

Nº Doc. 093/2019.

Brasília, 31 de julho de 2019.

Ilmo. Sr.

CICERO CARLOS GOMES DE LACERDA

MD Executor do Contrato nº 015/2014

Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal – SLU/DF

Brasília – DF

Ilmo. Sr.

JOÃO BOSCO ELIAS RABELO

MD Executor do Contrato nº 015/2014

Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal – SLU/DF

Brasília – DF

Ref. Contrato 015/2014

ASSUNTO: ENCAMINHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DA 2ª ETAPA DO ASB E RESPOSTA AO OFÍCIO SEI-GDF Nº 23/2019 - SLU/PRESI/DILUR/GERAT/NUASA

CONSÓRCIO GAE / CONSTRURBAN / DBO (CONSÓRCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL), tendo como líder a empresa GAE Construção & Comércio Ltda, com sede na Rua 31, nº 150, Jardim Goiás, Goiânia – GO, inscrita no CNPJ 02.083.764/0001-13, por seu preposto que a este assina, vem à digna presença de Vossas Senhorias encaminhar o projeto da 2ª Etapa do Aterro Sanitário de Brasília com as devidas correções solicitadas e tempestiva resposta ao Ofício SEI-GDF Nº 23/2019 - SLU/PRESI/DILUR/GERAT/NUASA.

Na sequência o CONSÓRCIO, apresentará os esclarecimentos item a item, constantes no Ofício SEI-GDF nº 23/2019 - SLU/PRESI/DILUR/GERAT/NUASA e Manifestação de Pendências SEI-GDF nº 43/2019 - IBRAMPRESI/SULAM/DILAM-III (25409819), vejamos:

"Item 1.1

1.1 Informar se os valores apresentados no Quadro 2 do Documento 25249167 foram determinados na área antes ou depois da escavação, bem como informar a profundidade prevista para a escavação, não explicitada no memorial descritivo, nem nas plantas de corte.

...

Dessa forma, uma melhor avaliação deve ser feita com relação às condições geotécnicas."

Em atendimento a solicitação acima transcrita, cumpre evidenciar que foram complementadas no "QUADRO 2", as informações relativas aos dados de cota de terreno, no ponto de sondagem e as informações em cota de profundidade do lençol freático.

Quanto a avaliação em relação as condições geotécnicas, apresenta-se documentação anexa, a qual contém a "Revisão 2" do Projeto Executivo. Seguem ainda, os esclarecimentos técnicos da GEOTECH, consultoria responsável pelo acompanhamento geotécnico do Aterro, cuja conclusão segue abaixo:

"Portanto, reitera-se que o projeto em questão atende aos condicionantes hidrogeológicos contidos na norma NBR 13.896:97, que determina que, obrigatoriamente, entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada de solo de espessura mínima de 1,50 m com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s."

O "Item 1.2" do Ofício SEI-GDF nº 23/2019 - SLU/PRESI/DILUR/GERAT/NUASA e Manifestação de Pendências SEI-GDF nº 43/2019 - IBRAMPRESI/SULAM/DILAM-III (25409819), traz ainda o seguinte:

"Item 1.2

1.2 Incluir as dimensões na legenda da planta de corte constante no documento 25249479.

Motivo: A planta apresenta os detalhamentos, no entanto, não constam as dimensões e distanciamentos das camadas e dispositivos."

Cumpre aduzir que todas as plantas que indicam cortes (que se referem a camadas e dispositivos), foram revisadas e incluídas as dimensões, no que foi possível.

"Item 1.3

1.3 Apresentar aprovação do projeto da Etapa 2 do ASB pela diretoria técnica do SLU, bem como versão final do projeto, caso sofra alterações.

Motivo: Em reunião realizada dia 15/07/2019 no ASB constatou-se que o projeto apresentado ao IBRAM carece de aprovação pela diretoria técnica, dessa forma, passível de alterações."

Resta esclarecer que o projeto foi aprovado pela SLU, via do Ofício SEI-GDF nº 1301/2019 - SLU/PRESI, com as devidas considerações de modificação de apenas alguns pontos do memorial.

"Item 1.4

1.4 O projeto proposto deve abranger sistema de detecção de vazamento de percolado sob o sistema artificial de impermeabilização, bem como deve prever a realização de testes de estanqueidade antes de sua entrada em operação. O projeto deve informar ainda como será testado o desempenho do sistema de impermeabilização durante sua vida útil."

