fabric

Outside Point: (194.9057, 1003.4) m

Inside Point: (174.9057, 1003.4) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 30

Type: Fabric

Outside Point: (195.2163, 1002.9025) m

Inside Point: (175.2163, 1002.9025) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 31

Type: Fabric

Outside Point: (195.5223, 1002.3825) m

Inside Point: (175.5223, 1002.3825) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 32

Type: Fabric

Outside Point: (195.83, 1001.9108) m

Inside Point: (175.83, 1001.9108) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 33

Type: Fabric

Outside Point: (196.1143, 1001.4125) m

Inside Point: (184.1143, 1001.4125) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 34

Type: Fabric

Outside Point: (198.16, 997.89) m

Inside Point: (186.16, 997.89) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 35

Type: Fabric

Outside Point: (198.51294, 997.39) m

Inside Point: (186.51294, 997.39) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 36

Type: Fabric

Outside Point: (198.85176, 996.91) m

Inside Point: (186.85176, 996.91) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 37

Type: Fabric

Outside Point: (199.19692, 996.38) m

Inside Point: (187.19692, 996.38) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 38

Type: Fabric

Outside Point: (199.51, 995.8713) m

Inside Point: (187.51, 995.8713) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 39

Type: Fabric

Outside Point: (199.8, 995.4) m

Inside Point: (187.8, 995.4) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 40

Type: Fabric

Outside Point: (188.60941, 1014.4) m

Inside Point: (163.60941, 1014.4) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Point Loads

	Coordinate (m)	Magnitude (kN)	Direction (°)
Point Load 1	(160.9, 1015.8182)	50	90
Point Load 2	(164.5, 1015.7337)	50	90
Point Load 3	(169.8, 1015.6093)	87.4	90
Point Load 4	(181, 1014.6465)	142.6	90

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Basalto Fraturado	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,57,56,55,54,17	8860.1061
Region 2	Aterro de Solo Enrocamento	18,91,28,93,29,53,30,31,32,33,34,66,67,35,36,43,37,38,87,39,40,41,120,119,22,21,20,19	991.12369

Region 3		44,45,46,47,48,49,50,51	0.19755
Region 4	Aterro Controlado	26,58,59,60,24,25,114	36.282843
Region 5	Solo Residual	15,61,62,27,118,117,116,115,26,58,59,60,24,73,71,121,23,101,22,21,20,19,18,89,52,63,64,65,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	1257.1313
Region 6	Asfalto	66,67,35,36,43,37,68	12.1175
Region 7	Aterro Controlado	39,85,41,40	6.1575765
Region 8	Aterro Controlado	22,69,70,23,101	19.449275
Region 9	Aterro Controlado	41,120,119,22,69,80,82	23.56252
Region 10	Aterro Controlado	70,23,121,71,72	25.85295
Region 11	Aterro Controlado	71,73,74,72	15.246554
Region 12	Aterro Controlado	73,24,25,75,74	15.620354

Region 13	Aterro Controlado	74,75,42,76	2.36055
Region 14	Aterro Controlado	72,74,76,77	9.6716
Region 15	Aterro Controlado	70,72,77,78	18.73965
Region 16	Aterro Controlado	69,70,78,79	25.178
Region 17	Aterro Controlado	80,69,79,81	32.312841
Region 18	Aterro Controlado	80,82,83,81	39.545182
Region 19	Aterro Controlado	41,82,83,84,85	51.371328
Region 20	Aterro Controlado	39,85,84,86,87	55.804258

Region 21	Aterro Controlado	38,87,86,88,48,47,46,45,107,106,109,105,108,104	63.717149
Region 22	Aterro Controlado	89,90,91,18	16.708168
Region 23	Aterro Controlado	90,92,93,91	34.608668
Region 24	Aterro Controlado	92,94,29,93	50.6815
Region 25	Aterro Controlado	94,95,96,97,98,99,113,112,110,111,100,66,34,33,32,31,30,53,29	72.745114
Region 26		102,103	0.03141592 7
Region 27	Aterro Controlado	25,75,114	1.507752
Region 28		114,26,115	1.1985

Region 29		122,123	0.0314159 27

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	11.5	1000.5
Point 2	19.7	1001.4
Point 3	30.5	1002.5
Point 4	45	1002.5
Point 5	67.5	1003
Point 6	97	1004
Point 7	106	1004.5
Point 8	119.5	1004
Point 9	124.5	1004
Point 10	138	1003
Point 11	171.5	999.5
Point 12	174.5	999
Point 13	208	989
Point 14	262.5	973.5
Point 15	282.5	968.5
Point 16	282.5	962
Point 17	11.5	962.5
Point 18	36.6	1007.9
Point 19	42.3	1007.1
Point 20	98.42	1007.67
Point 21	124.31	1006.85
Point 22	171.38	1005.47
Point 23	174.03	1003.55
Point 24	184.22	998.25

Point 25	195.95	998.2287
Point 26	199.8	995.4
Point 27	220.22	994.59
Point 28	47.8	1010.2
Point 29	62.7	1013.6
Point 30	67.4	1014.4
Point 31	70.7	1015.2
Point 32	75.4	1015.2
Point 33	80.6	1015.3
Point 34	93.6	1015.8
Point 35	106.33	1016.01
Point 36	111.39	1016.79
Point 37	126.4	1016.66
Point 38	154.43	1015.97
Point 39	160.42	1012.98
Point 40	163.04	1009.81
Point 41	165.41	1009.81
Point 42	197.87	998.31
Point 43	126.4	1016.51
Point 44	186.49	1015.22
Point 45	186.39	1015.22
Point 46	186.65	1014.68
Point 47	187.63	1014.68
Point 48	187.9	1015.22
Point 49	187.77	1015.22
Point 50	187.54	1014.77
Point 51	186.71	1014.77
Point 52	27.6	1007.6
Point 53	65.6	1014.1
Point 54	39.63	962.4481

Point 55	108.93	962.3202
Point 56	176.15	962.1962
Point 57	236.57	962.0847
Point 58	190.2	995.4
Point 59	186.73	995.41
Point 60	185.4	997.1
Point 61	282.5	972.6
Point 62	276.8	972.9
Point 63	24.1	1006.9
Point 64	19.7	1006.3
Point 65	11.5	1006.5
Point 66	96.4	1016.72
Point 67	96.4	1015.95
Point 68	111.38	1016.89
Point 69	179.39	1005.56
Point 70	184.34	1003.51
Point 71	182.51	1001.39
Point 72	189.14	1001.38
Point 73	183.5271	999.55
Point 74	193.56	999.56
Point 75	197.92	998.23
Point 76	197.18	999.54
Point 77	196.12	1001.38
Point 78	194.79	1003.54
Point 79	193.64	1005.56
Point 80	174.37	1007.5614
Point 81	192.52	1007.55
Point 82	169.4	1009.5429
Point 83	191.45	1009.51
Point 84	190.17	1011.53

Point 85	164.21	1011.5347
Point 86	189.07	1013.5
Point 87	158.93	1013.5496
Point 88	188.2	1015.2
Point 89	30.36	1007.692
Point 90	31.42	1009.56
Point 91	44.67	1009.5572
Point 92	32.6	1011.59
Point 93	53.69	1011.544
Point 94	33.75	1013.58
Point 95	34.29	1014.49
Point 96	35.01	1014.5
Point 97	35.23	1014.03
Point 98	36.04	1014.04
Point 99	36.29	1014.52
Point 100	95.99	1016.71
Point 101	172.775	1003.575
Point 102	184.3	998.4
Point 103	184.4	998.4
Point 104	158.9	1015.8651
Point 105	162.6	1015.7783
Point 106	169.8	1015.6093
Point 107	181	1015.3465
Point 108	160.9	1015.8182
Point 109	164.5	1015.7337
Point 110	58.5	1015.0743
Point 111	62.1	1015.8642
Point 112	53.2	1014.942
Point 113	41.9	1014.66
Point 114	199	996.7

Point 115	201.69	995.325
Point 116	205.43	994.64
Point 117	207.15	994.55
Point 118	209.98	994.91
Point 119	169.91	1007.8438
Point 120	166.53	1007.9
Point 121	175.28	1001.38
Point 122	186.8	995.5
Point 123	186.9	995.5

ESTACA 27 - Estabilidade Margem Esquerda

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Revision Number: 110

Date: 5/18/2020

Time: 3:36:27 PM

File Name: Estaca 27 - Cenário 1.gsz

Directory: \\Mac\Home\Documents\Projetos\Infraero\Caçador\Projeto Geotécnico\Novo Projeto\

Project Settings

Length(L) Units: meters

Time(t) Units: Hours

Force(F) Units: kN

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

View: 2D

Analysis Settings

Estabilidade Margem Esquerda

Kind: SLOPE/W

Parent: Fluxo com Drenagem

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions Source: Parent Analysis

Slip Surface

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Auto-Search

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Solo Residual

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 19.55 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Aterro de Solo Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.5 kN/m³

Cohesion: 12 kPa

Phi: 24 °

Phi-B: 0 °

Basalto Fraturado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 23.8 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Aterro Controlado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 25 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Asfalto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m³

Cohesion: 12500 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (282.5, 972.6) m

Right Coordinate: (282.5, 972.6) m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	3122.3	1026.5
	3123	1026.5

	3123.3	1026.1
	3124	1026.1
	3124.3	1026.5
	3129.9	1026.7
	3141.2	1027
	3146.5	1027.1
	3150	1027.2
	3158.8	1027.3

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Fabric

Outside Point: (3276.825, 1024.9) m

Inside Point: (3251.825, 1024.8928) m

Total Length: 25.000001 m

Reinforcement Direction: 0.016501 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 2

Type: Fabric

Outside Point: (3277.075, 1024.5) m

Inside Point: (3252.075, 1024.5) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 3

Type: Fabric

Outside Point: (3277.275, 1024.1) m

Inside Point: (3252.275, 1024.1) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 4

Type: Fabric

Outside Point: (3277.525, 1023.7) m

Inside Point: (3252.525, 1023.6953) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0.010772 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 5

Type: Fabric

Outside Point: (3277.725, 1023.3) m

Inside Point: (3252.725, 1023.3) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 6

Type: Fabric

Outside Point: (3277.95, 1022.9) m

Inside Point: (3252.95, 1022.9) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 7

Type: Fabric

Outside Point: (3278.2, 1022.5) m

Inside Point: (3253.2, 1022.5039) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 359.99 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 8

Type: Fabric

Outside Point: (3285.85, 1009.35) m

Inside Point: (3273.85, 1009.35) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 9

Type: Fabric

Outside Point: (3285.7, 1009.6) m

Inside Point: (3273.7, 1009.6) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 10

Type: Fabric

Outside Point: (3285.4797, 1010.0225) m

Inside Point: (3273.4797, 1010.0225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 5 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 4.5

Fabric Load: 66.666667 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 66.666667 kN

Reinforcement 11

Type: Fabric

Outside Point: (3285.2817, 1010.4225) m

Inside Point: (3273.2817, 1010.4225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 12

Type: Fabric

Outside Point: (3285, 1010.8061) m

Inside Point: (3273, 1010.8061) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 13

Type: Fabric

Outside Point: (3284.7856, 1011.2225) m

Inside Point: (3272.7856, 1011.2225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 14

Type: Fabric

Outside Point: (3284.6, 1011.6101) m

Inside Point: (3272.6, 1011.6101) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 15

Type: Fabric

Outside Point: (3284.3897, 1012.0225) m

Inside Point: (3272.3897, 1012.0225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 16

Type: Fabric

Outside Point: (3278.4, 1022.1) m

Inside Point: (3253.4, 1022.1) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 17

Type: Fabric

Outside Point: (3278.6, 1021.8) m

Inside Point: (3253.6, 1021.8) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 18

Type: Fabric

Outside Point: (3278.9, 1021.4) m

Inside Point: (3253.9, 1021.4) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 19

Type: Fabric

Outside Point: (3279.1, 1021) m

Inside Point: (3254.1, 1021) m

Total Length: 25 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 20

Type: Fabric

Outside Point: (3279.4, 1020.6) m

Inside Point: (3259.4, 1020.6058) m

Total Length: 20.000001 m

Reinforcement Direction: 359.98 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.85

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 21

Type: Fabric

Outside Point: (3279.6, 1020.2) m

Inside Point: (3259.6, 1020.2) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 22

Type: Fabric

Outside Point: (3279.8, 1019.8) m

Inside Point: (3259.8, 1019.8) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 23

Type: Fabric

Outside Point: (3280.1, 1019.4) m

Inside Point: (3260.1, 1019.4) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes
Contact Cohesion: 20 kPa
Contact Phi: 10 °
Interface Factor: 0.95
Bond Safety Factor: 5
Fabric Capacity: 300 kN
Fabric Safety Factor: 3.5
Fabric Load: 85.714286 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Load Orientation: 0
Applied Load: 85.714286 kN
Reinforcement 24
Type: Fabric
Outside Point: (3280.3, 1019) m
Inside Point: (3260.3, 1019) m
Total Length: 20 m
Reinforcement Direction: 0 °
Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: Yes
Contact Cohesion: 20 kPa
Contact Phi: 10 °
Interface Factor: 0.95
Bond Safety Factor: 5
Fabric Capacity: 300 kN
Fabric Safety Factor: 3.5
Fabric Load: 85.714286 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Load Orientation: 0
Applied Load: 85.714286 kN
Reinforcement 25
Type: Fabric
Outside Point: (3280.5, 1018.6) m
Inside Point: (3260.5, 1018.6) m
Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 26

Type: Fabric

Outside Point: (3280.7807, 1018.1) m

Inside Point: (3260.7807, 1018.1) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 27

Type: Fabric

Outside Point: (3281, 1017.7) m

Inside Point: (3261, 1017.7) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 28

Type: Fabric

Outside Point: (3281.2821, 1017.3) m

Inside Point: (3261.2821, 1017.3) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 29

Type: Fabric

Outside Point: (3281.4841, 1016.9) m

Inside Point: (3261.4841, 1016.9) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 7

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 30

Type: Fabric

Outside Point: (3281.6861, 1016.5) m

Inside Point: (3261.6861, 1016.5) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 31

Type: Fabric

Outside Point: (3281.8881, 1016.1) m

Inside Point: (3261.8881, 1016.1) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 32

Type: Fabric

Outside Point: (3282.1983, 1015.6938) m

Inside Point: (3262.1983, 1015.6938) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 33

Type: Fabric

Outside Point: (3282.396, 1015.3) m

Inside Point: (3262.396, 1015.3) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 34

Type: Fabric

Outside Point: (3282.6, 1014.9) m

Inside Point: (3262.6, 1014.9) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 34.285714 kN

Reinforcement 35

Type: Fabric

Outside Point: (3282.9057, 1014.4) m

Inside Point: (3270.9057, 1014.4) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 36

Type: Fabric

Outside Point: (3283.2, 1014.0321) m

Inside Point: (3271.2, 1014.0321) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 37

Type: Fabric

Outside Point: (3283.4063, 1013.6225) m

Inside Point: (3271.4063, 1013.6225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 38

Type: Fabric

Outside Point: (3283.6023, 1013.2225) m

Inside Point: (3271.6023, 1013.2225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 39

Type: Fabric

Outside Point: (3283.9, 1012.8208) m

Inside Point: (3271.9, 1012.8208) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 40

Type: Fabric

Outside Point: (3284.0943, 1012.4225) m

Inside Point: (3272.0943, 1012.4225) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 0 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Bond Skin Friction: 12 kPa

Bond Safety Factor: 7

Bond Resistance: 1.7142857 kN/m

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 20.571429 kN

Reinforcement 41

Type: Fabric

Outside Point: (3121.9399, 1024.9) m

Inside Point: (3141.9399, 1024.9) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 42

Type: Fabric

Outside Point: (3121.7, 1024.4935) m

Inside Point: (3141.7, 1024.4935) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 43

Type: Fabric

Outside Point: (3121.4726, 1024.1) m

Inside Point: (3141.4726, 1024.1) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 44

Type: Fabric

Outside Point: (3121.2415, 1023.7) m

Inside Point: (3141.2415, 1023.7) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 45

Type: Fabric

Outside Point: (3118.4213, 1018.8) m

Inside Point: (3124.6, 1019) m

Total Length: 6.1819361 m

Reinforcement Direction: 181.85 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 46

Type: Fabric

Outside Point: (3118.6483, 1019.2) m

Inside Point: (3124.6, 1019.2) m

Total Length: 5.9517 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 47

Type: Fabric

Outside Point: (3118.8752, 1019.6) m

Inside Point: (3126.8752, 1019.6) m

Total Length: 8 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 48

Type: Fabric

Outside Point: (3119.1, 1019.9961) m

Inside Point: (3129.1, 1020.0008) m

Total Length: 10.000001 m

Reinforcement Direction: 180.03 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 49

Type: Fabric

Outside Point: (3119.3292, 1020.4) m

Inside Point: (3129.3292, 1020.4) m

Total Length: 10 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 50

Type: Fabric

Outside Point: (3119.5595, 1020.8) m

Inside Point: (3129.5595, 1020.8) m

Total Length: 10 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 51

Type: Fabric

Outside Point: (3119.8, 1021.2137) m

Inside Point: (3134.8, 1021.1867) m

Total Length: 15.000024 m

Reinforcement Direction: 179.9 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 52

Type: Fabric

Outside Point: (3120.0245, 1021.6) m

Inside Point: (3135.0245, 1021.6) m

Total Length: 15 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 53

Type: Fabric

Outside Point: (3120.257, 1022) m

Inside Point: (3135.257, 1022) m

Total Length: 15 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 54

Type: Fabric

Outside Point: (3120.4896, 1022.4) m

Inside Point: (3135.4896, 1022.4) m

Total Length: 15 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 55

Type: Fabric

Outside Point: (3120.7214, 1022.8) m

Inside Point: (3140.7214, 1022.8) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Reinforcement 56

Type: Fabric

Outside Point: (3120.9525, 1023.2) m

Inside Point: (3140.9525, 1023.2) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 180 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: Yes

Contact Cohesion: 20 kPa

Contact Phi: 10 °

Interface Factor: 0.95

Bond Safety Factor: 5

Fabric Capacity: 300 kN

Fabric Safety Factor: 3.5

Fabric Load: 85.714286 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Load Orientation: 0

Applied Load: 85.714286 kN

Point Loads

	Coordinate (m)	Magnitude (kN)	Direction (°)
Point Load 1	(3129.9, 1025.66)	142.6	90
Point Load 2	(3141.2, 1025.942)	87.4	90
Point Load 3	(3146.5, 1026.0743)	50	90
Point Load 4	(3150.1, 1026.1642)	50	90

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Basalto Fraturado	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,57,56,55,54,17	8860.1061
Region 2	Aterro de Solo Enroc	18,91,28,93,29,53,30,31,32,33,34,66,67,35,36,43,37,38,87,39,40,41,120,119,22,21,20,19	991.12369

	amento		
Region 3		44,45,46,47,48,49,50,51	0.19755
Region 4	Aterro Controlado	26,58,59,60,24,25,114	36.282843
Region 5	Solo Residual	15,61,62,27,118,117,116,115,26,58,59,60,24,73,71,121,23,101,22,21,20,19,18,89,52,63,64,65,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	1257.1313
Region 6	Asfalto	66,67,35,36,43,37,68	12.1175
Region 7	Aterro Controlado	39,85,41,40	6.1575765
Region 8	Aterro Controlado	22,69,70,23,101	19.449275
Region 9	Aterro Controlado	41,120,119,22,69,80,82	23.56252
Region 10	Aterro Controlado	70,23,121,71,72	25.85295
Region 11	Aterro Controlado	71,73,74,72	15.246554

Region 12	Aterro Controlado	73,24,25,75,74	15.620354
Region 13	Aterro Controlado	74,75,42,76	2.36055
Region 14	Aterro Controlado	72,74,76,77	9.6716
Region 15	Aterro Controlado	70,72,77,78	18.73965
Region 16	Aterro Controlado	69,70,78,79	25.178
Region 17	Aterro Controlado	80,69,79,81	32.312841
Region 18	Aterro Controlado	80,82,83,81	39.545182
Region 19	Aterro Controlado	41,82,83,84,85	51.371328