Ressalta-se que o Projeto prevê a construção dos drenos sub superficiais ou Dreno Testemunho (Detecção de vazamento), ou seja, o sistema descrito foi projetado acima no nível do lençol freático, atuando ao longo de toda a área da base do Aterro, situando-se logo abaixo da camada de impermeabilização artificial. Assim, sob todo o aterro estará presente uma malha de drenos, que atuará como testemunho das condições de impermeabilização da base do maciço, uma vez que qualquer líquido proveniente de eventual vazamento será direcionado para os poços de visita, fora da área do mesmo. Por meio de vistorias periódicas, a serem realizadas

nesses dispositivos (as quais serão incluídas no plano de vistoria do Aterro), serão adotados os procedimentos estabelecidos na Norma ABNT 13.896/1997, item 5.2.6¹ no sentido de mitigar o problema, caso seja constatado o aparecimento de percolado no sistema.

Para garantir o desempenho e a durabilidade do sistema de impermeabilização artificial, nos termos do item 5.2.7 da Norma ABNT NBR 13.896/1997, a aquisição, recebimento e instalação dos materiais deverão seguir as Normas ABNT NBR 15.352/2006² e NBR 16.199/2013³.

"Item 1.5

1.5 O projeto deve apresentar a metodologia utilizada para o dimensionamento do sistema de drenagem do percolado, como a definição da declividade (3,23%), altura do colchão drenante (0,80 cm), diâmetro dos drenos guias, granulometria do material drenante. Apresentar simulação hidrodinâmica do percolado ao longo do sistema de drenagem proposto, considerando os horizontes de projeto e verificação hidráulica em seus componentes.

...

- *Para garantir a autolimpeza, deve-se definir uma tensão de arraste média calculada para vazão inicial de percolado (para redes de esgoto adota-se 1Pa como tensão de arraste média verificada por trecho de rede).*
- *A declividade máxima admissível é aquela para qual se tenha velocidade na tubulação igual a 5,0 m/s para a vazão final do percolado.*
- *A lâmina máxima na tubulação deverá ser igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor, calculada para a vazão final do percolado.*

¹ Conforme NBR 13896/97, item 5.2.6:

"5.2.6 Sob o sistema artificial de impermeabilização inferior deve haver um sistema de detecção de vazamento de líquido percolado.

Nota: Se houver aparecimento de líquido no sistema de detecção, o responsável deve:

a) notificar ao OCA dentro de sete dias o aparecimento do problema;

b) analisar a qualidade deste efluente;

c) remover, tratar, se for o caso, e dispor o líquido acumulado;

d) diminuir a níveis aceitáveis o fluxo de líquido percolado, através da recuperação da impermeabilização ou de outras medidas equivalentes."

² ABNT NBR 15352:2006 – Mantas termoplásticas de polietileno de alta densidade (PEAD) e de polietileno linear (PEBDL) para impermeabilização

³ ABNT NBR 16199:2013 – Geomembranas termoplásticas — Instalação em obras geotécnicas e de saneamento ambiental

- *Para vazão final (Q_f) deve ser calculada a velocidade crítica ($V_c = 6 (gRh)^{1/2}$), quando a velocidade final (V_f) é superior a velocidade crítica (V_c), a maior lâmina admissível deve ser 50% do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho. Se a lâmina for superior a 50%, o diâmetro do coletor deverá ser aumentado."*

Para o atendimento desse item, vale esclarecer que foram incluídas as planilhas de dimensionamento da rede de drenagem de percolado, desde a drenagem de base até a tubulação do emissário de percolado. Situação essa, atendida no item 5.6.2 do Relatório de Projeto e por meio do "ANEXO 2b", o qual contém planilha detalhada do dimensionamento hidráulico, constando todas as informações apontadas no Item 1.5, inerente a manifestação de pendências do IBRAM.

Quanto aos demais elementos estão devidamente justificados no Relatório de Projeto.

"Item 1.6

Deve-se adotar série histórica com maior abrangência temporal para a definição da precipitação máxima, o projeto adotou a precipitação máxima de uma série histórica compreendida entre os anos 2006 a 2011. Não se relata o que motivou a escolha desse período, entende-se que se deve utilizar o que existe de série histórica no INMET, inclusive dados mais atuais, no sentido de dar maior confiabilidade e robustez ao dimensionamento proposto. O projeto deve apresentar em forma de gráfico os dados obtidos pela série histórica, de forma a se identificar melhor os pontos críticos de precipitação."

Em atendimento à solicitação supra, inerente a série histórica para o cálculo das vazões de projeto, utilizou-se a máxima precipitação mensal observada entre os anos de 1989 a 2019, conforme dados do INMET⁴, e devidamente registrado no Relatório de Projeto.

⁴ Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Estação: 83377 – Brasília, DF, Latitude: -15.78; Longitude: -47.93; altitude: 1159.54m.