Region 20	Aterro Controlado	39,85,84,86,87	55.804258
Region 21	Aterro Controlado	38,87,86,88,48,47,46,45,107,106,109,105,108,104	63.717149
Region 22	Aterro Controlado	89,90,91,18	16.708168
Region 23	Aterro Controlado	90,92,93,91	34.608668
Region 24	Aterro Controlado	92,94,29,93	50.6815
Region 25	Aterro Controlado	94,95,96,97,98,99,113,112,110,111,100,66,34,33,32,31,30,53,29	72.745114
Region 26		102,103	0.03141592 7
Region 27	Aterro Controlado	25,75,114	1.507752

Region 28		114,26,115	1.1985
Region 29		122,123	0.0314159 27

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	11.5	1000.5
Point 2	19.7	1001.4
Point 3	30.5	1002.5
Point 4	45	1002.5
Point 5	67.5	1003
Point 6	97	1004
Point 7	106	1004.5
Point 8	119.5	1004
Point 9	124.5	1004
Point 10	138	1003
Point 11	171.5	999.5
Point 12	174.5	999
Point 13	208	989
Point 14	262.5	973.5
Point 15	282.5	968.5
Point 16	282.5	962
Point 17	11.5	962.5
Point 18	36.6	1007.9
Point 19	42.3	1007.1
Point 20	98.42	1007.67
Point 21	124.31	1006.85

Point 22	171.38	1005.47
Point 23	174.03	1003.55
Point 24	184.22	998.25
Point 25	195.95	998.2287
Point 26	199.8	995.4
Point 27	220.22	994.59
Point 28	47.8	1010.2
Point 29	62.7	1013.6
Point 30	67.4	1014.4
Point 31	70.7	1015.2
Point 32	75.4	1015.2
Point 33	80.6	1015.3
Point 34	93.6	1015.8
Point 35	106.33	1016.01
Point 36	111.39	1016.79
Point 37	126.4	1016.66
Point 38	154.43	1015.97
Point 39	160.42	1012.98
Point 40	163.04	1009.81
Point 41	165.41	1009.81
Point 42	197.87	998.31
Point 43	126.4	1016.51
Point 44	186.49	1015.22
Point 45	186.39	1015.22
Point 46	186.65	1014.68
Point 47	187.63	1014.68
Point 48	187.9	1015.22
Point 49	187.77	1015.22
Point 50	187.54	1014.77
Point 51	186.71	1014.77

Point 52	27.6	1007.6
Point 53	65.6	1014.1
Point 54	39.63	962.4481
Point 55	108.93	962.3202
Point 56	176.15	962.1962
Point 57	236.57	962.0847
Point 58	190.2	995.4
Point 59	186.73	995.41
Point 60	185.4	997.1
Point 61	282.5	972.6
Point 62	276.8	972.9
Point 63	24.1	1006.9
Point 64	19.7	1006.3
Point 65	11.5	1006.5
Point 66	96.4	1016.72
Point 67	96.4	1015.95
Point 68	111.38	1016.89
Point 69	179.39	1005.56
Point 70	184.34	1003.51
Point 71	182.51	1001.39
Point 72	189.14	1001.38
Point 73	183.5271	999.55
Point 74	193.56	999.56
Point 75	197.92	998.23
Point 76	197.18	999.54
Point 77	196.12	1001.38
Point 78	194.79	1003.54
Point 79	193.64	1005.56
Point 80	174.37	1007.5614
Point 81	192.52	1007.55

Point 82	169.4	1009.5429
Point 83	191.45	1009.51
Point 84	190.17	1011.53
Point 85	164.21	1011.5347
Point 86	189.07	1013.5
Point 87	158.93	1013.5496
Point 88	188.2	1015.2
Point 89	30.36	1007.692
Point 90	31.42	1009.56
Point 91	44.67	1009.5572
Point 92	32.6	1011.59
Point 93	53.69	1011.544
Point 94	33.75	1013.58
Point 95	34.29	1014.49
Point 96	35.01	1014.5
Point 97	35.23	1014.03
Point 98	36.04	1014.04
Point 99	36.29	1014.52
Point 100	95.99	1016.71
Point 101	172.775	1003.575
Point 102	184.3	998.4
Point 103	184.4	998.4
Point 104	158.9	1015.8651
Point 105	162.6	1015.7783
Point 106	169.8	1015.6093
Point 107	181	1015.3465
Point 108	160.9	1015.8182
Point 109	164.5	1015.7337
Point 110	58.5	1015.0743
Point 111	62.1	1015.8642

Point 112	53.2	1014.942
Point 113	41.9	1014.66
Point 114	199	996.7
Point 115	201.69	995.325
Point 116	205.43	994.64
Point 117	207.15	994.55
Point 118	209.98	994.91
Point 119	169.91	1007.8438
Point 120	166.53	1007.9
Point 121	175.28	1001.38
Point 122	186.8	995.5
Point 123	186.9	995.5

ESTACA 94 - Estabilidade Margem Direita

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Revision Number: 176

Date: 2/11/2020

Time: 3:27:59 PM

File Name: Estaca 94 - Bermas - Cenário 1.gsz

Directory: \\Mac\Home\Documents\Projetos\Infraero\Caçador\Projeto Geotécnico\Novo Projeto\

Last Solved Date: 2/11/2020

Last Solved Time: 3:31:26 PM

Project Settings

Length(L) Units: meters

Time(t) Units: Hours

Force(F) Units: kN

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

View: 2D

Analysis Settings

Estabilidade Margem Direita

Kind: SLOPE/W

Parent: Fluxo Geometria Berma

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions Source: Parent Analysis

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Auto-Search

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Solo Residual

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 19.55 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Aterro de Solo Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.5 kN/m³

Cohesion: 12 kPa

Phi: 24 °

Phi-B: 0 °

Basalto Fraturado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 23.8 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Aterro Controlado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 25 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Asfalto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m³

Cohesion: 12500 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 22 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (3245.0712, 1024.2644) m

Right Coordinate: (3333.7757, 1000.9448) m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	3240.9	1025.4
	3249	1025.2
	3252.5	1025.1
	3257.6	1025
	3268.9	1024.7
	3274.5	1024.5
	3274.8	1023.9
	3275.5	1023.9
	3275.9	1024.5
	3276.5	1024.5

Surcharge Load 2

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	3122.2	1024.5
	3130.5	1024.7
	3141.7	1024.9
	3146.6	1025
	3150.2	1025.1
	3157.5	1025.4
	3163.7	1025.7

Point Loads

	Coordinate (m)	Magnitude (kN)	Direction (°)
Point Load 1	(3130.45, 1023.701)	142.6	90
Point Load 2	(3141.7, 1023.9774)	87.4	90
Point Load 3	(3146.6, 1024.1273)	50	90
Point Load 4	(3150.2, 1024.2543)	50	90
Point Load 5	(3248.95, 1024.1659)	50	90
Point Load 6	(3252.55, 1024.0745)	50	90
Point Load 7	(3257.6, 1023.9463)	87.4	90
Point Load 8	(3268.9, 1023.6594)	142.6	90

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Basalto Fraturado	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,51,50,49,48,17	9467.0537
Region 2	Aterro de Solo Enrocamento	18,26,72,27,80,81,28,29,30,31,57,58,32,33,38,34,35,67,36,37,75,62,21,20,19	933.22629
Region 3		39,40,41,42,43,44,45,46	0.19755
Region 4	Solo Residual	15,52,53,101,84,25,24,23,61,87,60,22,74,21,20,19,18,69,47,93,54,55,56,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	2133.9969
Region 5	Asfalto	57,58,32,33,38,34,59	3.6625

Regio n 6	Aterro Control ado	62,75,37,64,90,63	68.42 25
Regio n 7	Aterro Control ado	37,64,65,36	55.97 0312
Regio n 8	Aterro Control ado	36,65,66,67	68.15 5938
Regio n 9	Aterro Control ado	35,67,66,68,43,42,41,40,79,78,77,76	50.42 8145
Regio n 10	Enroca mento	69,91,70,26,18	34.03 8831
Regio n 11	Aterro Control ado	70,71,72,26	36.64 7
Regio n 12	Aterro Control ado	71,73,83,82,27,72	36.91 1108
Regio n 13	Solo Residu al	25,85,86,87,61,23,24	31.97 7188
Regio n 14	Aterro Control ado	86,88,89,21,74,22,60,87	54.31 2812

Region 15	Aterro Controlado	63,62,21,89	85.85
Region 16	Enrocamento	91,95,92,93,47,69	22.668328
Region 17	Enrocamento	70,94,95,91	2.9637125
Region 18	Aterro Controlado	71,96,94,70	5.5020625
Region 19	Aterro Controlado	73,97,96,71	2.7763375
Region 20	Aterro Controlado	86,98,99,100,85	12.295938

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	3099.5	1009.5
Point 2	3107.7	1010.4
Point 3	3118.5	1011.5
Point 4	3133	1011.5
Point 5	3155.5	1012
Point 6	3185	1013

Point 7	3194	1013.5
Point 8	3207.5	1013
Point 9	3212.5	1013
Point 10	3226	1012
Point 11	3259.5	1008.5
Point 12	3262.5	1008
Point 13	3296	998
Point 14	3349.55	993.05
Point 15	3399.6	992.75
Point 16	3399.6	986.25
Point 17	3099.5	971.5
Point 18	3133	1018.23
Point 19	3186.42	1016.67
Point 20	3212.31	1015.85
Point 21	3261.225	1014.325
Point 22	3277.475	1013.375
Point 23	3298.85	1008.45
Point 24	3301.025	1007.35
Point 25	3314.8	1007.3
Point 26	3135.8	1019.75
Point 27	3143.84	1024.03
Point 28	3157.45	1024.51
Point 29	3163.71	1024.76
Point 30	3168.9	1024.87
Point 31	3181.57	1025.12
Point 32	3194.3	1025.1
Point 33	3197.5	1025.2
Point 34	3214.4	1025
Point 35	3240.91	1024.37
Point 36	3248.225	1020.55

Point 37	3251.05	1018.85
Point 38	3214.4	1024.9
Point 39	3275.84	1023.82
Point 40	3275.74	1023.82
Point 41	3276	1023.28
Point 42	3276.98	1023.28
Point 43	3277.25	1023.82
Point 44	3277.12	1023.82
Point 45	3276.89	1023.37
Point 46	3276.06	1023.37
Point 47	3111.63	1016
Point 48	3127.63	971.4481
Point 49	3196.93	971.3202
Point 50	3264.15	971.1962
Point 51	3324.57	971.0847
Point 52	3399.575	1006.275
Point 53	3364.3	1004.175
Point 54	3105.2	1017.14
Point 55	3101.57	1019.37
Point 56	3099.52	1019.43
Point 57	3184.4	1025.15
Point 58	3184.4	1025
Point 59	3197.5	1025.3
Point 60	3288.825	1011.3
Point 61	3297.125	1008.85
Point 62	3254.85	1016.8
Point 63	3288.2	1016.9
Point 64	3283.2	1018.825
Point 65	3281.475	1020.55
Point 66	3279.45	1022.575

Point 67	3245	1022.55
Point 68	3278.2	1023.825
Point 69	3118.19	1016.56
Point 70	3120.05	1019.75
Point 71	3121.35	1021.91
Point 72	3139.8	1021.87
Point 73	3122.27	1023.5
Point 74	3273.2	1013.45
Point 75	3252.475	1018
Point 76	3248.95	1024.1659
Point 77	3252.55	1024.0745
Point 78	3257.6	1023.9463
Point 79	3268.85	1023.9
Point 80	3146.6	1024.1273
Point 81	3150.2	1024.2543
Point 82	3141.7	1023.9774
Point 83	3130.45	1023.701
Point 84	3319.975	1001.025
Point 85	3310.675	1009.525
Point 86	3298.45	1009.625
Point 87	3295.475	1009.375
Point 88	3294.25	1013.95
Point 89	3291.15	1013.9
Point 90	3286.2	1018.875
Point 91	3119.5	1018.8067
Point 92	3111.2	1018.875
Point 93	3108.9508	1016.475
Point 94	3117.125	1019.775
Point 95	3116.175	1018.8341
Point 96	3119.2	1021.925

Point 97	3120.875	1023.475
Point 98	3300.775	1010.125
Point 99	3302.325	1011.15
Point 100	3308.15	1010.875
Point 101	3324.375	999.95

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	Optimized	1.408	(3310.85, 1047.34)	35.00687	(3267.24, 1023.91)	(3325.6, 1000.08)
2	286	1.511	(3310.85, 1047.34)	50.335	(3266.3, 1023.91)	(3329.17, 1000.46)

Slices of Slip Surface: Optimized

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	Optimized	3267.7045	1023.237	-124.18816	-5.3354435	-2.7185442	25
2	Optimized	3268.44	1022.1645	-114.41729	8.466264	4.313777	25
3	Optimized	3268.783	1021.648	-109.76306	11.513623	5.866484	25
4	Optimized	3268.875	1021.4915	-108.3486	1722.2098	877.50974	25
5	Optimized	3269.165	1020.9995	-103.88102	17.270388	8.799702	25

6	Optimized	3269.935	1019.6925	-92.231049	31.814638	16.210368	25
7	Optimized	3270.8655	1018.112	-78.543765	48.609903	24.767983	25
8	Optimized	3271.5365	1017.12	-70.129291	77.106934	39.287945	25
9	Optimized	3273.019	1015.4955	-57.005468	95.815729	48.820553	25
10	Optimized	3274.378	1014.006	-45.010768	112.40824	57.274858	25
11	Optimized	3274.65	1013.7075	-42.635871	114.67447	58.429562	25
12	Optimized	3274.8565	1013.4815	-40.810078	116.15857	59.185747	25
13	Optimized	3275.2065	1013.098	-37.551965	122.34228	62.336507	19.55
14	Optimized	3275.62	1012.6445	-33.66419	127.43358	64.93065	19.55
15	Optimized	3275.79	1012.4585	-32.06621	129.12758	65.793787	19.55
16	Optimized	3275.8655	1012.376	-31.359665	128.85144	65.653087	19.55

17	Optimized	3275.8955	1012.3435	-31.082232	135.84209	69.215003	19.55
18	Optimized	3275.95	1012.29	-30.630306	135.31242	68.945121	19.55
19	Optimized	3276.03	1012.212	-29.969234	135.11444	68.844245	19.55
20	Optimized	3276.28	1011.9685	-27.904622	137.67853	70.150714	19.55
21	Optimized	3276.695	1011.5635	-24.479177	137.82773	70.226738	19.55
22	Optimized	3276.935	1011.329	-22.546501	140.27945	71.475948	19.55
23	Optimized	3277.05	1011.217	-21.621138	143.27525	73.002386	19.55
24	Optimized	3277.185	1011.0855	-20.534317	148.15231	75.487371	19.55
25	Optimized	3277.3625	1010.912	-19.104731	151.63227	77.260499	19.55
26	Optimized	3277.8375	1010.4485	-15.278713	156.43973	79.710021	19.55

27	Optimized	3278.825	1009.485	-7.3180102	158.36126	80.689092	19.55
28	Optimized	3279.7205	1008.611	-0.09368715	155.982	79.476797	19.55
29	Optimized	3280.733	1007.8105	6.3136159	173.58622	85.229649	19.55
30	Optimized	3281.9785	1006.91	13.410114	167.95239	78.743221	19.55
31	Optimized	3282.841	1006.3365	17.857046	176.85101	81.011471	19.55
32	Optimized	3283.95	1005.6885	22.730125	181.2504	80.770112	19.55
33	Optimized	3285.45	1004.812	29.326334	194.67422	84.248956	19.55
34	Optimized	3287.146	1003.8215	36.572386	195.69871	81.078911	19.55
35	Optimized	3288.146	1003.245	40.698447	207.74982	85.116926	19.55
36	Optimized	3288.5125	1003.084	41.736198	204.53404	82.949643	19.55
37	Optimized	3289.6	1002.6075	44.81512	195.04408	76.545479	19.55
38	Optimized	3290.7625	1002.1455	47.657413	200.64336	77.950233	19.55
39	Optimized	3291.925	1001.7785	49.599727	201.91437	77.608186	19.55
40	Optimized	3293.475	1001.2895	52.182489	213.10552	81.994377	19.55
41	Optimized	3294.8625	1000.8515	54.484565	211.67164	80.090814	19.55

42	Optimized	3295.8855	1000.5285	56.098818	199.79144	73.215049	19.55
43	Optimized	3296.7105	1000.3245	56.791399	209.87093	77.997916	19.55
44	Optimized	3297.7875	1000.1305	56.951321	192.86836	69.253193	19.55
45	Optimized	3298.65	999.97525	57.064598	184.13864	64.747458	19.55
46	Optimized	3299.8125	999.7664	57.217212	194.3882	69.892111	19.55
47	Optimized	3300.9	999.5708	57.363793	204.94043	75.194051	19.55
48	Optimized	3301.301	999.4987	57.416802	211.91679	78.721677	19.55
49	Optimized	3301.951	999.35215	57.787683	210.60745	77.86556	19.55
50	Optimized	3303.0995	999.05455	58.810555	220.76295	82.518867	19.55
51	Optimized	3304.649	998.6532	60.192003	227.64207	85.320072	19.55
52	Optimized	3306.787	998.09245	62.16753	236.10185	88.623963	19.55
53	Optimized	3309.4125	997.39895	63.987692	235.82514	87.555555	19.55
54	Optimized	3311.4285	996.86645	65.369289	226.28078	81.988498	19.55
55	Optimized	3313.491	996.4901	65.270984	229.8603	83.862446	19.55
56	Optimized	3315.3515	996.23805	64.367292	206.80186	72.574037	19.55
57	Optimized	3316.722	996.1508	62.648445	187.64608	63.689475	19.55

58	Optimized	3318.3595	996.1258	60.323405	145.75627	43.530218	19.55
59	Optimized	3319.5765	996.30015	56.656892	145.13806	45.083408	19.55
60	Optimized	3321.268	997.0931	44.537285	98.04155	27.261785	19.55
61	Optimized	3323.468	998.4094	23.922282	60.883217	18.832537	19.55
62	Optimized	3324.988	999.5998	4.7753328	25.750817	10.687543	19.55

Slices of Slip Surface: 286

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	286	3266.6715	1023.238	-123.38513	-7.7549091	-3.9513235	25
2	286	3267.6395	1021.558	-107.98817	14.376556	7.3252211	25
3	286	3268.5455	1020.0775	-94.682968	34.082488	17.365895	25
4	286	3268.875	1019.5675	-90.198232	1851.485	943.37873	25
5	286	3269.134	1019.183	-86.820362	44.559439	22.704168	25

6	286	3270.0875	1017.842	-75.429638	62.429446	31.809392	25
7	286	3271.9065	1015.503	-56.039532	94.088969	47.940724	25
8	286	3273.326	1013.8	-42.175112	117.77311	60.008397	25
9	286	3274.073	1012.9845	-35.367306	131.19537	66.84738	19.55
10	286	3274.65	1012.372	-30.131105	138.46043	70.549113	19.55
11	286	3275.15	1011.8645	-25.815864	144.43511	73.593367	19.55
12	286	3275.62	1011.3945	-21.827715	151.61921	77.253846	19.55
13	286	3275.79	1011.2285	-20.421019	153.80874	78.369465	19.55
14	286	3275.87	1011.151	-19.765266	153.67393	78.300776	19.55
15	286	3275.95	1011.074	-19.11353	153.27139	78.095675	19.55
16	286	3276.03	1010.997	-18.464215	153.32892	78.124987	19.55

17	286	3276.28	1010.7605	-16.467671	156.74664	79.8664	19.55
18	286	3276.695	1010.3725	-13.27638	158.16739	80.590309	19.55
19	286	3276.935	1010.151	-11.464717	161.42552	82.250409	19.55
20	286	3277.05	1010.0465	-10.610811	164.88064	84.010885	19.55
21	286	3277.185	1009.9245	-9.6151262	170.37329	86.809527	19.55
22	286	3277.3625	1009.766	-8.3205457	174.53969	88.932413	19.55
23	286	3277.8375	1009.351	-4.9445242	180.93379	92.190371	19.55
24	286	3278.825	1008.52	1.7703872	185.64721	93.689919	19.55
25	286	3280.4625	1007.237	12.026403	184.98132	88.124933	19.55
26	286	3282.3375	1005.877	22.761425	182.5853	81.434333	19.55
27	286	3284.7	1004.371	34.339867	199.29082	84.046709	19.55
28	286	3287.2	1002.9255	44.926703	214.93764	86.624901	19.55
29	286	3288.5125	1002.238	49.705549	209.9453	81.646229	19.55

30	286	3289.9875	1001.5535	54.249895	202.47528	75.524604	19.55
31	286	3292.7	1000.4241	61.396814	213.10783	77.300626	19.55
32	286	3294.8625	999.61885	66.192702	226.29534	81.576368	19.55
33	286	3296.3	999.1644	68.494661	214.56942	74.428806	19.55
34	286	3297.7875	998.7371	70.235613	200.80333	66.527575	19.55
35	286	3298.65	998.50905	71.047643	196.76654	64.056975	19.55
36	286	3299.8125	998.24265	71.756234	211.46245	71.183871	19.55
37	286	3300.9	998.001	72.342756	226.52497	78.559762	19.55
38	286	3301.675	997.85525	72.511099	242.91884	86.82708	19.55
39	286	3303.296	997.5872	72.512472	263.60812	97.368095	19.55
40	286	3305.2375	997.3307	71.893217	276.16986	104.08415	19.55
41	286	3307.179	997.15065	70.467244	286.57912	110.1145	19.55
42	286	3309.4125	997.0434	67.402048	281.8408	109.262	19.55
43	286	3311.7065	997.0247	63.273344	262.26054	101.38904	19.55
44	286	3313.769	997.10205	58.442281	240.47784	92.751749	19.55
45	286	3316.0935	997.2974	51.463534	191.98985	71.601733	19.55

46	286	3318.681	997.63665	41.830318	115.92003	37.750594	19.55
47	286	3321.075	998.0686	32.773125	65.336176	16.591704	19.55
48	286	3323.275	998.577	22.123075	42.145064	10.201713	19.55
49	286	3325.5735	999.22375	9.7598152	24.970124	7.7500395	19.55
50	286	3327.97	1000.0237	3.3455992	12.527163	4.6782402	19.55

ESTACA 94 - Estabilidade Margem Esquerda

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Revision Number: 177

Date: 2/11/2020

Time: 3:38:27 PM

File Name: Estaca 94 - Bermas - Cenário 1.gsz

Directory: \\Mac\Home\Documents\Projetos\Infraero\Caçador\Projeto Geotécnico\Novo Projeto\

Last Solved Date: 2/11/2020

Last Solved Time: 3:41:00 PM

Project Settings

Length(L) Units: meters

Time(t) Units: Hours

Force(F) Units: kN

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

View: 2D

Analysis Settings

Estabilidade Margem Esquerda

Kind: SLOPE/W

Parent: Fluxo Geometria Berma

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions Source: Parent Analysis

Slip Surface

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Auto-Search

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Solo Residual

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 19.55 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Aterro de Solo Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.5 kN/m³

Cohesion: 12 kPa

Phi: 24 °

Phi-B: 0 °

Basalto Fraturado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 23.8 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Aterro Controlado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 25 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Asfalto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m³

Cohesion: 12500 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 22 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (3101.8084, 1019.2235) m

Right Coordinate: (3149.6923, 1024.2364) m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	3240.9	1025.4
	3249	1025.2
	3252.5	1025.1
	3257.6	1025
	3268.9	1024.7
	3274.5	1024.5
	3274.8	1023.9
	3275.5	1023.9
	3275.9	1024.5
	3276.5	1024.5

Surcharge Load 2

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	3122.2	1024.5
	3130.5	1024.7
	3141.7	1024.9
	3146.6	1025
	3150.2	1025.1
	3157.5	1025.4
	3163.7	1025.7

Point Loads

	Coordinate (m)	Magnitude (kN)	Direction (°)
Point Load 1	(3130.45, 1023.701)	142.6	90

Point Load 2	(3141.7, 1023.9774)	87.4	90
Point Load 3	(3146.6, 1024.1273)	50	90
Point Load 4	(3150.2, 1024.2543)	50	90
Point Load 5	(3248.95, 1024.1659)	50	90
Point Load 6	(3252.55, 1024.0745)	50	90
Point Load 7	(3257.6, 1023.9463)	87.4	90
Point Load 8	(3268.9, 1023.6594)	142.6	90

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Basalto Fraturado	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,51,50,49,48,17	9467.0537
Region 2	Aterro de Solo Enrocamento	18,26,72,27,80,81,28,29,30,31,57,58,32,33,38,34,35,67,36,37,75,62,21,20,19	933.22629
Region 3		39,40,41,42,43,44,45,46	0.19755
Region 4	Solo Residual	15,52,53,101,84,25,24,23,61,87,60,22,74,21,20,19,18,69,47,93,54,55,56,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	2133.9969
Region 5	Asfalto	57,58,32,33,38,34,59	3.6625
Region 6	Aterro Controlado	62,75,37,64,90,63	68.4225

Region 7	Aterro Controlado	37,64,65,36	55.970312
Region 8	Aterro Controlado	36,65,66,67	68.155938
Region 9	Aterro Controlado	35,67,66,68,43,42,41,40,79,78,77,76	50.428145
Region 10	Enrocamento	69,91,70,26,18	34.038831
Region 11	Aterro Controlado	70,71,72,26	36.647
Region 12	Aterro Controlado	71,73,83,82,27,72	36.911108
Region 13	Solo Residual	25,85,86,87,61,23,24	31.977188
Region 14	Aterro Controlado	86,88,89,21,74,22,60,87	54.312812
Region 15	Aterro Controlado	63,62,21,89	85.85

Region 16	Enrocamento	91,95,92,93,47,69	22.668328
Region 17	Enrocamento	70,94,95,91	2.9637125
Region 18	Aterro Controlado	71,96,94,70	5.5020625
Region 19	Aterro Controlado	73,97,96,71	2.7763375
Region 20	Aterro Controlado	86,98,99,100,85	12.295938

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	3099.5	1009.5
Point 2	3107.7	1010.4
Point 3	3118.5	1011.5
Point 4	3133	1011.5
Point 5	3155.5	1012
Point 6	3185	1013
Point 7	3194	1013.5
Point 8	3207.5	1013
Point 9	3212.5	1013
Point 10	3226	1012

Point 11	3259.5	1008.5
Point 12	3262.5	1008
Point 13	3296	998
Point 14	3349.55	993.05
Point 15	3399.6	992.75
Point 16	3399.6	986.25
Point 17	3099.5	971.5
Point 18	3133	1018.23
Point 19	3186.42	1016.67
Point 20	3212.31	1015.85
Point 21	3261.225	1014.325
Point 22	3277.475	1013.375
Point 23	3298.85	1008.45
Point 24	3301.025	1007.35
Point 25	3314.8	1007.3
Point 26	3135.8	1019.75
Point 27	3143.84	1024.03
Point 28	3157.45	1024.51
Point 29	3163.71	1024.76
Point 30	3168.9	1024.87
Point 31	3181.57	1025.12
Point 32	3194.3	1025.1
Point 33	3197.5	1025.2
Point 34	3214.4	1025
Point 35	3240.91	1024.37
Point 36	3248.225	1020.55
Point 37	3251.05	1018.85
Point 38	3214.4	1024.9
Point 39	3275.84	1023.82
Point 40	3275.74	1023.82

Point 41	3276	1023.28
Point 42	3276.98	1023.28
Point 43	3277.25	1023.82
Point 44	3277.12	1023.82
Point 45	3276.89	1023.37
Point 46	3276.06	1023.37
Point 47	3111.63	1016
Point 48	3127.63	971.4481
Point 49	3196.93	971.3202
Point 50	3264.15	971.1962
Point 51	3324.57	971.0847
Point 52	3399.575	1006.275
Point 53	3364.3	1004.175
Point 54	3105.2	1017.14
Point 55	3101.57	1019.37
Point 56	3099.52	1019.43
Point 57	3184.4	1025.15
Point 58	3184.4	1025
Point 59	3197.5	1025.3
Point 60	3288.825	1011.3
Point 61	3297.125	1008.85
Point 62	3254.85	1016.8
Point 63	3288.2	1016.9
Point 64	3283.2	1018.825
Point 65	3281.475	1020.55
Point 66	3279.45	1022.575
Point 67	3245	1022.55
Point 68	3278.2	1023.825
Point 69	3118.19	1016.56
Point 70	3120.05	1019.75

Point 71	3121.35	1021.91
Point 72	3139.8	1021.87
Point 73	3122.27	1023.5
Point 74	3273.2	1013.45
Point 75	3252.475	1018
Point 76	3248.95	1024.1659
Point 77	3252.55	1024.0745
Point 78	3257.6	1023.9463
Point 79	3268.85	1023.9
Point 80	3146.6	1024.1273
Point 81	3150.2	1024.2543
Point 82	3141.7	1023.9774
Point 83	3130.45	1023.701
Point 84	3319.975	1001.025
Point 85	3310.675	1009.525
Point 86	3298.45	1009.625
Point 87	3295.475	1009.375
Point 88	3294.25	1013.95
Point 89	3291.15	1013.9
Point 90	3286.2	1018.875
Point 91	3119.5	1018.8067
Point 92	3111.2	1018.875
Point 93	3108.9508	1016.475
Point 94	3117.125	1019.775
Point 95	3116.175	1018.8341
Point 96	3119.2	1021.925
Point 97	3120.875	1023.475
Point 98	3300.775	1010.125
Point 99	3302.325	1011.15
Point 100	3308.15	1010.875

Point 101	3324.375	999.95

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	Optimized	1.913	(3116.3, 1026.15)	6.361174	(3123.51, 1023.53)	(3114.2, 1018.85)
2	737	2.082	(3116.3, 1026.15)	7.706	(3123.55, 1023.53)	(3113.82, 1018.85)

Slices of Slip Surface: Optimized

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	Optimized	3114.387	1018.801	10.60527	11.1066	0.46749731	0
2	Optimized	3114.746	1018.7145	11.445786	12.737815	1.2048366	0
3	Optimized	3115.0985	1018.64	12.164874	14.034281	1.7432504	0
4	Optimized	3115.425	1018.569	12.856844	15.222883	2.2063671	0
5	Optimized	3115.725	1018.5005	13.521013	16.357789	2.6453365	0
6	Optimized	3116.025	1018.432	14.185506	17.478715	3.0709671	0
7	Optimized	3116.2635	1018.378	14.71327	17.142939	2.2657028	0
8	Optimized	3116.545	1018.3575	14.907661	21.402093	6.0561556	0
9	Optimized	3116.9315	1018.357	14.904817	26.089959	10.430314	0

10	Optimized	3117.322	1018.3565	14.901579	31.331434	15.321088	0
11	Optimized	3117.6515	1018.3775	14.684836	36.879069	20.696457	0
12	Optimized	3117.917	1018.4205	14.254451	40.570104	24.539743	0
13	Optimized	3118.1825	1018.464	13.824066	44.270818	28.392055	0
14	Optimized	3118.53	1018.574	12.737429	48.319725	33.181028	0
15	Optimized	3118.8745	1018.7365	11.133206	50.884527	37.068707	0
16	Optimized	3119.102	1018.867	9.8481589	51.950423	39.260996	0
17	Optimized	3119.26	1018.9575	8.9561663	52.555076	40.656641	0
18	Optimized	3119.437	1019.069	7.8566229	52.637733	41.759061	0
19	Optimized	3119.671	1019.2235	6.3343532	52.662689	43.201872	0
20	Optimized	3119.8175	1019.3205	5.3818969	52.652965	44.080984	0
21	Optimized	3119.9485	1019.4095	4.5038075	52.458452	44.718429	0
22	Optimized	3120.247	1019.6145	2.4846182	52.120466	46.286177	0
23	Optimized	3120.4905	1019.782	0.83773382	50.150558	25.126139	25
24	Optimized	3120.672	1019.9525	-0.83363775	46.094899	23.486524	25

25	Optimized	3120.841	1020.1305	-2.580324	43.434305	22.130884	25
26	Optimized	3121.01	1020.3285	-4.5237903	39.694055	20.225131	25
27	Optimized	3121.2475	1020.603	-7.2175854	34.37375	17.514301	25
28	Optimized	3121.4915	1020.8795	-9.9313748	28.756769	14.652306	25
29	Optimized	3121.775	1021.2005	-13.077311	22.578654	11.504399	25
30	Optimized	3122.0585	1021.5215	-16.222312	16.80254	8.5613216	25
31	Optimized	3122.2	1021.6825	-17.796306	18.367683	9.3588021	25
32	Optimized	3122.235	1021.7175	-18.138432	19.526977	9.9494916	25
33	Optimized	3122.348	1021.83	-19.240723	17.622952	8.9793423	25
34	Optimized	3122.595	1022.0765	-21.653459	13.642579	6.9512411	25
35	Optimized	3122.943	1022.3995	-24.814642	10.484255	5.3419947	25

36	Optimized	3123.316	1023.042	-31.107512	-12.272268	-6.253033	25

Slices of Slip Surface: 737

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	737	3113.9855	1018.8	10.618256	11.350549	0.68287473	0
2	737	3114.3225	1018.7025	11.569055	13.595985	1.8901431	0
3	737	3114.6595	1018.6215	12.359918	15.39986	2.8347919	0
4	737	3114.996	1018.556	12.995308	16.796116	3.5443101	0
5	737	3115.3325	1018.506	13.479858	17.811155	4.0389996	0
6	737	3115.6695	1018.471	13.816194	18.466466	4.3364492	0
7	737	3116.0065	1018.4505	14.006392	18.778918	4.4504528	0
8	737	3116.3335	1018.445	14.054378	20.695677	6.1931111	0
9	737	3116.65	1018.453	13.968858	24.139584	9.484356	0
10	737	3116.9665	1018.474	13.754503	27.175534	12.515313	0
11	737	3117.2785	1018.5075	13.41857	30.02657	15.48721	0
12	737	3117.585	1018.553	12.963532	34.530191	20.111235	0

13	737	3117.8915	1018.6115	12.383081	38.588246	24.436711	0
14	737	3118.1985	1018.683	11.674766	42.208042	28.47274	0
15	737	3118.505	1018.768	10.834417	45.384257	32.218247	0
16	737	3118.7935	1018.86	9.9228729	47.974812	35.484007	0
17	737	3119.0645	1018.9585	8.9499886	50.031056	38.308715	0
18	737	3119.3425	1019.072	7.8308129	51.502815	40.724801	0
19	737	3119.6275	1019.2015	6.552878	52.369869	42.725036	0
20	737	3119.91	1019.344	5.1470915	52.824417	44.459825	0
21	737	3120.1855	1019.4975	3.6356477	52.864162	45.906332	0
22	737	3120.456	1019.6635	2.0023642	52.490065	47.080543	0
23	737	3120.733	1019.85	0.1663702	50.930945	25.865843	25
24	737	3121.1125	1020.14	-2.6826315	46.398944	23.641443	25
25	737	3121.4915	1020.4595	-5.8170209	39.279749	20.014032	25
26	737	3121.775	1020.7325	-8.4882392	33.396025	17.016125	25

27	737	3122.0585	1021.0355	-11.454434	27.022182	13.76849	25
28	737	3122.235	1021.237	-13.431761	26.715079	13.612013	25
29	737	3122.5005	1021.593	-16.919907	19.473685	9.9223383	25
30	737	3122.867	1022.129	-22.164802	8.8716889	4.5203513	25
31	737	3123.1385	1022.6135	-26.907268	-0.34416745	-0.17536207	25
32	737	3123.41	1023.2035	-32.687196	-11.095916	-5.6536516	25

ESTACA 99 - Estabilidade Margem Direita

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Revision Number: 156

Date: 2/10/2020

Time: 9:22:21 AM

File Name: Estaca 99 - Bermas - Cenário 1.gsz

Directory: \\Mac\Home\Documents\Projetos\Infraero\Caçador\Projeto Geotécnico\Novo Projeto\

Last Solved Date: 2/10/2020

Last Solved Time: 9:26:22 AM

Project Settings

Length(L) Units: meters

Time(t) Units: Hours

Force(F) Units: kN

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

View: 2D

Analysis Settings

Estabilidade Margem Direita

Kind: SLOPE/W

Parent: Fluxo Geometria Berma

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions Source: Parent Analysis

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Auto-Search

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Solo Residual

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 19.55 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Aterro de Solo Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.5 kN/m³

Cohesion: 12 kPa

Phi: 24 °

Phi-B: 0 °

Basalto Fraturado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 23.8 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Aterro Controlado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 25 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Asfalto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m³

Cohesion: 12500 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 22 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (3245.1219, 1026.2631) m

Right Coordinate: (3355.6535, 1010.8093) m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	3240.9	1027.4
	3249	1027.2
	3252.5	1027.1
	3257.6	1027
	3268.9	1026.7
	3274.5	1026.5
	3274.8	1025.9
	3275.5	1025.9
	3275.9	1026.5
	3276.5	1026.5

Surcharge Load 2

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	3122.2	1026.5
	3130.5	1026.7
	3141.7	1026.9

	3146.6	1027
	3150.2	1027.1
	3157.5	1027.4
	3163.7	1027.7

Point Loads

	Coordinate (m)	Magnitude (kN)	Direction (°)
Point Load 1	(3130.45, 1025.701)	142.6	90
Point Load 2	(3141.7, 1025.9774)	87.4	90
Point Load 3	(3146.6, 1026.1273)	50	90
Point Load 4	(3150.2, 1026.2543)	50	90
Point Load 5	(3248.95, 1026.1659)	50	90
Point Load 6	(3252.55, 1026.0745)	50	90
Point Load 7	(3257.6, 1025.9463)	87.4	90
Point Load 8	(3268.9, 1025.6594)	142.6	90

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Basalto Fraturado	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,51,50,49,48,17	9467.0537
Region 2	Aterro de Solo Enrocamento	18,26,74,27,82,83,28,29,30,31,59,60,32,33,38,34,35,69,36,37,77,64,21,20,19	922.53048
Region 3		39,40,41,42,43,44,45,46	0.19755

Regio n 4	Solo Resid ual	15,54,55,86,25,87,24,52,53,23,63,90,62,22,76,93,21,20,19,18,71,47,97,56,57,58,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	2496 .549
Regio n 5	Asfalt o	59,60,32,33,38,34,61	3.66 25
Regio n 6	Aterro Contro lado	64,77,37,66,94,65	68.0 1031 3
Regio n 7	Aterro Contro lado	37,66,67,36	56.8 6993 7
Regio n 8	Aterro Contro lado	36,67,68,69	70.3 1921 3
Regio n 9	Aterro Contro lado	35,69,68,70,43,42,41,40,81,80,79,78	51.8 2772 1
Regio n 10	Enroc ament o	71,95,72,26,18	34.0 3883 1
Regio n 11	Aterro Contro lado	72,73,74,26	36.6 47
Regio n 12	Aterro Contro lado	73,75,85,84,27,74	36.9 1110 8
Regio	Aterro Contro lado	87,88,89,90,63,23,53,52,24	36.1 467

n 13			
Region 14	Aterro Controlado	89,91,92,93,76,22,62,90	141.75096
Region 15	Aterro Controlado	65,64,21,93,92	97.25297
Region 16	Enrocamento	95,99,96,97,47,71	22.668328
Region 17	Enrocamento	72,98,99,95	2.963712 5
Region 18	Aterro Controlado	73,100,98,72	5.502062 5
Region 19	Aterro Controlado	75,101,100,73	2.776337 5

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	3099.5	1011.5
Point 2	3107.7	1012.4
Point 3	3118.5	1013.5
Point 4	3133	1013.5