"Item 1.7

1.7 Informar as distâncias verticais das drenagens horizontais intermediárias;"

No detalhamento do projeto, referente as drenagens horizontais intermediárias, há que ser evidenciado que foram devidamente cotadas e estão na "Revisão 2" do Projeto Executivo.

"Item 1.8

1.8 Informar a inclinação dos taludes internos;"

O dado informado nesse item foi corrigido no relatório de projeto uma vez que informação de desenho de projeto estava correta.

"Item 1.9

1.9 Informar os tratamentos previstos para a área que receberá o material de corte, prevendo dispositivos de drenagem pluvial para contenção de sedimentos."

Foi criado uma extensão do sistema de drenagem que irá captar as águas pluviais da área que receberá o material de corte. Ver desenho 14/21.

"Item 1.10

1.10 Determinação da quantidade de carbonato de cálcio no material a ser utilizado para o colchão drenante."

Para implantação dos drenos de percolado, recomenda-se a utilização de pedra britada de gnaiss, granito, basalto, micaxisto ou materiais que sejam resistentes ao percolado e a **não utilização da pedra com composição de CaCO₃ acima de 8,5%⁵**, recomendação essa da Agência Ambiental da Austrália. Além disso, a pedra utilizada deve ser lavada para evitar que o material fino contido nela, seja elemento de causa de obstrução no sistema

⁵Environmental Protection Agency. Australia Environmental Guidelines: Solid Waste Landfills, Second edition 2016.
1.4 Gravel drainage layers

de drenagem de percolado, atendendo condições previstas na mesma Norma Estrangeira citada.

Levando em consideração que na região do ASB só se verifica a presença de pedra de origem calcária, com teor de CaCO_3 muito superior a recomendação contida nos estudos realizados no presente projeto executivo. Assim, a alternativa mais próxima é a pedreira localizada na região do Município de Abadiânia – GO., distante 98 km do ASB, cuja a pedra é constituída por micaxisto com composição modal de: Quartzo – 50%; Micas – 36%; Feldspato – 9%; Granada – 3% e Minerais opacos – 2%.

"Item 1.11

1.11 Apresentar a drenagem provisória prevista para a frente operacional do ASB (áreas com resíduos expostos). Informar o disciplinamento previsto para a parcela de água pluvial não infiltrada no aterro mas que terá contato com o resíduo sólido."

No processo de operação do Aterro, toda a água presente na frente de serviço é direcionada diretamente para o dreno de percolado de camada, o sistema de drenagem superficial não é implantado nas frentes de serviço, não havendo dessa forma qualquer possibilidade de haver a mistura de tais águas ou de apresentar detalhamento desse tratamento.

"Item 1.12

1.12 Apresentar estudo conclusivo de estabilidade estrutural do aterro, considerando o dimensionamento proposto. Informar o responsável técnico pelo estudo."

O Estudo de estabilidade estrutural do Aterro foi apresentado à SLU em documento anexo ao projeto e possivelmente não foi apresentado ao IBRAM, assim, encaminha-se novamente o referido estudo, que anexo ao projeto.

"Item 1.13

1.13 Apresentar o tratamento previsto na junção entre as geomembranas."

Para garantir o desempenho e a durabilidade do sistema de impermeabilização artificial, nos termos do item 5.2.7 da Norma ABNT NBR 13.896/1997, a aquisição, recebimento e instalação dos materiais deverão seguir as Normas ABNT NBR 15.352/2006⁶ e NBR 16.199/2013⁷.

Os procedimentos definidos na norma da ABNT, são os utilizados para garantir e verificar as junções da geomembrana.

"Item 1.14

1.14 Apresentar estudo que subsidie a definição da quantidade e da locação dos piezômetros para medição da poro-pressão. Deve-se utilizar piezômetros com câmaras duplas, em conformidade com a Resolução ADASA nº 18 de 09/08/2018, Parágrafo Único do Artigo 56."

A análise de estabilidade a ser realizada periodicamente, deverá ser correspondente à conformação do maciço de resíduos da Etapa 2, no cenário atual até sua conformação final, com a finalidade de refletir as condições das seções consideradas mais críticas, de acordo com a inclinação e altura do maciço. Nesse sentido, tendo-se como referência a conformação final do Projeto Executivo da Fase 2, foram consideradas 12 seções críticas de análise de estabilidade.

Nessas seções críticas, recomenda-se a implantação de instrumentos geotécnicos, que terão a função de verificar as condições geotécnicas atuais do maciço de resíduos. Neste atendimento, se fez necessário atualizar a quantidade de instrumentos geotécnicos para atender

⁶ ABNT NBR 15352:2006 – Mantas termoplásticas de polietileno de alta densidade (PEAD) e de polietileno linear (PEBDL) para impermeabilização

⁷ ABNT NBR 16199:2013 – Geomembranas termoplásticas — Instalação em obras geotécnicas e de saneamento ambiental

a Etapa 2, ou seja, a instalação de 21 piezômetros e de 36 marcos superficiais, conforme orientação da consultoria.

Dessa forma, foi modificado o projeto quanto a localização dos piezômetros e marcos, com a finalidade de atendimento a Resolução ADASA nº 18 de 09/08/2018.

"Item 1.15

1.15 Apresentar detalhamentos construtivos e dimensionamentos dos diques de partida e dos diques provisórios de águas pluviais."

Os diques de partida e diques provisórios de águas pluviais não tem função estrutural. Portanto, os diques de partida são apenas separadores e guias de nivelamento do maciço, eles não tem função de contenção de maciço, mais sim de guia de nível para manter a projeção do projeto por camada em uma mesma cota.

E os diques provisórios de águas pluviais, também não têm função estrutural, apenas separam a área de operação da área transitória, para fase seguinte de ampliação do Aterro com a finalidade de separar as águas. Ver desenho 2/21, 19/21 e 20/21.

"Item 1.16

1.16 A drenagem pluvial da segunda etapa deve prever os dispositivos estabelecidos no item 31.5 da LO nº 18/2019 (24607163)."

Nestes termos, vem o CONSÓRCIO evidenciar por fim, que dentro do objeto e das condições estabelecidas no Contrato nº 015/2014, tal complemento de projeto do Aterro Sanitário de Brasília, não faz parte do escopo do contrato firmado com o CONSÓRCIO, contudo ressalta-se que essa situação vem sendo tratada pela SLU e a mesma irá apresentar a solução para tal pendência da LO nº 18/2019 (24607163).

Isto posto, no aguardo de ter prestado os esclarecimentos devidos às solicitações constantes no Ofício SEI-GDF nº 23/2019 - SLU/PRESI/DILUR/GERAT/NUASA e Manifestação de Pendências SEI-GDF nº 43/2019 - IBRAMPRESI/SULAM/DILAM-III (25409819) com o encaminhamento da revisão do projeto executivo da 2ª Etapa do Aterro Sanitário de Brasília que segue em anexo.

Atenciosamente.



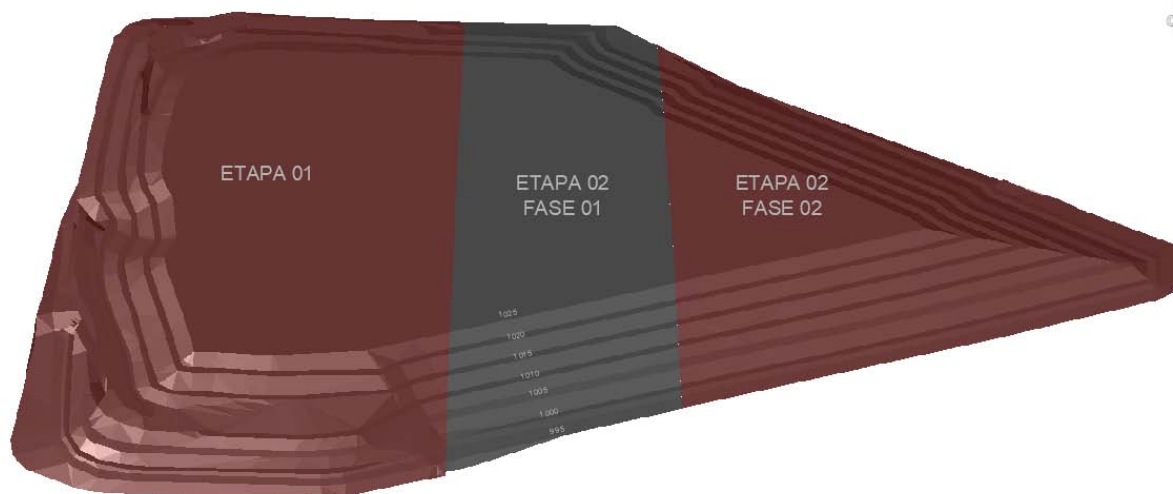
CONSÓRCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL

Sérgio de Souza Lima
Gerente de Contrato

Anexo;