Point 5	3155.5	1014
Point 6	3185	1015
Point 7	3194	1015.5
Point 8	3207.5	1015
Point 9	3212.5	1015
Point 10	3226	1014
Point 11	3259.5	1010.5
Point 12	3262.5	1010
Point 13	3296	1000
Point 14	3349.55	995.05
Point 15	3399.6	994.75
Point 16	3399.6	988.25
Point 17	3099.5	973.5
Point 18	3133	1020.23
Point 19	3186.42	1018.67
Point 20	3212.31	1017.85
Point 21	3257.85	1016.47
Point 22	3264.39	1014.48
Point 23	3283.8	1009.35
Point 24	3296.15	1009.35
Point 25	3311.95	1009.3
Point 26	3135.8	1021.75
Point 27	3143.84	1026.03
Point 28	3157.45	1026.51
Point 29	3163.71	1026.76
Point 30	3168.9	1026.87
Point 31	3181.57	1027.12
Point 32	3194.3	1027.1
Point 33	3197.5	1027.2
Point 34	3214.4	1027

Point 35	3240.91	1026.37
Point 36	3247.26	1022.53
Point 37	3250.6	1020.85
Point 38	3214.4	1026.9
Point 39	3275.84	1025.82
Point 40	3275.74	1025.82
Point 41	3276	1025.28
Point 42	3276.98	1025.28
Point 43	3277.25	1025.82
Point 44	3277.12	1025.82
Point 45	3276.89	1025.37
Point 46	3276.06	1025.37
Point 47	3111.63	1018
Point 48	3127.63	973.4481
Point 49	3196.93	973.3202
Point 50	3264.15	973.1962
Point 51	3324.57	973.0847
Point 52	3289.6	1009.35
Point 53	3286.3	1009.4
Point 54	3399.6	1013.95
Point 55	3364.05	1011.35
Point 56	3105.2	1019.14
Point 57	3101.57	1021.37
Point 58	3099.52	1021.43
Point 59	3184.4	1027.15
Point 60	3184.4	1027
Point 61	3197.5	1027.3
Point 62	3272.12	1012.51
Point 63	3279.7	1010.45
Point 64	3254.175	1018.875

Point 65	3288.2	1018.9
Point 66	3283.2	1020.825
Point 67	3281.475	1022.55
Point 68	3279.45	1024.575
Point 69	3243.87	1024.53
Point 70	3278.2	1025.825
Point 71	3118.19	1018.56
Point 72	3120.05	1021.75
Point 73	3121.35	1023.91
Point 74	3139.8	1023.87
Point 75	3122.27	1025.5
Point 76	3259.24	1015.78
Point 77	3253.05	1019.475
Point 78	3248.95	1026.1659
Point 79	3252.55	1026.0745
Point 80	3257.6	1025.9463
Point 81	3268.85	1025.9
Point 82	3146.6	1026.1273
Point 83	3150.2	1026.2543
Point 84	3141.7	1025.9774
Point 85	3130.45	1025.701
Point 86	3336.1	1009.55
Point 87	3303.9	1009.3065
Point 88	3302.25	1011.05
Point 89	3299.2	1010.95
Point 90	3277.75	1010.9799
Point 91	3294.25	1015.95
Point 92	3291.15	1015.9
Point 93	3258.75	1016.0232
Point 94	3286.2	1020.875

Point 95	3119.5	1020.8067
Point 96	3111.2	1020.875
Point 97	3108.9508	1018.475
Point 98	3117.125	1021.775
Point 99	3116.175	1020.8341
Point 100	3119.2	1023.925
Point 101	3120.875	1025.475

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	Optimized	1.505	(3296.68, 1035.68)	23.24205	(3268.85, 1025.9)	(3305.96, 1009.3)
2	547	1.675	(3296.68, 1035.68)	28.35	(3270.08, 1025.89)	(3307.09, 1009.3)

Slices of Slip Surface: Optimized

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	Optimized	3268.849	1025.852	-106.87651	-45.218029	-23.039736	25
2	Optimized	3268.866	1025.183	-100.43827	-44.079227	-22.459488	25
3	Optimized	3268.891	1024.217	-91.166214	520.18173	265.04583	25
4	Optimized	3268.909	1023.53	-84.639051	-42.667353	-21.740102	25

5	Optimized	3269.312	1022.8655	-78.599665	28.234555	14.386224	25
6	Optimized	3270.2285	1022.1155	-72.323582	39.324702	20.036937	25
7	Optimized	3271.273	1021.261	-65.348065	51.386658	26.18281	25
8	Optimized	3272.573	1020.1975	-57.100756	65.59274	33.42117	25
9	Optimized	3273.7235	1019.2255	-49.683412	74.392936	37.905094	25
10	Optimized	3274.298	1018.7075	-45.698279	80.472462	41.002767	25
11	Optimized	3274.5305	1018.4975	-44.122885	82.695092	42.135254	25
12	Optimized	3274.6805	1018.366	-43.1414	84.757296	43.185999	25
13	Optimized	3275.15	1017.958	-40.097107	88.745474	45.218078	25
14	Optimized	3275.62	1017.5495	-37.046927	94.125425	47.959299	25
15	Optimized	3275.79	1017.402	-35.943973	95.683523	48.75319	25

16	Optimized	3275.87	1017.3325	-35.424647	95.267115	48.541019	25
17	Optimized	3275.95	1017.263	-34.905313	94.596553	48.199351	25
18	Optimized	3276.03	1017.1935	-34.385484	94.395274	48.096795	25
19	Optimized	3276.28	1016.976	-32.763492	96.93691	49.391823	25
20	Optimized	3276.695	1016.6155	-30.067798	97.056956	49.452989	25
21	Optimized	3276.935	1016.407	-28.50946	99.49627	50.695882	25
22	Optimized	3277.05	1016.307	-27.761947	102.48574	52.219094	25
23	Optimized	3277.185	1016.1895	-26.885083	107.34407	54.694536	25
24	Optimized	3277.3545	1016.0425	-25.785125	110.71906	56.41418	25
25	Optimized	3277.5235	1015.8955	-24.702046	112.40482	57.273115	25
26	Optimized	3277.894	1015.5825	-22.457972	118.03675	60.142731	25

27	Optimized	3278.825	1014.801	-16.861557	119.12151	60.69544	25
28	Optimized	3279.648	1014.11	-12.035271	116.80791	59.516603	25
29	Optimized	3280.6605	1013.383	-7.5954294	125.01169	63.696637	25
30	Optimized	3281.9155	1012.519	-2.2978879	120.2881	61.289849	25
31	Optimized	3282.778	1011.981	0.9422642	128.80347	65.148539	25
32	Optimized	3283.8955	1011.358	4.5787531	133.66051	65.77044	25
33	Optimized	3285.1455	1010.6615	8.7588423	146.33781	70.099987	25
34	Optimized	3285.95	1010.21	11.415028	153.04955	72.166392	25
35	Optimized	3286.8045	1009.7225	13.944497	153.19326	70.95079	25
36	Optimized	3287.8045	1009.221	16.502342	169.98035	78.200951	19.55
37	Optimized	3288.7585	1008.843	18.490335	162.31154	73.280563	19.55
38	Optimized	3289.4585	1008.5805	19.754851	171.00682	77.066729	19.55
39	Optimized	3290.375	1008.312	20.655702	160.81714	71.415819	19.55
40	Optimized	3291.1785	1008.0765	21.458966	152.32622	66.680196	19.55

41	Optimized	3291.968	1007.8935	21.812495	166.20264	73.570455	19.55
42	Optimized	3293.4895	1007.544	22.476179	175.0368	77.733521	19.55
43	Optimized	3295.171	1007.157	23.227725	165.79593	72.642127	19.55
44	Optimized	3296.121	1006.943	23.612869	173.995	76.623524	19.55
45	Optimized	3296.718	1006.902	22.89634	160.72921	70.229357	19.55
46	Optimized	3297.854	1006.8245	21.534466	135.56396	58.10093	19.55
47	Optimized	3298.811	1006.8405	19.616051	134.39472	58.482653	19.55
48	Optimized	3299.9625	1007.002	15.94725	115.43217	50.690098	19.55
49	Optimized	3301.4875	1007.216	11.072423	103.39933	47.042907	19.55
50	Optimized	3302.448	1007.3505	7.993094	90.97918	42.283523	19.55
51	Optimized	3303.1975	1007.591	4.2871127	77.703917	37.40773	19.55
52	Optimized	3303.8245	1007.8555	0.57553304	66.390422	33.534361	19.55
53	Optimized	3304.415	1008.2565	-4.3805555	47.41397	24.158624	19.55
54	Optimized	3305.445	1008.9555	-13.017128	22.301302	11.363081	19.55

Slices of Slip Surface: 547

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	547	3270.3395	1025.225	-101.99992	-11.418562	-5.8180482	25
2	547	3271.08	1023.554	-86.6236	10.925511	5.566826	25
3	547	3272.0435	1021.6885	-70.070182	36.319999	18.505964	25
4	547	3273.183	1019.861	-54.728379	61.429639	31.299964	25
5	547	3274.1685	1018.4555	-43.441176	81.166359	41.356326	25
6	547	3274.65	1017.837	-38.598993	89.050559	45.373526	25
7	547	3275.15	1017.243	-33.975378	96.743388	49.293218	25
8	547	3275.62	1016.701	-29.761515	105.43418	53.721399	25
9	547	3275.79	1016.5135	-28.307785	108.12532	55.0926	25
10	547	3275.87	1016.4265	-27.635444	108.24797	55.155096	25
11	547	3275.95	1016.3405	-26.970862	108.10579	55.082649	25
12	547	3276.03	1016.255	-26.310772	108.41705	55.241246	25
13	547	3276.187	1016.0895	-25.038075	110.98261	56.548465	25

14	547	3276.407	1015.8615	-23.31256	114.56801	58.375314	25
15	547	3276.695	1015.573	-21.189811	115.02391	58.60761	25
16	547	3276.935	1015.335	-19.44725	118.86778	60.566158	25
17	547	3277.05	1015.224	-18.636277	122.55176	62.443241	25
18	547	3277.185	1015.0955	-17.696244	128.30908	65.37674	25
19	547	3277.725	1014.6065	-14.152671	138.3968	70.51669	25
20	547	3278.825	1013.6715	-7.4420864	146.65525	74.724584	25
21	547	3279.956	1012.794	-1.7827101	147.77382	75.294525	25
22	547	3280.9685	1012.087	2.5850307	148.255	74.222557	25
23	547	3282.1235	1011.3615	6.9775548	147.95723	71.832732	25
24	547	3282.986	1010.855	10.050035	147.25712	69.910504	25
25	547	3283.9125	1010.3775	12.822778	156.9296	73.426094	25
26	547	3285.3375	1009.7065	16.360284	177.24391	81.974303	25
27	547	3286.125	1009.365	17.841782	188.55001	86.980187	19.55
28	547	3286.25	1009.315	18.115582	189.42187	87.284913	19.55
29	547	3286.775	1009.118	19.110052	187.56984	85.834548	19.55

30	547	3287.725	1008.7825	20.708561	183.66664	83.031289	19.55
31	547	3288.9	1008.424	22.1547	176.9931	78.894103	19.55
32	547	3290.375	1008.047	23.112204	165.79701	72.701539	19.55
33	547	3291.6665	1007.777	23.413435	163.83309	71.547388	19.55
34	547	3292.7	1007.611	23.197457	173.3749	76.519231	19.55
35	547	3293.7335	1007.484	22.62129	181.92896	81.17131	19.55
36	547	3294.725	1007.397	21.737391	178.82417	80.039711	19.55
37	547	3295.675	1007.347	20.573277	163.42274	72.785437	19.55
38	547	3296.9125	1007.336	18.436773	140.31671	62.10093	19.55
39	547	3298.4375	1007.3895	15.094298	107.74068	47.205689	19.55
40	547	3299.9625	1007.526	10.958699	88.881073	39.703433	19.55
41	547	3301.4875	1007.746	6.0096601	84.658574	40.073623	19.55
42	547	3303.075	1008.068	-0.053778907	56.617766	28.848193	19.55
43	547	3304.4315	1008.41	-5.8865621	27.132354	13.824625	19.55
44	547	3305.495	1008.735	-10.985357	18.833318	9.5960546	19.55

4 5	547	3306.55 85	1009.10 65	- 16.547103	9.84222 47	5.01486 4	19.55

ESTACA 99 - Estabilidade Margem Esquerda

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Revision Number: 156

Date: 2/10/2020

Time: 9:22:21 AM

File Name: Estaca 99 - Bermas - Cenário 1.gsz

Directory: \\Mac\Home\Documents\Projetos\Infraero\Caçador\Projeto Geotécnico\Novo Projeto\

Last Solved Date: 2/10/2020

Last Solved Time: 9:28:56 AM

Project Settings

Length(L) Units: meters

Time(t) Units: Hours

Force(F) Units: kN

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

View: 2D

Analysis Settings

Estabilidade Margem Esquerda

Kind: SLOPE/W

Parent: Fluxo Geometria Berma

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions Source: Parent Analysis

Slip Surface

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Auto-Search

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Solo Residual

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 19.55 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Aterro de Solo Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.5 kN/m³

Cohesion: 12 kPa

Phi: 24 °

Phi-B: 0 °

Basalto Fraturado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 23.8 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Aterro Controlado

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 25 kPa

Phi: 27 °

Phi-B: 0 °

Asfalto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m³

Cohesion: 12500 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Enrocamento

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 22 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 43 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (3102.7004, 1020.6756) m

Right Coordinate: (3149.6218, 1026.2339) m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	3240.9	1027.4
	3249	1027.2

	3252.5	1027.1
	3257.6	1027
	3268.9	1026.7
	3274.5	1026.5
	3274.8	1025.9
	3275.5	1025.9
	3275.9	1026.5
	3276.5	1026.5

Surcharge Load 2

Surcharge (Unit Weight): 5 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	3122.2	1026.5
	3130.5	1026.7
	3141.7	1026.9
	3146.6	1027
	3150.2	1027.1
	3157.5	1027.4
	3163.7	1027.7

Point Loads

	Coordinate (m)	Magnitude (kN)	Direction (°)
Point Load 1	(3130.45, 1025.701)	142.6	90
Point Load 2	(3141.7, 1025.9774)	87.4	90
Point Load 3	(3146.6, 1026.1273)	50	90
Point Load 4	(3150.2, 1026.2543)	50	90
Point Load 5	(3248.95, 1026.1659)	50	90
Point Load 6	(3252.55, 1026.0745)	50	90
Point Load 7	(3257.6, 1025.9463)	87.4	90
Point Load 8	(3268.9, 1025.6594)	142.6	90

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Basalto Fraturado	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,51,50,49,48,17	9467.0537
Region 2	Aterro de Solo Enrocamento	18,26,74,27,82,83,28,29,30,31,59,60,32,33,38,34,35,69,36,37,77,64,21,20,19	922.53048
Region 3		39,40,41,42,43,44,45,46	0.19755
Region 4	Solo Residual	15,54,55,86,25,87,24,52,53,23,63,90,62,22,76,93,21,20,19,18,71,47,97,56,57,58,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	2496.549
Region 5	Asfalto	59,60,32,33,38,34,61	3.6625
Region 6	Aterro Controlado	64,77,37,66,94,65	68.01031 3
Region 7	Aterro Controlado	37,66,67,36	56.86993 7
Region 8	Aterro Controlado	36,67,68,69	70.31921 3
Region 9	Aterro Controlado	35,69,68,70,43,42,41,40,81,80,79,78	51.82772 1

Region 10	Enrocamento	71,95,72,26,18	34.038831
Region 11	Aterro Controlado	72,73,74,26	36.647
Region 12	Aterro Controlado	73,75,85,84,27,74	36.911108
Region 13	Aterro Controlado	87,88,89,90,63,23,53,52,24	36.1467
Region 14	Aterro Controlado	89,91,92,93,76,22,62,90	141.75096
Region 15	Aterro Controlado	65,64,21,93,92	97.25297
Region 16	Enrocamento	95,99,96,97,47,71	22.668328
Region 17	Enrocamento	72,98,99,95	2.963712 5

Region 18	Aterro Controlado	73,100,98,72	5.502065
Region 19	Aterro Controlado	75,101,100,73	2.776337 5

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	3099.5	1011.5
Point 2	3107.7	1012.4
Point 3	3118.5	1013.5
Point 4	3133	1013.5
Point 5	3155.5	1014
Point 6	3185	1015
Point 7	3194	1015.5
Point 8	3207.5	1015
Point 9	3212.5	1015
Point 10	3226	1014
Point 11	3259.5	1010.5
Point 12	3262.5	1010
Point 13	3296	1000
Point 14	3349.55	995.05
Point 15	3399.6	994.75
Point 16	3399.6	988.25
Point 17	3099.5	973.5
Point 18	3133	1020.23
Point 19	3186.42	1018.67
Point 20	3212.31	1017.85
Point 21	3257.85	1016.47

Point 22	3264.39	1014.48
Point 23	3283.8	1009.35
Point 24	3296.15	1009.35
Point 25	3311.95	1009.3
Point 26	3135.8	1021.75
Point 27	3143.84	1026.03
Point 28	3157.45	1026.51
Point 29	3163.71	1026.76
Point 30	3168.9	1026.87
Point 31	3181.57	1027.12
Point 32	3194.3	1027.1
Point 33	3197.5	1027.2
Point 34	3214.4	1027
Point 35	3240.91	1026.37
Point 36	3247.26	1022.53
Point 37	3250.6	1020.85
Point 38	3214.4	1026.9
Point 39	3275.84	1025.82
Point 40	3275.74	1025.82
Point 41	3276	1025.28
Point 42	3276.98	1025.28
Point 43	3277.25	1025.82
Point 44	3277.12	1025.82
Point 45	3276.89	1025.37
Point 46	3276.06	1025.37
Point 47	3111.63	1018
Point 48	3127.63	973.4481
Point 49	3196.93	973.3202
Point 50	3264.15	973.1962
Point 51	3324.57	973.0847

Point 52	3289.6	1009.35
Point 53	3286.3	1009.4
Point 54	3399.6	1013.95
Point 55	3364.05	1011.35
Point 56	3105.2	1019.14
Point 57	3101.57	1021.37
Point 58	3099.52	1021.43
Point 59	3184.4	1027.15
Point 60	3184.4	1027
Point 61	3197.5	1027.3
Point 62	3272.12	1012.51
Point 63	3279.7	1010.45
Point 64	3254.175	1018.875
Point 65	3288.2	1018.9
Point 66	3283.2	1020.825
Point 67	3281.475	1022.55
Point 68	3279.45	1024.575
Point 69	3243.87	1024.53
Point 70	3278.2	1025.825
Point 71	3118.19	1018.56
Point 72	3120.05	1021.75
Point 73	3121.35	1023.91
Point 74	3139.8	1023.87
Point 75	3122.27	1025.5
Point 76	3259.24	1015.78
Point 77	3253.05	1019.475
Point 78	3248.95	1026.1659
Point 79	3252.55	1026.0745
Point 80	3257.6	1025.9463
Point 81	3268.85	1025.9

Point 82	3146.6	1026.1273
Point 83	3150.2	1026.2543
Point 84	3141.7	1025.9774
Point 85	3130.45	1025.701
Point 86	3336.1	1009.55
Point 87	3303.9	1009.3065
Point 88	3302.25	1011.05
Point 89	3299.2	1010.95
Point 90	3277.75	1010.9799
Point 91	3294.25	1015.95
Point 92	3291.15	1015.9
Point 93	3258.75	1016.0232
Point 94	3286.2	1020.875
Point 95	3119.5	1020.8067
Point 96	3111.2	1020.875
Point 97	3108.9508	1018.475
Point 98	3117.125	1021.775
Point 99	3116.175	1020.8341
Point 100	3119.2	1023.925
Point 101	3120.875	1025.475

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	Optimized	2.128	(3115.43, 1031.02)	5.877826	(3124.08, 1025.55)	(3115.94, 1020.84)
2	735	2.230	(3115.43, 1031.02)	10.208	(3124.04, 1025.54)	(3116.18, 1020.84)

Slices of Slip Surface: Optimized

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal	Frictional Strength (kPa)	Cohesive

					Stress (kPa)		Strength (kPa)
1	Optimized	3116.056	1020.817	-0.74073521	0.42073561	0.3923423	0
2	Optimized	3116.3055	1020.777	-0.34804507	4.2049014	3.9211339	0
3	Optimized	3116.5665	1020.735	0.062566541	10.641268	9.8647989	0
4	Optimized	3116.804	1020.7245	0.16370882	14.47632	13.346725	0
5	Optimized	3117.018	1020.7455	-0.044621487	18.02415	16.807792	0
6	Optimized	3117.2735	1020.7705	-0.2934659	21.965674	20.483322	0
7	Optimized	3117.571	1020.8	-0.58280785	26.281752	24.50813	0
8	Optimized	3117.9145	1020.9245	-1.8064589	27.787722	25.91247	0
9	Optimized	3118.149	1021.0535	-3.0763724	29.823684	27.811035	0
10	Optimized	3118.3155	1021.122	-3.7481315	31.775375	29.631016	0
11	Optimized	3118.568	1021.22	-4.7095124	34.291345	31.977196	0
12	Optimized	3118.8205	1021.318	-5.6708934	36.819858	34.335073	0
13	Optimized	3119.0735	1021.416	-6.6322744	39.362759	36.706366	0

14	Optimized	3119.3655	1021.529	-7.7418951	42.016712	39.181218	0
15	Optimized	3119.634	1021.6445	-8.8765526	43.844475	40.885634	0
16	Optimized	3119.78	1021.724	-9.6572114	44.417347	41.419846	0
17	Optimized	3119.9735	1021.8485	-10.873373	42.494125	21.651838	25
18	Optimized	3120.1605	1021.97	-12.056247	43.437171	22.132344	25
19	Optimized	3120.3665	1022.1085	-13.406768	44.491629	22.669617	25
20	Optimized	3120.7055	1022.336	-15.625103	46.0961	23.487136	25
21	Optimized	3120.98	1022.5205	-17.421323	45.416165	23.140692	25
22	Optimized	3121.2175	1022.7005	-19.176422	40.609955	20.691805	25
23	Optimized	3121.3815	1022.836	-20.497159	37.727206	19.222972	25
24	Optimized	3121.568	1022.98	-21.89758	35.296218	17.984321	25
25	Optimized	3121.8775	1023.2155	-24.191744	30.515211	15.548276	25
26	Optimized	3122.1095	1023.401	-25.998732	25.616112	13.052061	25
27	Optimized	3122.1935	1023.476	-26.729483	21.684649	11.048881	25
28	Optimized	3122.235	1023.522	-27.176628	25.548275	13.017496	25
29	Optimized	3122.427	1023.734	-29.240729	21.300019	10.852902	25

30	Optimized	3122.6195	1023.9465	-31.313841	17.207906	8.7678662	25
31	Optimized	3122.799	1024.141	-33.216304	13.978479	7.1223906	25
32	Optimized	3123.0865	1024.4515	-36.249087	8.7626602	4.4647984	25
33	Optimized	3123.3735	1024.762	-39.281869	4.0275449	2.0521366	25
34	Optimized	3123.5645	1024.9635	-41.25408	2.1748172	1.1081247	25
35	Optimized	3123.73	1025.1435	-43.016117	-1.6878165	-0.85998547	25
36	Optimized	3123.966	1025.411	-45.628341	-4.9663119	-2.5304623	25

Slices of Slip Surface: 735

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	735	3116.298	1020.849	-1.0550412	2.2591103	2.1066544	0
2	735	3116.534	1020.872	-1.281938	6.6147447	6.1683493	0
3	735	3116.7705	1020.9005	-1.5635067	10.726773	10.002878	0

4	735	3117.007	1020.9345	-1.9001668	14.618694	13.632152	0
5	735	3117.2545	1020.9765	-2.314501	18.292819	17.05833	0
6	735	3117.514	1021.027	-2.8130291	21.755244	20.287093	0
7	735	3117.7735	1021.085	-3.3804773	25.029483	23.34037	0
8	735	3118.0325	1021.15	-4.0181003	28.13043	26.23205	0
9	735	3118.292	1021.222	-4.7273354	31.068307	28.971665	0
10	735	3118.5515	1021.3015	-5.5096206	33.849794	31.565443	0
11	735	3118.811	1021.389	-6.3666002	36.476185	34.014593	0
12	735	3119.0705	1021.4845	-7.3009841	38.946745	36.318427	0
13	735	3119.3275	1021.5865	-8.3057194	40.998106	38.231352	0

14	735	3119.5825	1021.696	-9.3820361	42.629676	39.752816	0
15	735	3119.8315	1021.811	-10.507486	42.442642	21.625606	25
16	735	3120.075	1021.931	-11.68043	43.994371	22.416252	25
17	735	3120.31	1022.055	-12.887054	45.328166	23.095854	25
18	735	3120.536	1022.182	-14.124422	46.435723	23.660183	25
19	735	3120.762	1022.3165	-15.437086	47.341552	24.121726	25
20	735	3120.994	1022.4635	-16.865401	46.09248	23.485292	25
21	735	3121.2315	1022.623	-18.417838	42.684939	21.749063	25
22	735	3121.4915	1022.8095	-20.236709	38.679267	19.708071	25
23	735	3121.775	1023.0265	-22.351702	34.016463	17.332254	25

24	735	3122.0585	1023.26	-24.626297	29.035559	14.794356	25
25	735	3122.235	1023.4125	-26.110686	30.250458	15.413378	25
26	735	3122.39	1023.556	-27.505698	27.2197	13.86913	25
27	735	3122.63	1023.7875	-29.760772	22.399378	11.413053	25
28	735	3122.8795	1024.045	-32.274854	17.178892	8.7530828	25
29	735	3123.138	1024.332	-35.082588	11.568231	5.8943082	25
30	735	3123.3965	1024.6425	-38.118025	5.775224	2.9426236	25
31	735	3123.655	1024.9805	-41.419506	-0.17749092	-0.090436138	25
32	735	3123.9135	1025.3505	-45.033159	-6.2707336	-3.1950983	25

01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE 01 DA SAC	20/05/2020	EDA		
00	EMISSÃO INICIAL	20/01/2020	EDA		
REV	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVO

Contratante: PREFEITURA DE CAÇADOR

Contratada: INFRAERO AEROPORTOS

Sítio

AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES (SC)

Data JANEIRO / 2020	Área do sítio **GERAL**
Autores CAU / CREA / UF EDUARDO DELL AVANZI CREA-RJ 124.924/D	Especialidade / Subespecialidade **TERRAPLANAGEM**
Validador Rubrica MATHEUS G. SCHELIN	Tipo / Especificação do documento **MEMORIAL DE CÁLCULO**
Aprovador Rubrica ADELCIO CORREA GUIMARÃES FILHO	Tipo de obra **CONSTRUÇÃO** Classe Geral do projeto **PROJETO BÁSICO**
Rubrica do (s) Autor (es)	Codificação **CD.02/104.76/00012/01**

SUMÁRIO

1. OBJETIVO **3**

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA **3**

3. NORMAS CONSULTADAS **3**

4. BIBLIOGRAFIA **4**

5. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES **4**

6. ÁREA OBJETO DE ESTUDO **5**

7. DESENVOLVIMENTO **9**

7.1. LEVANTAMENTO DE VOLUMES DE CORTE E ATERRO 9

7.2. COMPENSAÇÃO DE CORTES E ATERROS 9

7.3. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE 10

8. PROJETO DE PROTEÇÃO VEGETAL **13**

APÊNDICE 1 – QUANTITATIVO GERAL **17**

APÊNDICE 2 – CÁLCULO DAS COMPENSAÇÕES DE CORTES E ATERROS **19**

1. OBJETIVO

Desenvolvimento de projeto e quantitativo de terraplenagem para adequação da faixa de pista e RESAs do aeroporto municipal de Caçador-SC.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Imagens aéreas de domínio público – Google Earth
- Levantamento planialtimétrico do sítio aeroportuário
- Relatório de sondagens de simples reconhecimento elaborado por Geoazimute Ltda.
- Serviço Geológico do Brasil (2014). Mapa Geológico de Santa Catarina

3. NORMAS CONSULTADAS

- Agência Nacional de Aviação Civil (2018). Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 154-06 Emenda 04
- American Society of Testing Materials. D 420-98 – Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes
- American Society of Testing Materials. D 5447 – Guide for Application of a Ground-Water Flow Model to a Site-Specific Problem
- American Society of Testing Materials. D 5490 – Guide for Comparing Ground-Water Flow Model Simulations to Site-Specific Information
- American Society of Testing Materials. D 5609 – Guide for Defining Boundary Conditions in Ground-Water Flow Modeling
- American Society of Testing Materials. D 5610 – Guide for Defining Initial Conditions in Ground-Water Flow Modeling
- American Society of Testing Materials. D 5611 – Guide for Conducting a Sensitivity Analysis for Ground-Water Flow Model Application
- American Society of Testing Materials. D 5718-95 – Standard Guide for Documenting a Ground-Water Flow Model Application
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11682/09 – Estabilidade de Encostas
- EUROCODE 7 (2004) – Geotechnical Design Part 1 – General rules
- Ministério da Defesa – Comando da Aeronáutica – Departamento de Controle do Espaço Aérea. ICEA 63-19. Critérios de Análise Técnica da Área de Aeródromos (AGA). Edição 2015.

4. BIBLIOGRAFIA

- Fossen, H. (2017). Geologia Estrutural. Oficina de Textos.
- Freeze,A. and Cherry, J.A. (1979). Groundwater. Prentice Hall Pubs.
- Koerner, R.M. (1999). Designing with Geosynthetics. 4th Edition. Prentice Hall Pubs.
- Serviço Geológico do Brasil (2018). Atlas Pluviométrico do Brasil. Equações Intensidade-Duração-Frequência – Município de Caçador-SC, Estação Pluviográfica de Caçador/SC.
- Tucci, C.E.M. (1993). Hidrologia – Ciência e Aplicação. Editora UFRGS.
- U.S. Department of Transportation(2009). FHWA-NHI-10-024 – Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes (FHWA GEC 011) – Volume I and II
- U.S. Department of Transportation(2013). FAA Advisory Circular AC 150/5320-5D Airport Drainage Design

5. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- CD.02/104.76/00013 – Especificação Técnica – Geotecnia e Terraplanagem
- CD.02/104.93/00023 – Planta Geral - DMT
- CD.02/104.07/00025 – Detalhes
- CD.02/104.20/00015 – Seções transversais – Estacas 0 a 15
- CD.02/104.20/00016 – Seções transversais – Estacas 16 a 28
- CD.02/104.20/00017 – Seções transversais – Estacas 29 a 42
- CD.02/104.20/00018 – Seções transversais – Estacas 43 a 56
- CD.02/104.20/00019 – Seções transversais – Estacas 57 a72
- CD.02/104.20/00020 – Seções transversais – Estacas 73 a 83
- CD.02/104.20/00021 – Seções transversais – Estacas 84 a 96
- CD.02/104.20/00022 - Seções transversais – Estacas 97 a 105

6. ÁREA OBJETO DE ESTUDO

A área objeto de estudo compreende o sítio do aeroporto municipal de Caçador/SC e as respectivas áreas circunvizinhas que compõem o sistema de microbacias da região. O centro da área objeto de estudo localiza-se no município de Caçador-SC nas Coordenadas UTM 505963.10m E e 7.037.055m S.

A região caracteriza-se por uma geomorfologia composta por morros suaves com alturas variando entre 20 e 100m, intercalados por talvegues que formam um sistema de pequenas microbacias adjuntas. Conforme apresentado na Figura 1, a região do sítio aeroportuário caracteriza-se pela implantação da pista de pouso e decolagem na direção de alinhamento NE-SW (N20E) próximo à cota de elevação 1025m. A análise das fotos aéreas do local objeto de estudo possibilitou inferir que, o processo de implantação da pista de pouso e decolagem (PPD), envolveu a execução de uma sequência sucessiva de cortes e aterros de tal modo que os talvegues originais de direção de alinhamento NW-SE que atuavam como as drenagens naturais do local, foram soterrados e totalmente obstruídos. Como consequência, a PPD passou a desempenhar o papel de divisor de águas da região.

Figura 1 - Vista aérea da região objeto de estudo

A inspeção do local objeto de estudo possibilitou observar que os aterros executados não foram devidamente projetados uma vez que há a presença de blocos de rocha de dimensões métricas dispersos no meio da massa de solo (Figura 2 e Figura 3), bem como a saia do aterro apresenta baixa compactação estando susceptível à erosão por ação de água superficial (runoff) (Figura 4).

Figura 2 - Detalhe de matacão rolado da saia do aterro da PPD

Figura 3 - Vista geral do aterro de solo-enrocamento da faixa de pista da PPD

Figura 4 - Detalhe da vala de erosão formada ao longo da saia do aterro da PPD

O solo do local é predominantemente argiloso, de coloração marrom avermelhada característico dos solos residuais de basalto da formação Serra Geral. A espessura da camada de solo na região tende a variar entre 15m e 20m em locais próximos às fraturas/ falhas geológicas (região de concentração do fluxo de água) enquanto que nas regiões de crista tenderá variar entre 2m e 7m de espessura, conforme ilustrado na Figura 5.

A visita de campo realizada em 10 de dezembro de 2019 possibilitou observar que:

- Parte da PPD está assente em rocha e parte em aterro de solo-enrocamento;
- A qualidade da compactação da saia do aterro é baixa, apresentando material fofo, simplesmente lançado;
- Existe um processo de erosão avançado na borda leste do aterro da PPD, próximo à cabeceira 02;
- Não foi observada a existência de um sistema de drenagem de águas superficiais na região do sítio aeroportuário.

Figura 5 - Detalhe da espessura do manto de solo e localização do topo rochoso próximo à cabeceira 02

7. DESENVOLVIMENTO

7.1. LEVANTAMENTO DE VOLUMES DE CORTE E ATERRO

Foi realizado o lançamento da topografia e do greide da pista no software AutoCAD Civil 3D 2020, de modo a visualizar as seções transversais em cada estaca da PPD, projetar reforços e dispositivos de drenagem e extrair os relatórios de volume, contidos no memorial descritivo (CD.02-103.92-00011) e utilizados como base para os cálculos dos volumes de corte e aterro e distâncias médias de transporte (DMTs).

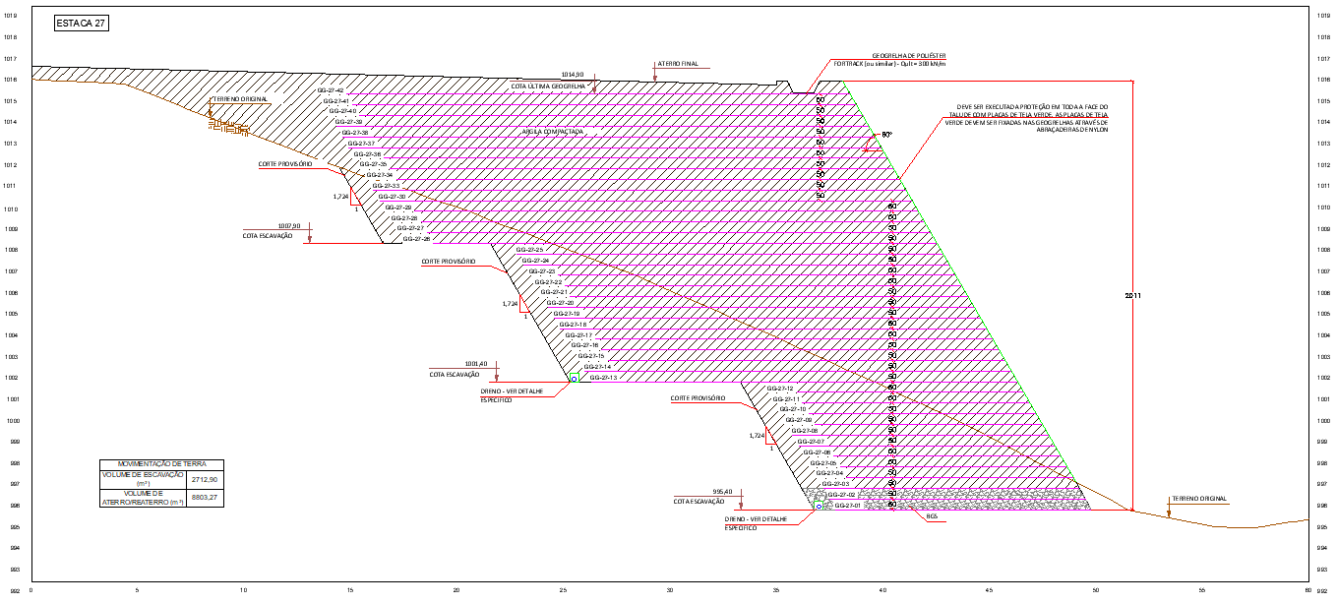


Figura 6 - Seção transversal com representação do aterro estruturado da pior seção de dimensionamento – estaca 27

7.2. COMPENSAÇÃO DE CORTES E ATERROS

Os resultados dos ensaios de laboratório indicaram que o solo natural da jazida possui um índice de vazios médio da ordem de 1.56. Os resultados dos ensaios de compactação indicaram que o mesmo material, quando compactado na energia equivalente a 100% da energia Proctor normal, apresentará um índice de vazios da ordem de 1.02. Tal fato indica que o volume de corte a ser realizado na área de empréstimo deverá ser corrigido de modo a suprir a necessidade de volume de material compactado. Na prática, os cálculos indicam que serão necessários escavar um volume 21% superior para suprir de modo apropriado a demanda de volume de aterros (vide

Apêndice 2). Portanto, considerando as diferenças entre a porosidade inicial do material intacto no campo e a porosidade ao final da compactação, os volumes a serem escavados serão iguais aos indicados na tabela abaixo.

Tabela 1 - Volumes de corte e aterros compactados correspondentes

QUADRO RESUMO DE QUANTITATIVO DE ATERRO		
CORPO DE ATERRO COMPACTADO 100% DO PROCTOR NORMAL	258386	m³
CORPO DE ATERRO ESTRUTURADO COM GEOGRELHAS COMPACTADO 90% DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO	45853	m³
VOLUME TOTAL DE ATERRO	304239	m³

QUADRO RESUMO DE QUANTITATIVO DE CORTE		
CORTE MATERIAL DE 1° CATEGORIA	21306	m³
CORTE REGIÃO ATERRO ESTRUTURADO	8565	m³
CORTE MATERIAL DE 2° CATEGORIA	19553	m³
BOTA FORA - LIMPEZA	1375	m³
VOLUME TOTAL DE CORTE	42234	m³

Tabela 2 - Tabela resumo de volumes de corte e aterro por região do sítio aeroportuário

REGIÃO	VOLUME DE CORTE (m³)	VOLUME DE ATERRO (m³)
RESAS (CAB 02 E CAB 20)	-	42657
PPD	42234	261582

Tabela 3 - Tabela resumo de volume de escavação da jazida

JAZIDA			
DESTINO	VOLUME COMPACTADO	FATOR DE CONTRAÇÃO	VOLUME DE ESCAVAÇÃO
ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 96-103	10344 m³	21%	12516,24 m³
ATERRO MARGEM DIREITA ENTRE ESTACAS 55-60	11783 m³		14257,43 m³
ATERRO ESTRUTURADO MARGEM DIREITA ENTRE ESTACAS 21-31	41056 m³		49677,76 m³
RESA CABECEIRA 02 ENTRE	8888,69 m³		10755,3149 m³
ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 21-31	31706 m³		38364,26 m³
ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 40-50	18363 m³		22219,23 m³
ATERRO MARGEM DIREITA ENTRE ESTACAS 70-85	49461 m³		59847,81 m³
ATERRO MARGEM DIREITA ENTRE ESTACAS 89-101	88626 m³		107237,46 m³
RESA CABECEIRA 20	33768 m³		40859,28 m³
ESTACAS 15-17	101,7 m³		123,057 m³
ESTACAS 32-39	6010,4 m³		7272,584 m³
ESTACAS 61-69	3572 m³		4322,12 m³
ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 70-85	240 m³		290,4 m³
ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 86-95	320 m³		387,2 m³

7.3. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE

Para cada área de aterro ou corte foram calculadas as distâncias médias de transporte do material, tendo em mente as diferentes origens e destinos existentes para esta obra, a seguir apresentam-se as tabelas com tais informações.

Tabela 4 - Tabela de origem, destino e DMT dos volumes de corte e aterro

ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 96-103				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME TOTAL DE ATERRO DE 2° CAT	8384	m³	ÁREA DE CORTE ESTACAS 6 A 14 MARGEM DIREITA	1927m
CAMADA DE BRITA GRADUADA SIMPLES (0.20m)	839	m³	MINEROCHA CATARINENSE	12400m
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	10344	m³	JAZIDA	374m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	86	m³	BOTA FORA	674m

ATERRO MARGEM DIREITA ENTRE ESTACAS 55-60				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME TOTAL DE ATERRO DE 2° CAT	6430	m³	ÁREA DE CORTE ESTACAS 6 A 14 MARGEM DIREITA	1028m
CAMADA DE BRITA GRADUADA SIMPLES (0.20m)	643	m³	MINEROCHA CATARINENSE	12400m
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	11783	m³	JAZIDA	1243m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	47	m³	BOTA FORA	1543m

ATERRO ESTRUTURADO MARGEM DIREITA - ESTACAS 21 A 31				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE BRITA GRADUADA SIMPLES (0.20m)	257	m³	MINEROCHA CATARINENSE	12400m
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	41056	m³	JAZIDA	1930m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
MATERIAL DE 1° CATEGORIA	3768	m³	RESA 02	550m
MATERIAL DE 1° CATEGORIA	4797	m³	ATERRO ESTRUTURADO	0m
LIMPEZA	949	m³	BOTA FORA	2230m

RESA CABECEIRA 02				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	8888,69	m³	JAZIDA	550m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	45	m³	BOTA FORA	2381m

ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 21 A 31				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	31706	m³	JAZIDA	1647m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	107,5	m³	BOTA FORA	1947m

ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 40 A 50				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	18363	m³	JAZIDA	1300m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	42,5	m³	BOTA FORA	1600m

ATERRO MARGEM DIREITA ENTRE ESTACAS 70 A 85				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	49461	m³	JAZIDA	931m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	62	m³	BOTA FORA	1231m

ATERRO MARGEM DIREITA ENTRE ESTACAS 89 A 101				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	88626	m³	JAZIDA	560m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	154	m³	BOTA FORA	860m

RESA CABECEIRA 20				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	33768	m³	JAZIDA	455m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	11	m³	BOTA FORA	755m

ESTACAS 15 A 17				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	101,7	m³	JAZIDA	1851m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	10	m³	BOTA FORA	2151m

ESTACAS 32 A 39				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	6010,4	m³	JAZIDA	1733m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	10	m³	BOTA FORA	2033m

ESTACAS 61 A 69				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	3572	m³	JAZIDA	1134m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	10	m³	BOTA FORA	1434m

ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 70 A 85				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	240	m³	JAZIDA	651m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	10	m³	BOTA FORA	951m

ATERRO MARGEM ESQUERDA ENTRE ESTACAS 86 A 95				
MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO			**ORIGEM**	**DMT**
VOLUME DE ARGILA COMPACTADA	320	m³	JAZIDA	433m
MATERIAIS DE CORTE			**DESTINO**	**DMT**
LIMPEZA	10	m³	BOTA FORA	733m

8. PROJETO DE PROTEÇÃO VEGETAL

O projeto de proteção vegetal é composto por dois tipos de solução, que deverão ser aplicadas conforme a declividade da superfície a ser protegida. A primeira solução, designada de **hidro-semeadura**, deverá ser empregada nas áreas cujas declividades de superfície não ultrapassem 45º. O segundo tipo de solução, designada de grama armada, deverá ser empregada nas áreas com declividades superiores a 45º. Deste modo, a solução em hidro-semeadura será aplicada nos platôs dos aterros e nos taludes de face das bermas da conformação da faixa de pista e nas conformações das superfícies finais da jazida de empréstimo e do bota-fora. A solução em grama armada deverá ser aplicada nas faces dos taludes do aterro estruturado.

Tipo de vegetação: sugere-se o emprego de grama do tipo batatais nos dois tipos de solução, uma vez que esta gramínea apresenta a capacidade de rápido desenvolvimento e de boa capacidade de combate a espécies invasivas.

Solução em hidro-semeadura: é um processo de revestimento vegetal que consiste na aplicação hidromecânica (jato de água) de uma massa pastosa composta por sementes, fertilizantes, camada protetora, polímeros absorventes, adesivos e matéria orgânica viva, cujo traço característico é determinado pelas necessidades de correção do solo e de nutrição da vegetação a ser introduzida. A mistura é lançada por jato de alta pressão, que adere à superfície do terreno, formando uma película que atua como um escudo contra agentes causadores da erosão e fixando os insumos lançados, impedindo seu carreamento por, pelo menos, 90 (noventa) dias. A vegetação resultante deve se caracterizar por um consórcio de plantas (preponderantemente gramíneas – grama batatais e leguminosas) de porte baixo, dotado de alta rusticidade, com diversificado tempo de germinação e características vegetativas que permitam, inicialmente, a cobertura do solo e, na sequência, favoreçam a sua estabilização por um sistema radicular consistente.

A aplicação da hidrossemeadura obedecerá às seguintes etapas:

- Análise química e física do solo em vários pontos;
- Nivelamento ou regularização das áreas que necessitarem;
- Corte da grama existente nas regiões de interface platô antigo – platô novo;

- Aragem superficial com disco na posição reta;
- Correção da acidez e adubação orgânica por aspersão hidráulica;
- Incorporação dos polímeros hidroabsorventes dimensionados para armazenar 5 (cinco) litros de água por m2.
- Aplicação da massa consistente obtida da mistura do mulch à base de acetato de celulose de decomposição lenta, com fertilizantes químicos, orgânicos e sementes, cobrindo totalmente o terreno, sendo que o mulch deve permanecer, pelo menos, 90 (noventa) dias no solo protegendo as áreas sem vegetação;
- Fertilizações de cobertura e replantes até a total formação da camada vegetal que caracteriza a garantia dos serviços;

É importante observar que o preparo do solo, incluindo correção, fertilização e adubação e aragem reúne todas as atividades que antecedem a aplicação da hidrossemeadura. Esses serviços estão incluídos nos valores unitários do serviço e obedecerão aos seguintes passos:

1. **Corte de grama:** a grama existente será podada e as aparas recolhidas. Em seguida, será passada uma grade de disco com os discos na posição reta para descompactar e soltar o solo na profundidade máxima de até 10 (dez) cm.
2. **Picoteamento:** esta atividade tem por finalidade aumentar a rugosidade do terreno nos cortes, aterros e canteiros. Nos locais em que não for possível a entrada de equipamentos, os serviços de descompactação do solo serão executados através de picoteamento, fazendo pequenos orifícios com o canto da enxada ou outra ferramenta que propiciem um resultado semelhante. Este procedimento também tem como função remover a camada oxidada de solo e fazer a retenção das sementes e demais componentes que venham a se movimentar em decorrência da inclinação do terreno. Estes orifícios devem ter a dimensão de 10 (dez) cm de diâmetro por 10 (dez) cm de profundidade, espaçados 15 (quinze) cm um do outro, dispostos alternadamente e nunca em curva de nível.
3. **Fertilização e correção do solo:** a partir dos resultados da inspeção prévia e das análises do solo, devem ser orientados os serviços relativos à correção de deficiências nas condições edáficas. A aplicação da hidrossemeadura deve ser

feita por caminhões tanques especiais para este tipo de trabalho, sendo que a capacidade do tanque deverá ser, em média, de 15.000 (quinze mil) litros, equipado com bomba e mangueiras apropriadas para o lançamento da camada protetiva densa pelo processo de hidrojateamento.

4. **Aplicação da mistura:** a aplicação propriamente dita, lançamento da mistura, deve ser feita pulverizando-se uniformemente a mistura aquosa sobre a superfície preparada. Durante todo o processo de aplicação, o misturador deverá estar em constante movimento a fim de garantir a suspensão do material e a homogeneização da mistura do tanque. Durante o processo de hidrojateamento, deve-se tomar observar os seguintes preceitos: (a) começar a aplicação nas cotas mais altas e caminhar para as mais baixas, evitando-se o empoçamento ou escorregamento da mistura; (b) dirigir e manter o jato à superficície a ser revestida de modo a recobrir toda a área de modo uniforme.
5. **Rendimento:** o rendimento da mistura é muito relativo e grandemente influenciado pela situação topográfica local e pelas facilidades de acesso e deslocamento, tanto dos veículos como dos operadores. Como valores de referência históricos, o rendimento médio em situações de fácil deslocamento é de 1.600 (hum mil e seiscentos) a 2.000 (dois mil) m2 por carga de 15.000 (quinze mil) litros. Para eficiência do recobrimento vegetal são necessárias que, no mínimo, 1.500 (hum mil e quinhentas) sementes do consórcio germinem por metro quadrado.

Solução em grama armada: é um processo de revestimento vegetal a ser implantado em taludes e cuja fixação deve ser feita através de telas colocadas sobre a grama em placas, e devidamente fixadas na superfície dos taludes, quer seja por estacas, quer seja por ligação entre as letas de superfície e reforços de aterros estruturados (geogrelhas). Os materiais a serem utilizados são:

- placas de grama em leivas;
- adubos específicos;
- estacas de madeira, para fixação;
- telas plásticas, metálicas ou vegetais;
- solo vegetal

1. **Equipamentos utilizados:** os equipamentos comumente empregados são:

- placas vibratórias ou sapos mecânicos;
- caminhões para transportes de materiais;
- caminhão irrigador;
- ferramentas manuais tais como pás, picaretas e enxadas.

2. **Execução:** uma vez que a inclinação da face do talude do aterro estruturado possui 60º, é mandatório o uso de tela com o objetivo de evitar-se escorregamentos precoces das placas de grama antes dos seus enraizamentos na superfície do terreno. As telas podem ser plásticas, metálicas ou vegetais com malhas e formatos específicos. A superfície do talude a receber a grama armada deve estar perfeitamente limpa, isenta de pragas e gramíneas superficiais, bem como de detritos sólidos. A seguir, deve ser iniciada a fase de preparo de solo com adubação e correção de pH da superfície do talude limpo. A seguir deve ser iniciada a colocação das placas de grama, fixando-se devidamente as telas aos reforços do aterro estruturado conforme detalhes específicos em planta. Pode-se, concomitantemente, fixar as placas de grama com estacas de madeira ou bambu devidamente espaçadas de modo à facilitar o serviço. Após a fixação da tela, deve-se proceder dom a irrigação da face do talude sem ocorrência da sua saturação.

APÊNDICE 1 – QUANTITATIVO GERAL

RELATÓRIO DE VOLUME											
ESTACA	Margem	Tipo de Material	Area de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume Para Bota Fora (Limpeza)	Area de Aterro (m²)	Volume de Aterro (m³)	Tipo de Aterro	Corte Acumulado por Tipo de Material (m³)	Aterro Acumulado (m³)	Volume Acumulado para Bota Fora (m³)
0	MD / ME	1° CAT	0	0	7,5	128,02	5121	COMPACTADO	0	5121	8
1	MD / ME	1° CAT	0	0	7,5	74,9	2315,1	COMPACTADO	0	7437	15
2	MD / ME	1° CAT	0,32	3,2	7,5	30,55	1054,53	COMPACTADO	4	8491	23
3	MD / ME	1° CAT	9,36	96,78	7,5	3,05	335,97	COMPACTADO	100	8827	30
4	MD / ME	1° CAT	20,09	294,44	7,5	0	30,47	COMPACTADO	395	8858	38
5	MD / ME	1° CAT	63,85	839,36	7,5	3,16	31,62	COMPACTADO	1234	8889	45
6	MD	2° CAT	79,53	1590,6	156,77	0	0	-	1590,6	3799,3	202
7	MD	2° CAT	85,93	1718,6	63,98	0	0	-	3309,2	3799,3	266
8	MD	2° CAT	94,35	1887	84,22	0	0	-	5196,2	3799,3	350
9	MD	2° CAT	91,87	1837,4	0	0	0	-	7033,6	3799,3	350
10	MD	2° CAT	133,65	2673	417,85	0	0	-	9706,6	3799,3	768
11	MD	2° CAT	134,69	2693,8	10,39	0	0	-	12400,4	3799,3	779
12	MD	2° CAT	128,13	2562,6	0	0	0	-	14963	3799,3	779
13	MD	2° CAT	123,71	2474,2	0	0	0	-	17437,2	3799,3	779
14	MD	2° CAT	105,77	2115,4	0	0	0	-	19552,6	3799,3	779
15	MD / ME	1° CAT	77,39	1831,62	7,5	0	0	-	3066	8889	786
16	MD / ME	1° CAT	67,33	1447,17	7,5	0	0	-	4513	8889	794
17	MD / ME	1° CAT	51,98	1193,06	7,5	10,17	101,7	COMPACTADO	5706	8991	801
18	MD / ME	1° CAT	48,8	1007,81	7,5	35	451,69	COMPACTADO	6714	9443	809
19	MD / ME	1° CAT	10,92	597,17	7,5	61,65	966,52	COMPACTADO	7311	10409	816
20	MD / ME	1° CAT	3,99	149,02	7,5	103,31	1649,65	COMPACTADO	7460	12059	824
21	MD	1° CAT	18,0992	361,984	7,5	102,2421	2044,842	ESTRUTURADO	362	2045	831
22	MD	1° CAT	19,9454	398,908	7,5	120,5519	2411,038	ESTRUTURADO	761	4456	839
23	MD	1° CAT	25,2031	504,062	7,5	155,9467	3118,934	ESTRUTURADO	1265	7575	846
24	MD	1° CAT	32,4339	648,678	7,5	186,9085	3738,17	ESTRUTURADO	1914	11313	854
25	MD	1° CAT	40,4538	809,076	7,5	227,3554	4547,108	ESTRUTURADO	2723	15861	861
26	MD	1° CAT	71,3147	1426,294	19	319,0649	6381,298	ESTRUTURADO	4150	22242	880
27	MD	1° CAT	135,645	2712,9	25	440,1634	8803,268	ESTRUTURADO	6862	31045	905
28	MD	1° CAT	46,577	931,54	21	292,9358	5858,716	ESTRUTURADO	7794	36904	926
29	MD	1° CAT	17,4493	348,986	7,5	189,2418	3784,836	ESTRUTURADO	8143	40689	934
30	MD	1° CAT	13,118	262,36	7,5	150,5288	3010,576	ESTRUTURADO	8405	43699	941
31	MD	1° CAT	7,9817	159,634	7,5	107,6869	2153,738	ESTRUTURADO	8565	45853	949
21	ME	1° CAT	0	0	7,5	57,64	1152,8	COMPACTADO	7460	13212	956
22	ME	1° CAT	0	0	10	116,66	2333,2	COMPACTADO	7460	15545	966
23	ME	1° CAT	0	0	10	159,81	3196,2	COMPACTADO	7460	18742	976
24	ME	1° CAT	0	0	10	185,01	3700,2	COMPACTADO	7460	22442	986
25	ME	1° CAT	0	0	10	171,54	3430,8	COMPACTADO	7460	25873	996
26	ME	1° CAT	0	0	10	192,32	3846,4	COMPACTADO	7460	29719	1006
27	ME	1° CAT	0	0	10	196,9	3938	COMPACTADO	7460	33657	1016
28	ME	1° CAT	0	0	10	141,49	2829,8	COMPACTADO	7460	36487	1026
29	ME	1° CAT	0	0	10	120	2400	COMPACTADO	7460	38887	1036
30	ME	1° CAT	0	0	10	136,58	2731,6	COMPACTADO	7460	41618	1046
31	ME	1° CAT	0	0	10	107,14	2142,8	COMPACTADO	7460	43761	1056
32	MD / ME	1° CAT	2,42	24,19	7,5	87,51	2776,5	COMPACTADO	7485	46538	1064
33	MD / ME	1° CAT	21,86	242,8	7,5	41,78	1292,86	COMPACTADO	7727	47831	1071
34	MD / ME	1° CAT	26,94	487,98	7,5	25,96	677,37	COMPACTADO	8215	48508	1079
35	MD / ME	1° CAT	23,07	500,12	7,5	15,12	410,81	COMPACTADO	8716	48919	1086
36	MD / ME	1° CAT	13,88	369,53	7,5	14,4	295,28	COMPACTADO	9085	49214	1094
37	MD / ME	1° CAT	13,02	268,98	7,5	15,46	298,68	COMPACTADO	9354	49513	1101
38	MD / ME	1° CAT	13,39	264,11	7,5	3,75	192,16	COMPACTADO	9618	49705	1109
39	MD / ME	1° CAT	9,33	227,21	7,5	2,91	66,66	COMPACTADO	9845	49772	1116
40	ME	1° CAT	11	203,3	7,5	9,75	126,62	COMPACTADO	10049	49898	1124
41	ME	1° CAT	14,18	251,8	6	133,6	1433,53	COMPACTADO	10301	51332	1130
42	ME	1° CAT	12,3	264,75	9	172,5	3061,04	COMPACTADO	10565	54393	1139
43	ME	1° CAT	36,13	484,28	10	161,11	3336,15	COMPACTADO	11050	57729	1149
44	ME	1° CAT	31,84	679,68	10	137,07	2981,89	COMPACTADO	11729	60711	1159
45	ME	1° CAT	3,02	348,56	-	98,32	2353,89	COMPACTADO	12078	63065	1159
46	ME	1° CAT	0,17	31,91	-	75,06	1733,74	COMPACTADO	12110	64798	1159
47	ME	1° CAT	0,1	2,75	-	46,69	1217,5	COMPACTADO	12112	66016	1159
48	ME	1° CAT	0,02	1,23	-	43,42	901,12	COMPACTADO	12114	66917	1159
49	ME	1° CAT	0,62	6,4	-	34,44	778,59	COMPACTADO	12120	67696	1159
50	ME	1° CAT	12,75	133,72	-	9,45	438,93	COMPACTADO	12254	68135	1159
51	MD / ME	1° CAT	20,66	334,08	-	0	94,55	COMPACTADO	12588	68229	1159
52	MD / ME	1° CAT	19,3	399,61	-	0	0	-	12987	68229	1159
53	MD / ME	1° CAT	23,76	430,59	-	0	0	-	13418	68229	1159
54	MD / ME	1° CAT	24,97	487,25	-	0	0	-	13905	68229	1159
55	MD / ME	1° CAT	5,33	303,02	-	18,48	184,81	COMPACTADO	14208	68414	1159
56	MD / ME	1° CAT	6,52	118,49	-	60,28	787,64	COMPACTADO	14327	69202	1159
57	MD / ME	1° CAT	8,21	147,25	-	146,15	2064,34	COMPACTADO	14474	71266	1159
58	MD / ME	1° CAT	8,14	163,48	-	183,9	3300,49	COMPACTADO	14638	74566	1159
59	MD / ME	1° CAT	5,36	134,95	-	223,77	4076,68	COMPACTADO	14773	78643	1159
60	MD / ME	1° CAT	6,71	120,65	-	85,17	3089,46	COMPACTADO	14893	81733	1159

RELATÓRIO DE VOLUME											
ESTACA	Margem	Tipo de Material	Area de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume Para Bota Fora (Limpeza)	Area de Aterro (m²)	Volume de Aterro (m³)	Tipo de Aterro	Corte Acumulado por Tipo de Material (m³)	Aterro Acumulado (m³)	Volume Acumulado para Bota Fora (m³)
61	MD / ME	1° CAT	7,59	143,03	-	10,36	955,38	COMPACTADO	15036	82688	1159
62	MD / ME	1° CAT	11,77	193,66	-	0,08	104,44	COMPACTADO	15230	82792	1159
63	MD / ME	1° CAT	17,31	290,87	-	0,09	1,75	COMPACTADO	15521	82794	1159
64	MD / ME	1° CAT	23,37	406,86	-	1,11	12,06	COMPACTADO	15928	82806	1159
65	MD / ME	1° CAT	15,41	387,79	-	19,65	207,61	COMPACTADO	16315	83014	1159
66	MD / ME	1° CAT	6	214,09	-	20	396,46	COMPACTADO	16529	83410	1159
67	MD / ME	1° CAT	1,22	72,19	-	27,64	476,41	COMPACTADO	16602	83887	1159
68	MD / ME	1° CAT	8,06	92,82	-	31,62	592,67	COMPACTADO	16694	84479	1159
69	MD / ME	1° CAT	14,63	226,97	-	50,95	825,72	COMPACTADO	16921	85305	1159
70	MD	1° CAT	15,65	302,78	-	80,73	1316,76	COMPACTADO	17224	86622	1159
71	MD	1° CAT	12,9	285,41	-	107,93	1886,54	COMPACTADO	17510	88508	1159
72	MD	1° CAT	14,17	270,61	-	147,59	2555,14	COMPACTADO	17780	91064	1159
73	MD	1° CAT	20,49	346,57	-	179,92	3275,07	COMPACTADO	18127	94339	1159
74	MD	1° CAT	22,25	427,39	9	249,8	4297,17	COMPACTADO	18554	98636	1168
75	MD	1° CAT	6,13	283,79	10	290,12	5399,12	COMPACTADO	18838	104035	1178
76	MD	1° CAT	0,17	63,03	9	338,41	6285,24	COMPACTADO	18901	110320	1187
77	MD	1° CAT	0,17	3,47	12	380,03	7184,35	COMPACTADO	18904	117504	1199
78	MD	1° CAT	1,22	13,96	11	282,09	6621,14	COMPACTADO	18918	124126	1210
79	MD	1° CAT	6,27	74,91	11	159,43	4415,13	COMPACTADO	18993	128541	1221
80	MD	1° CAT	9,29	155,63	-	101,5	2609,22	COMPACTADO	19149	131150	1221
81	MD	1° CAT	13,96	232,53	-	63,93	1654,29	COMPACTADO	19382	132804	1221
82	MD	1° CAT	21,6	355,62	-	45,33	1092,66	COMPACTADO	19737	133897	1221
83	MD	1° CAT	16,39	379,93	-	11,07	564,02	COMPACTADO	20117	134461	1221
84	MD	1° CAT	8,79	251,83	-	2,92	139,89	COMPACTADO	20369	134601	1221
85	MD	1° CAT	2,51	113,04	-	13,56	164,77	COMPACTADO	20482	134766	1221
86	MD / ME	1° CAT	3,66	61,69	-	18,92	324,8	COMPACTADO	20544	135090	1221
87	MD / ME	1° CAT	9,08	127,32	-	23,21	421,37	COMPACTADO	20671	135512	1221
88	MD / ME	1° CAT	9,05	181,27	-	24,82	480,3	COMPACTADO	20852	135992	1221
89	MD	1° CAT	0,65	96,99	9	47,29	721,07	COMPACTADO	20949	136713	1230
90	MD	1° CAT	0,46	11,11	17	118,23	1655,25	COMPACTADO	20960	138368	1247
91	MD	1° CAT	5,17	56,3	10	195,01	3132,47	COMPACTADO	21017	141501	1257
92	MD	1° CAT	7,91	130,8	10	254,89	4499,08	COMPACTADO	21147	146000	1267
93	MD	1° CAT	0	79,13	11	361,97	6168,64	COMPACTADO	21227	152169	1278
94	MD	1° CAT	0	0	12	425,46	7874,34	COMPACTADO	21227	160043	1290
95	MD	1° CAT	0,1	1	12	510,19	9356,51	COMPACTADO	21228	169399	1302
96	MD	1° CAT	0,47	5,67	13	534,41	10445,94	COMPACTADO	21233	179845	1315
97	MD	1° CAT	0,96	14,31	13	532,44	10668,48	COMPACTADO	21248	190514	1328
98	MD	1° CAT	0	9,63	12	527,37	10598,09	COMPACTADO	21257	201112	1340
99	MD	1° CAT	0	0	12	454,01	9813,74	COMPACTADO	21257	210926	1352
100	MD	1° CAT	0	0	12	452,62	9066,3	COMPACTADO	21257	219992	1364
101	MD	1° CAT	2,47	24,65	11	9,96	4625,82	COMPACTADO	21282	224618	1375
102	MD / ME	1° CAT	0	24,65	-	251,97	2619,3	COMPACTADO	21306	227237	1375
103	MD / ME	1° CAT	0	0	-	517,27	7692,45	COMPACTADO	21306	234930	1375
104	MD / ME	1° CAT	0	0	-	383,18	9004,55	COMPACTADO	21306	243934	1375
105	MD / ME	1° CAT	0	0	-	260,43	6436,11	COMPACTADO	21306	250370	1375
105+4.77	MD / ME	1° CAT	0	0	-	200,4	8016	COMPACTADO	21306	258386	1375

APÊNDICE 2 – CÁLCULO DAS COMPENSAÇÕES DE CORTES E ATERROS

Partindo-se das definições matemáticas de índice de vazios e porosidade, tem-se:

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$$

$$n = \frac{e}{1 + e}$$

Onde e é o índice de vazios e n é a porosidade.

O peso específico dos sólidos do solo da área da jazida, determinado em laboratório, é igual a 29.6 kN/m^3, enquanto que o peso específico seco do material natural é igual a 11.5 kN/m^3, correspondendo a um índice de vazios natural igual a 1.56.

O peso específico seco do material compactado na umidade ótima na energia Proctor normal é igual a 14.4 kN/m^3, correspondendo à um índice de vazios igual a 1.0165. Uma vez que o volume de sólidos do material do corpo do aterro é igual ao volume de sólidos do material na área de empréstimo, sabendo-se o volume de aterro a ser compactado pode-se estimar o volume de empréstimo correspondente e vice-versa.

Portanto, o volume de corte de material natural ao longo da PPD igual a 44.261m^3 corresponderá a 35.000m^3 de aterro compactado.

Uma vez que o volume total de aterro compactado é igual a 333.257m^3, descontando-se a contribuição dos volumes compactados com o material proveniente dos cortes ao longo da faixa de pista, alcança-se um volume igual a 298.527m^3 de aterro que deverá ser suprido pela jazida. O volume correspondente de material natural a ser extraído da área de empréstimo, então, é igual a 378.988m^3.

A razão entre os volumes de material compactado e de material natural é igual a 0.7877, indicando um efeito de diminuição de volume igual a 21% entre o volume explorado e o volume compactado.

Para efeito da estimativa da quantidade de viagens de caminhão para transporte do material, deve-se utilizar uma taxa de empolamento do material escavado igual a 38%, ou seja, a quantidade de viagens de caminhão deverá ser definida baseando-se em um volume corrigido de corte igual a 584.084m^3 [igual a 1.38*(378.988+44.261)].

01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE 01 DA SAC	20/05/2020	EDA		
00	EMISSÃO INICIAL	20/01/2020	EDA		
REV	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVO

Contratante: PREFEITURA DE CAÇADOR

Contratada: INFRAERO AEROPORTOS

Sítio

AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES (SC)

Data JANEIRO / 2020	Área do sítio **GERAL**
Autores — CAU / CREA / UF JÚLIO A. AMARANTES JR. — 118.237-9/SC	Especialidade / Subespecialidade **INFRAESTRUTURA**
Validador — Rubrica MATHEUS G. SCHELIN	Tipo / Especificação do documento **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - GEOTECNIA E TERRAPLANAGEM**
Aprovador — Rubrica ADELCIO CORREA GUIMARÃES FILHO	Tipo de obra: **CONSTRUÇÃO** Classe Geral do projeto: **PROJETO BÁSICO**
Rubrica do (s) Autor (es)	Codificação **CD.02/104.92/00013/01**

SUMÁRIO

1. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES 3
2. INTRODUÇÃO 4
3. SERVIÇOS DE GEOTECNIA E TERRAPLENAGEM 5
3.1. LIMPEZA E PREPARO DO TERRENO 5
3.2. ESCAVAÇÕES 7
3.3. ATERROS COMPACTADOS E ATERROS ESTRUTURADOS COM REFORÇOS GEOSSINTÉTICOS 10
3.4. BOTA-FORA 19
3.5. RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS COM GRAMA ARMADA 21

1. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- CD.02/104.93/00023– Planta Geral - DMT
- CD.02/104.07/00025– Detalhes
- CD.02/104.20/00015 – Seções transversais – Estacas 0 a 15
- CD.02/104.20/00016 – Seções transversais – Estacas 16 a 28
- CD.02/104.20/00017 – Seções transversais – Estacas 29 a 42
- CD.02/104.20/00018 – Seções transversais – Estacas 43 a 56
- CD.02/104.20/00019 – Seções transversais – Estacas 57 a71
- CD.02/104.20/00020 – Seções transversais – Estacas 72 a 83
- CD.02/104.20/00021 – Seções transversais – Estacas 84 a 96
- CD.02/104.20/00022 - Seções transversais – Estacas 97 a 105
- CD.02/103.01/00005 - Locação de sondagens
- CD.02/103.01/00007 - Aterro Reforçado com Geogrelha – Seções Estacas 21 a 24
- CD.02/103.01/00008 - Aterro Reforçado com Geogrelha – Seções Estacas 25 a 27
- CD.02/103.01/00009 - Aterro Reforçado com Geogrelha – Seções Estacas 28 a 31
- CD.02/103.01/00006 - Aterro Reforçado com Geogrelha – Planta de Escavação

2. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar à EMPRESA BRASILEIRA DE INFRA-ESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – INFRAERO – a especificação técnica dos serviços de geotecnia e terraplenagem, referente a elaboração do projeto básico de adequação da faixa de pista do Aeroporto Carlos Alberto da Costa Neves, localizado no município de Caçador, estado de Santa Catarina.

Os serviços deverão ser realizados obedecendo estritamente e integralmente os projetos fornecidos pelo CONTRATANTE, a fim de que sejam respeitados os objetivos e conceitos de engenharia considerados, sejam eles aspectos funcionais, técnicos ou econômicos.

3. SERVIÇOS DE GEOTECNIA E TERRAPLENAGEM

O projeto de geotecnia e terraplenagem foi elaborado a partir do projeto geométrico, das sondagens realizadas e dos ensaios de laboratório realizados com amostras indeformadas e deformadas dos materiais do sítio aeroportuário.

Esta especificação refere-se aos serviços de terraplenagem, tendo como base a instrução de serviço ISA-07 e o do Manual de Implantação Básica do antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER, atual Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre – DNIT.

3.1. LIMPEZA E PREPARO DO TERRENO

Esta especificação fixa as condições de execução e controle dos serviços de limpeza e preparo das áreas destinadas às obras, visando a capina de plantas rasteiras e remoção do solo orgânico e das obstruções porventura existentes, tais como: tocos, raízes, entulhos e matacões, antecedendo aos serviços de terraplenagem**.**

3.1.1. Equipamento

Os serviços devem ser executados mediante a utilização de equipamentos adequados, complementados com o emprego de serviços manuais. Os equipamentos serão definidos em função da densidade e do tipo de vegetação local, dos tipos das obstruções presentes e dos prazos exigidos à execução da obra.

3.1.2. Execução

Fundamentados nos dados de projetos existentes, competem à CONTRATADA, assistida pela FISCALIZAÇÃO, os serviços topográficos, tais sejam: locação, nivelamento e seccionamento transversal, bem como a marcação dos off-sets e seus respectivos nivelamentos.

A CONTRATADA deverá assegurar, às suas expensas, a proteção e a conservação de todas as referências, efetuar as relocações indispensáveis nas diversas

etapas de serviços ou a aviventação de outros elementos que se fizerem necessários, devendo preservar os elementos de composição paisagística.

A limpeza do terreno, nas áreas definidas e indicadas no relatório de geotecnia e terraplenagem, deverá ser realizada observando a remoção de toda a vegetação superficial existente, inclusive tocos e raízes. A espessura média a ser considerada na área de intervenção das obras será de 20 cm em razão da existência somente de esparsa vegetação rasteira. No caso da existência de tocos e blocos de rocha será considerada a espessura média de 60 cm. Todos os matacões localizados ao longo dos taludes atuais da faixa de pista também deverão ser removidos.

Os serviços de remoção dos blocos rochosos de dimensões métricas deverão ser precedidos de desmonte mecânico dos respectivos blocos através de britador hidráulico acoplado à escavadeira hidráulica.

Os serviços de limpeza do terreno junto à obra devem ser executados até 3 m além das estacas de amarração (off-sets).

O material proveniente da limpeza do terreno deverá ser estocado em bota-fora provisório, situado adjunto ao sítio aeroportuário a ser definido pelo projeto executivo.

Ao final da limpeza do terreno, as faces dos taludes atuais da faixa de pista deverão apresentar aspecto geométrico homogêneo.

3.1.3. Preservação Ambiental

Nas operações de limpeza do terreno deverão ser adotadas medidas de proteção ambiental, tais que:

- O material decorrente das referidas operações, executados dentro dos limites da área a ser trabalhada, deverá ser retirado e estocado de forma que o solo orgânico seja reutilizado, reintegrando-se à paisagem.
- O local de bota-fora será definido dentro da área de empréstimo adjunta ao sítio aeroportuário em região a ser definida pelo projeto executivo.
- Não é permitido o uso de explosivos para remoção de troncos de árvores nem desmonte de blocos rochosos com volumes inferiores a $2m^3$. Outros obstáculos, sempre que possível, serão removidos por meio de equipamento convencional, mesmo que com certo grau de dificuldade, objeto de criteriosa análise e metodologia adequada.

3.1.4. Controle

O controle das operações de limpeza do terreno deve ser feito por apreciação visual da qualidade dos serviços.

3.1.5. Medição

O preparo da área destinada à obra abrange os serviços de limpeza do terreno, que serão medidos, para fins de acompanhamento, em função da área efetivamente trabalhada, ou seja, em METRO QUADRADO.

O fator de empolamento não será objeto de medição tanto no volume escavado e/ou removido, quanto no transporte de material, devendo ser considerado por ocasião da composição dos preços dos serviços.

3.2. ESCAVAÇÕES

Esta especificação fixa as condições de execução e controle de escavação de:

- material de 1ª categoria, constituinte do terreno natural e aterros existentes, para rebaixá-lo até o nível da base dos taludes estruturados de terraplenagem a ser fixado no projeto executivo, incluindo a remoção de camada de solo mole especificada conforme projeto;
- material de 2ª categoria, constituinte do terreno natural, para rebaixá-lo conforme projeto geométrico de ajuste da faixa de pista;
- matéria de jazida para execução dos aterros estruturados.

3.2.1. Materiais

A caracterização do terreno natural, estabelecida no Projeto Geotécnico e de Terraplenagem se distribuirá, para efeitos deste projeto em materiais de 1ª e 2ª categorias e remoção de solos orgânicos superficiais.

Conforme apresentado no memorial, o material de escavação é caracterizado preponderantemente por argilas siltosas e siltes argilosos. Esta camada se apresenta

com espessura variando entre 1,5m a 12m aproximadamente ao longo de toda faixa de pista.

Na região de sopé do aterro da margem direita da faixa de pista atual, poderá ser observada a presença eventual de blocos de rocha de dimensões variando de decimétrica à métrica.

Para suporte dos aterros estruturados de conformação da faixa de pista, é mandatória a remoção total dos blocos de rocha dispersos à superfície com dimensões superiores a 1dm^3. Essas áreas de remoção serão substituídas por material de 1ª categoria, devidamente compactado conforme indicado nos respectivos desenhos.

A base dos aterros localizados na região das Estacas 97, 98 e 99, em ambas as margens, e na margem direita da Estaca 58, que por ventura se localizem sobre a projeção dos açudes, serão constituídos mandatoriamente por pedra detonada e rachão proveniente do desmonte hidráulico do talude rochoso nas proximidades da estaca 10 do projeto geométrico. Os materiais moles que porventura possam estar presentes nas margens desses açudes deverão ser removidos e substituídos por rachão.

3.2.2. Equipamento

A escavação deve ser executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilitem a execução dos serviços de acordo com as condições especificadas e a produtividade requerida.

Os equipamentos a serem empregados na escavação e transporte dos materiais de 1ª categoria constituem-se de:

- trator de lâmina sobre esteiras,
- pá carregadeira,
- retroescavadeira sobre esteiras,
- caminhões basculantes.

Alternativamente, poderão ser empregados motoscrapers auxiliados por trator de lâmina sobre esteiras, para escavação e transporte do material da jazida aos locais dos aterros estruturados.

Os equipamentos a serem empregados na escavação dos materiais de 2ª categoria constituem-se de:

- trator de lâmina sobre esteiras,
- pá carregadeira sobre esteiras ou pá carregadeira sobre pneus protegidos por malha de aço,
- retroescavadeira sobre esteiras acoplada com britador hidráulico,
- retroescavadeira sobre esteira com concha,
- caminhões basculantes.

3.2.3. Execução

A escavação deve ser precedida da execução dos serviços de limpeza do terreno e deve ser executada de acordo com os elementos técnicos fornecidos à CONTRATADA e constantes das notas de serviço a serem elaboradas em conformidade com o projeto.

A escavação deve ser executada de acordo com a previsão da utilização adequada ou da rejeição dos materiais extraídos.

Somente devem ser aproveitados na construção dos aterros os materiais que, pela classificação e caracterização efetuadas nos cortes, sejam compatíveis com as especificações constantes do projeto.

Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados nos cortes, para a confecção de aterros em área de regularização, deve ser procedido o depósito dos referidos materiais, para sua oportuna utilização em local a ser definido pelo projeto executivo aprovado pela Fiscalização.

O material excedente, que não se destinar ao fim indicado no parágrafo anterior deve ser removido para local de bota-fora em área a ser definida pelo projeto executivo, ficando a CONTRATADA responsável pela carga, transporte, descarga, espalhamento e compactação do material no bota-fora adjunto ao sítio aeroportuário, assim como o revestimento vegetal.

3.2.4. Controle

O controle geométrico da execução dos serviços deve ser realizado através de topografia, considerando os elementos geométricos de projeto.

Admite-se uma variação de dimensões de **cortes** iguais a:

- +/- 0,05 m (5cm) na altura e + 0,20 m (20cm) na largura;

- Não é permitida variação negativa para a largura (profundidade) do corte.

3.2.5. Medição

As escavações serão medidas em metros cúbicos (m³) cubado efetivamente com base em apoio topográfico, seguindo o método de “média das áreas” e conforme distâncias médias de transporte – DMT.

3.3. ATERROS COMPACTADOS E ATERROS ESTRUTURADOS COM REFORÇOS GEOSSINTÉTICOS

Todos os aterros constituintes da conformação da faixa de pista são aterros compactados ou aterros estruturados.

Esta especificação fixa as condições de execução e controle dos aterros compactados e dos aterros estruturados com reforços geossintéticos, que são parte dos serviços de terraplenagem.

A implantação dos aterros compactados requer:

- o transporte e depósito de materiais provenientes de empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto (off-sets), que definem o terrapleno;
- a verificação e ajuste de umidade, homogeneização e compactação do material transportado nas especificações de projeto.

A implantação dos aterros estruturados requer:

- A instalação dos sistemas de drenagem interna dos aterros estruturados (conforme definido em projeto executivo)
- o transporte e depósito de materiais provenientes de empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto (off-sets), que definem o terrapleno;
- a instalação dos reforços geossintéticos nas dimensões especificadas em projeto;
- ajuste de umidade, homogeneização e compactação do material transportado nas especificações de projeto.

A cava resultante da escavação dos solos moles que porventura possam ocorrer nas regiões próximas às margens e na projeção dos açudes dos aterros localizados ao

longo da margem esquerda e direita das Estacas 97, 98 e 99 e ao longo da margem direita da Estaca 58, será preenchida com pedra detonada e rachão proveniente do desmonte mecânico em rocha a ser realizado nas proximidades da Estaca 10.

O preenchimento com pedra detonada do aterro da margem esquerda das Estacas 97, 98 e 99 e do aterro da margem direita da Estaca 58 deverá ser executado até o nível da água. Subsequentemente o aterro nessas regiões deverá ser executado com rachão até a cota prevista em projeto. Entre a última camada de rachão e a primeira camada de aterro com material argiloso, deverá ser executada uma camada de brita graduada simples (BGS) de aproximadamente 20cm. Acima dessa cota, o aterro compactado deverá ser constituído por material de 1ª categoria.

O aterro da margem direita das Estacas 97, 98 e 99 deverá ter suas primeiras camadas constituídas por rachão conforme indicado em projeto.

As operações de execução compreendem umedecimento ou aeração homogeneizada e compactação de materiais oriundos de escavações para:

- constituição do corpo do aterro, até 0.6m abaixo da cota correspondente ao topo de terraplenagem;
- constituição da camada final do aterro, na espessura de 0.6m até a cota correspondente ao greide de terraplenagem;
- eventual substituição dos materiais de qualidade inferior, previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros.

3.3.1. Materiais de Aterro

Os materiais serão objeto de fornecimento pela CONTRATADA ou do próprio local.

Os solos devem ser isentos de matéria orgânica, micácea e diatomácea.

Na execução do corpo dos aterros não deve ser permitido o emprego de solos com capacidade de suporte (CBR) inferior ao indicado no projeto e de expansão superior a 2% e a camada será compactada de acordo com a energia indicada no projeto.

A camada final de terraplenagem deve ser constituída de solos com capacidade de suporte (CBR) maior ou igual a aquela definida no projeto e de expansão inferior ou igual ao de projeto (2%), compactados a energia de projeto.

Os aterros sobre solos compressíveis devem ser executados através do lançamento do aterro após a remoção do solo compressível.

Os aterros sobre a projeção do açude deverão ser executados por conquista a partir da margem do mesmo.

3.3.2. Equipamento

A execução deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendendo as condições locais e a produtividade exigida. Os equipamentos envolvidos (não limitados a) são:

- tratores de lâmina,
- motoscrapers,
- caminhões basculantes,
- caminhão tanque irrigador de água,
- pá-carregadeira,
- motoniveladoras,
- rolos lisos,
- mini rolo liso tipo “Bobcat”
- rolos de pneus,
- rolos pés-de-carneiro, estáticos ou vibratórios,
- trator com arado de disco,
- trator com grade.

3.3.3. Execução de Aterro Compactado

A execução deve observar os elementos técnicos fornecidos à CONTRATADA em conformidade com o projeto geotécnico.

A operação deve ser precedida da execução dos serviços de limpeza do terreno e da escavação dos “panos” de solo e/ou execução de fundação de aterro em pedra tipo rachão ou enrocamento, conforme indicado no projeto.

Após a descarga do material transportado, deverá ser realizado o espalhamento em camadas, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração e compactação do corpo do aterro até o greide de terraplenagem.

O lançamento das camadas de solo argiloso para compactação não deve ultrapassar:

- 0.30m para o corpo do aterro compactado e de 0.20m para as camadas finais de terraplenagem, devendo ser executados em panos com extensão que permitam a compactação dentro da umidade especificada em projeto;
- Antes do lançamento de uma nova camada, deve-se proceder com a escarificação da superfície compactada da camada anterior;
- É obrigatório o emprego de rolo compactador tipo pé de carneiro para compactação dos materiais argilosos e silto-argilosos;
- Deve-se executar um aterro experimental para ajuste da velocidade de passada do rolo compactador e número de passadas necessárias para atingir as especificações de projeto.
- Todos os aterros compactados deverão atender a compactação de 100% da energia Proctor Normal, verificado através do Método DNER-ME 049, com 100% na energia Proctor Normal.

3.3.4. Execução de Aterro Estruturado

A execução deve observar os elementos técnicos fornecidos à CONTRATADA em conformidade com o projeto geotécnico.

A operação deve ser precedida da execução dos serviços de limpeza do terreno e da escavação dos “panos” de solo e/ou execução de fundação de aterro em pedra tipo detonada ou rachão, conforme indicado no projeto, incluindo a instalação de sistema de drenagem interno conforme descrito em projeto específico.

As geogrelhas deverão ser identificadas por tipo e lote de fabricação e armazenadas ao abrigo do sol. Cada lote deverá ser testado por laboratório independente do usado pelo fabricante do produto para confirmação das características de resistência à tração longitudinal e transversal do produto, bem como de módulo de elasticidade. Caso o lote testado não atenda às especificações de projeto, este deverá ser recusado e substituído às expensas da CONTRATADA.

Todas as geogrelhas de reforço deverão ser em poliéster de alto módulo de elasticidade (E_{min} = 1900MPa) com capacidade última de carga de tração longitudinal igual a 300 kN/m e capacidade de carga transversal igual a 10% da carga longitudinal.

As geogrelhas de reforço deverão ser instaladas observando comprimentos e sobreposições conforme definidas em projeto, dentro dos limites definidos de controle de variação geométrica dos reforços.

As braçadeiras plásticas de ligação entre reforços deverão ser instaladas dentro dos limites de variação geométrica definidos abaixo.

O material do corpo do aterro somente poderá ser descarregado após a inspeção da disposição e amarração das geogrelhas, com respectiva anuência e liberação pela FISCALIZAÇÃO. O processo de lançamento do material sobre o reforço deverá ser executado de modo que se minimize o risco de dano físico à geogrelha.

Caso seja observado dano ao reforço, tais como rasgo, desprendimento entre longarinas e transversinas (costelas), o reforço danificado deverá ser substituído por outro intacto.

Após a descarga do material transportado, deverá ser realizado o espalhamento em camadas, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração e compactação do corpo do aterro até o nível de instalação da próxima camada de reforço.

Antes da instalação da próxima camada de reforço, deve-se proceder com a escarificação da superfície da camada anterior de modo a possibilitar a melhor aderência geogrelha-solo compactado.

Deve-se utilizar rolo compactador em miniatura (de preferência controlado remotamente) para compactação do material do aterro junto a crista do talude.

O lançamento das camadas de solo argiloso para compactação não deve ultrapassar 0.25m para o corpo do aterro estruturado, devendo ser executados em panos com extensão que permitam a compactação dentro da umidade especificada em projeto.

Todos os aterros estruturados deverão atender o grau de compactação igual à 100% da energia Proctor intermediário.

O sistema de proteção de face dos taludes, designado de grama armada, deverá ser instalado concomitantemente à subida do aterro estruturado.

3.3.5. Execução de Fundação de Aterro com Pedra Detonada e Rachão na região dos açudes

Entende-se por pedra detonada o produto total da britagem primária constituídos de fragmentos duros duráveis com dimensões superiores a 6” e inferiores a 1m.

Entende-se por pedra tipo rachão, o produto total da britagem primária, constituído de fragmentos duros duráveis, livres de excesso de: (a) partículas lamelares, alongadas, macias ou de fácil desintegração; (b) matéria orgânica e outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

O diâmetro máximo da pedra tipo rachão deve estar com granulometria compreendida entre 4” (aproximadamente 10cm) e 6” (aproximadamente 15cm). A pedra tipo rachão deve satisfazer uma das faixas granulométrica da Tabela 1.

Tabela 1 – Faixas Granulométricas do Rachão

Peneira de Malha Quadrada		% em massa que passa
ASTM	mm	A
6"	152,4	100
4"	101,6	90 - 100
3"	76,2	65 - 80
2"	63,5	15 - 55
1"	25	65 - 90
n°4	4,8	35 - 70
n°10	2	-
n°200	0,075	0 - 20

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

Deve-se utilizar rolo liso vibratório para compactação dos materiais granulares. É vetado o uso de escavadeiras para compactação dos materiais lançados.

Durante todo o tempo de execução da camada, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da CONTRATADA a responsabilidade desta conservação.

Não é admitida a complementação da espessura desejada pela adição excessiva de finos, os quais, acumulados sobre o agregado graúdo, possibilitam o aparecimento de trincas, escorregamentos e deformações no revestimento.

Além do preenchimento da cava do açude com pedra detonada, será necessário agulhamento de rachão sobre o enrocamento com espessura média de 0,40m e posterior fechamento da camada de rachão com uma camada de brita graduada simples (BGS).

3.3.6. Fechamento da Camada de Pedra Rachão com Brita Graduada Simples

A camada de brita graduada simples (BGS) deve ser executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

Os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

Para garantir que seja atendido o critério de filtro de Terzaghi, a curva granulométrica da BGS deve se enquadrar em uma das faixas especificada na Tabela 2.

A faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer a tolerância indicada para cada peneira na Tabela 2, porém sempre respeitando os limites da faixa granulométrica adotada.

A porcentagem do material que passa na peneira n° 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira n° 40.

O espalhamento da BGS deve ser efetuado pela ação da motoniveladora, podendo opcionalmente ser utilizado o distribuidor de agregados a critério da CONTRATADA, em espessura de 10 cm seguida de compactação para penetração na camada de pedra rachão.

É proibida a execução de camadas de brita graduada simples em dias chuvosos.

Tabela 2 - Faixas Granulométricas da Brita Graduada Simples

Peneira de Malha Quadrada		% em massa que passa	
ASTM	mm	A	B
3"	76,2	100	100
2 1/2"	63,5	90 - 100	-
2"	50		90 - 100
1"	25	65 - 90	70 - 100
n°4	4,8	35 - 70	-
n°10	2	-	25 - 55
n°200	0,075	0 - 20	0 - 10

3.3.7. Preservação Ambiental

Na execução dos serviços, as providências a serem tomadas visando a preservação do meio-ambiente referem-se à execução de dispositivos de drenagem e proteção vegetal dos taludes, previstos no projeto, para evitar erosões e consequente carreamento do material.

Deverão ser instaladas barreiras filtrantes junto às regiões de mananciais de modo a evitar o carreamento e assoreamento dos cursos d'água perenes existentes na região de influência da obra.

3.3.8. Controle Tecnológico

O controle tecnológico deverá ser ajustado conforme o rigor dos trabalhos e a variabilidade dos materiais observados no campo sem, contudo, ser inferior a:

- um ensaio de compactação (NBR 7182 ou DNER ME 129/94), para determinação da massa específica aparente seca máxima com a energia de Proctor Modificado e grau de especificação indicada no projeto, para cada 500 m³ de um mesmo material (corpo do aterro) e para cada 100 m³ de um mesmo material (camada final de terraplenagem), no mínimo, dois ensaios por dia;
- uma determinação do teor de umidade pelo método DNER-ME 52/94 ou DNER-ME 88/94, utilizando pelo menos 3 amostras coletadas a cada 500 m² de área, imediatamente antes da compactação (corpo do aterro e camada final de terraplenagem);
- um ensaio para determinação da massa específica aparente seca, in situ, após compactação, pelo método DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 037/94 para cada 500 m³ de material compactado (corpo do aterro e camada final de terraplenagem), nos locais onde forem coletadas amostras para o ensaio referido na alínea "a";
- um ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente segundo os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 80/94) para o corpo do aterro, para cada grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação indicado na alínea "a"; e para a camada final de terraplenagem, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação indicado na alínea "a";

- um ensaio do Índice de Suporte Califórnia pelo método DIRENG – ME 01/87, para o corpo do aterro, para cada grupo de 10 amostras submetidas ao ensaio de compactação indicado na alínea “a” e para a camada final de terraplenagem, para cada grupo de 4 amostras submetidas ao ensaio de compactação indicado na alínea “a”. O ISC deverá atender a energia e grau de especificação indicada no projeto.

3.3.9. Controle Geométrico

O controle geométrico da execução dos serviços deve ser realizado através de topografia, considerando os elementos geométricos de projeto.

A variação máxima permitida de dimensões dos **aterros compactados** são:

- +/- 0,04m na altura de cada camada compactada;
- + 0,30m na largura da faixa compactada não se admitindo variação negativa.

A variação máxima permitida de dimensões dos **aterros estruturados** são:

- +/- 0,025 m (2.5cm) na altura entre camadas de reforços compactados
- + 0,20 m (20cm) na direção perpendicular à face do talude (profundidade relativa ao comprimento do reforço);
- Não é permitida variação negativa para a largura (profundidade) do corte provisório na saia do aterro atual para implantação do aterro estruturado.
- - 2º de inclinação de face, não sendo permitida a adoção de inclinações superiores a 60º de inclinação de face.

A variação máxima permitida de dimensões em campo dos **reforços em geogrelha** são:

- + 0,05 m (5cm) no comprimento especificado em projeto, não sendo permitida variação negativa no comprimento do reforço.
- + 0,025 m (2.5cm) na sobreposição lateral entre reforços adjacentes, não sendo permitida variação negativa no comprimento de sobreposição entre dois reforços adjacentes;
- +/- 0,05 m (5cm) no posicionamento da distância especificada entre as abraçadeiras de plástico/ nylon de união entre geogrelhas.

3.3.10. Medição

Os aterros serão medidos em metros cúbicos (m^3) cubado efetivamente com base em apoio topográfico.

A execução da fundação de aterros é medida e paga por metro cúbico (m^3) de camada acabada, com base nas medidas das seções transversais da cava, considerando a cota de fundo o limite da remoção.

As camadas de fundação possuem espessuras variadas de modo a acomodar e confinar a presença de água local, sendo que o espalhamento e agulhamento, no caso de pedra rachão, não serão objeto de medição, devendo ser considerado por ocasião da composição dos preços dos serviços.

3.4. BOTA-FORA

Os materiais excedentes de terraplenagem e aqueles inadequados aos fins da construção deverão ser removidos para áreas de bota-fora dentro do sítio aeroportuário em área a ser definida pelo projeto executivo.

3.4.1. Equipamentos

A execução dos aterros de bota-fora deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidos as condições locais e a produtividade exigida.

Na construção dos aterros poderão ser empregados os seguintes equipamentos:

- tratores de lâmina,
- motoscrapers,
- caminhões basculantes,
- motoniveladoras,
- rolos lisos, rolos de pneus ou rolos pés-de-carneiro, estáticos ou vibratórios.

3.4.2. Execução

A execução do bota-fora deverá ser autorizada pela fiscalização.

A operação deve ser precedida da execução dos serviços de limpeza do terreno, escavação, camada drenante ou execução de rachão se necessário;

O bota-fora, sempre que possível, será executado de modo a diminuir a inclinação das saias dos aterros.

O bota-fora deverá ser objeto de acabamento adequado, não se admitindo a execução de bota-fora em forma de monte.

O acabamento do bota-fora constituirá no espalhamento do material, de modo que a superfície final obtida pareça pertencer ao terreno primitivo;

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal. A espessura da camada lançada de material solto não deverá ultrapassar 0,30 m. A compactação do material será obtida durante o espalhamento do material na plataforma através do tráfego dos veículos, sendo assim recomendável utilizar equipamentos pesados;

Durante a construção, os serviços já executados devem ser mantidos com boa conformação e permanente drenagem superficial;

Os taludes serão protegidos mediante construção à montante, manual ou mecanicamente, de preferência antes do início da escavação, de valetas coletoras de águas superficiais, com seção transversal menor e quase igual a 0,40 m^2;

As áreas de bota-fora deverão receber uma proteção vegetal com o objetivo de evitar erosões e a ocorrência de poeira junto às pistas.

Todos os custos dos serviços listados acima correrão por conta da CONTRATADA, não sendo objeto de medição, apenas considerados por ocasião da composição dos preços dos serviços.

3.4.3. Preservação Ambiental

De preferência, deve-se localizar o bota-fora temporário dentro da área de empréstimo de material. Não deverão ser utilizadas como bota-fora definitivos, áreas localizadas em reservas florestais e/ou ecológicas, de preservação cultural, ou mesmo nas suas proximidades.

O bota-fora incorporado ao corpo de aterro deverá ser executado durante a construção do mesmo e devidamente compactado.

O bota-fora em alargamento de aterros deverá ser compactado com a mesma energia utilizado no corpo dos aterros.

Os taludes deverão ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos.

Os bota-foras deverão ser executados de forma a evitar que o escoamento da água pluvial possa carrear o material depositado, causando assoreamentos.

Deverá ser feita recuperação vegetal da área de obra com plantio de grama a fim de incorporá-la a paisagem local.

O bota-fora deverá atender o contido na Resolução CONAMA Nº 307 de 05/07/2002.

3.4.4. Medição

Para efeito de medição, considera-se o volume em METRO CÚBICO de material espalhado em bota fora, incluindo todos os serviços de execução do bota-fora e em METRO CÚBICO de material a ser utilizado para a execução do aterro lançado, com grau de compactação da ordem de 80% do Proctor Normal, incluindo todos os serviços de execução do aterro lançado.

O plantio de grama para proteção vegetal deverá ser medida em METRO QUADRADO.

O fator de empolamento não será objeto de medição tanto no volume escavado e/ou removido, quanto no transporte de material, devendo ser considerado por ocasião da composição dos preços dos serviços.

3.5. PROTEÇÃO DAS FACES DOS TALUDES ESTRUTURADOS COM GRAMA ARMADA (PLACA DE TELA VERDE)

Revestimento vegetal a ser implantado em taludes estruturados e cuja fixação deve ser feita através de telas colocadas sobre a grama em placas, e devidamente fixadas na superfície dos taludes.

3.5.1. Materiais

Os materiais a serem utilizados são:

- placas de grama em leivas;
- adubos específicos;
- estacas de madeira, para fixação;
- telas plásticas, metálicas ou vegetais;
- solo vegetal

3.5.2. Equipamentos

A executante deve prever a utilização dos seguintes equipamentos:

a) placas vibratórias ou sapos mecânicos;
b) caminhões para transportes de materiais;
c) caminhão irrigador;
d) ferramentas manuais.

3.5.3. Execução

A utilização destas telas é indicada quando o talude apresenta inclinação acentuada, isto é, maior que 45º, que possam provocar escorregamentos precoces das placas de grama antes dos seus enraizamentos na superfície do terreno. As telas podem ser plásticas, metálicas ou vegetais com malhas e formatos específicos.

A superfície do talude a receber a grama armada deve estar perfeitamente limpa, isenta de pragas e gramíneas superficiais, bem como de detritos sólidos.

A seguir, deve ser iniciada a fase de preparo de solo com adubação e correção de pH da superfície do talude limpo.

A seguir deve ser iniciada a colocação das placas de grama, devidamente fixada por estacas de madeira, convenientemente espaçadas.

Depois deve-se proceder a colocação e fixação da tela sobre o revestimento vegetal, após a colocação das leivas.

Finalmente a cobertura com solo vegetal, preferencialmente argila vermelha.

Deve-se proceder a irrigação do talude, sem ocorrência de saturação, para promover o enraizamento e a pega da grama devidamente solidarizado pela tela, em todo o período de obras.

Estes procedimentos, também devem ser seguidos e obedecidos quando a área de revestimento for talude sem proteção.

3.5.4. Controle

Os serviços não são objetos de controle específico, devendo a executante verificar em caráter visual a qualidade das obras executadas em termos de efetuar a adequada proteção do talude, projetado ou existente.

3.5.5. Aceitação

A aceitação dos serviços é feita através do acompanhamento e apreciação visual por parte da fiscalização, inclusive até a pega final.

3.5.6. Preservação Ambiental

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira, da segurança viária e dos funcionários. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente a serem observados no decorrer das operações destinadas à implantação da grama armada.

Durante a execução devem ser conduzidos os seguintes procedimentos:

a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder à liberação ambiental de acordo com a legislação vigente;
d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes, ou combustíveis não sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
e) todos os resíduos de materiais utilizados devem ser recolhidos e dada a destinação apropriada;

f) todos os resíduos de lubrificantes, ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção, ou na operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;
g) não pode ser efetuado o lançamento de refugo de materiais utilizados nas áreas lindeiras, no leito dos rios e córregos e em qualquer outro lugar que possam causar prejuízos ambientais;
h) as áreas afetadas pela execução das obras devem ser recuperadas mediante a limpeza adequada do local do canteiro de obras e a efetiva recomposição ambiental;
i) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

3.5.7. Medição e Pagamento

Os serviços são medidos por METRO QUADRADO (m²) de área revestida, recebida e aceita pela fiscalização.

O solo de cobertura deve ser medido em METRO CÚBICO (m3), cujo volume é obtido pelo produto da área revestida pela espessura de cobertura especificada em projeto.

A grama armada é paga conforme o respectivo preço unitário contratual, no qual estão inclusos: transporte, materiais, solo de cobertura, irrigação, perdas, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços e outros recursos utilizados na execução dos serviços.

É medido 80% da área plantada na medição, e os 20% restantes deve ser medido após a efetiva pega da grama, atestada pela fiscalização do departamento de estradas de rodagem (DER) do estado em que se situa a obra.