1 – Projeto Executivo 2ª Etapa Aterro Sanitário de Brasília

SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL - SLU DF



PROJETO EXECUTIVO

ATERRO SANITÁRIO DE BRASÍLIA – ASB

ETAPA 2

CONSÓRCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL



JULHO/2019

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	5
2. IDENTIFICAÇÃO	6
2.1. EMPREENDEDOR.....	6
2.1.1.Nome do Empreendimento	6
2.2. EMPRESA RESPONSÁVEL.....	6
2.3. ÓRGÃO AMBIENTAL LICENCIADOR	6
2.4. EQUIPE TÉCNICA	6
3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	7
4. INFORMAÇÕES SOBRE OS RESÍDUOS A SEREM DISPOSTOS NO ATERRO SANITÁRIO DE BRASÍLIA – ASB -DF- ETAPA 2.....	8
4.1. HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO DO ATERRO CLASSE II.....	8
5. ATERRO SANITÁRIO DE BRASÍLIA – ASB – ETAPA 2.....	9
5.1. CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA DO PROJETO	9
5.1.1.Concepção.....	9
5.1.2.Justificativa do Projeto	9
5.1.3.Caracterização da área da Etapa 2.....	11
5.2. PLANO DE AVANÇO DA ETAPA 2	13
5.3. DESCRIÇÃO E ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DE PROJETO	15
5.3.1.Sistema de Drenagem Superficial	15
5.3.2.Sistema de Drenagem e Remoção de Percolado	15
5.3.3.Sistema de Armazenamento de Percolado.....	18
5.3.4.Sistema de Drenagem de Biogás	18
5.3.5.Sistema de Impermeabilização.....	20
5.3.6.Cobertura dos Resíduos.....	23
5.3.7.Sistema de drenagem sub superficial – Dreno Testemunho (Detecção de vazamento)	24
5.4. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO E AMBIENTAL DA ETAPA 2	25
5.4.1.Monitoramento Geotécnico	26
5.4.2.Monitoramento Ambiental	27
5.5. QUALIDADE DAS ÁGUAS	28
5.5.1.Águas Subterrâneas	28
5.5.2.Águas Superficiais	29
5.6. MEMORIAL DE CÁLCULO.....	30
5.6.1.Cálculo da vazão de percolado	30
5.6.2.Dimensionamento dos drenos de percolado	32
5.6.2.1 Diâmetro das tubulações (d).....	32

5.6.2.2	Declividade dos trechos (i)	32
5.6.2.3	Lâmina de percolado (y).....	33
5.6.2.4	Tensão trativa (σ).....	33
5.6.2.5	Velocidade de escoamento (v).....	34
5.6.2.6	Velocidade crítica (vc)	34
5.6.2.7	Colchão drenante	34
5.6.2.8	Planilha dimensionamento	36
5.6.3.	Medição de Vazão	36
5.6.4.	Dimensionamento do sistema de drenagem de águas pluviais.....	36
5.6.4.1	Coeficiente de distribuição “run-off”	36
5.6.4.2	Tempo de concentração.....	37
5.6.4.3	Intensidade média das chuvas	37
5.6.4.4	Cálculo do deflúvio local q.....	37
5.6.4.5	Dimensionamento.....	38
5.6.4.6	Planilha dimensionamento	38
5.7.	ESTIMATIVA DAS VAZÕES E DIMENSIONAMENTO DAS DESCIDAS HIDRÁULICAS.....	39
5.7.1.	Descidas hidráulicas em colchão Reno nas células de lixo	39
5.8.	OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO	42
5.8.1.	Acesso e pátio de manobras	42
5.8.2.	Lançamento, Espalhamento e Compactação dos Resíduos	43
5.8.3.	Cobertura dos Resíduos	43
5.9.	INTERAÇÃO DO PROJETO DA 1ª ETAPA COM A 2ª ETAPA DO ATERRO SANITÁRIO	44
6.	EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA OPERAÇÃO DO ATERRO.....	46
7.	PLANILHA DE QUANTITATIVO	48
8.	BIBLIOGRAFIA	53
9.	ANEXOS.....	54
FIGURAS		
FIGURA 01:	COLCHÃO DRENANTE	17
FIGURA 02:	DRENO DE BIOGÁS INTERLIGADO AO SISTEMA DE DRENAGEM DE PERCOLADOS	19
FIGURA 03:	DISPOSITIVO DE QUEIMA DO BIOGÁS (FLARE) DO ASB(SAMAMBAIA-DF).....	20
FIGURA 04:	DETALHE DA BARREIRA GEOSSINTÉTICA.....	21
FIGURA 05:	INSTALAÇÃO DE BARREIRA GEOSSINTÉTICA - GCL	23
FIGURA 06:	ATERRO SANITÁRIO TÍPICO	24
FIGURA 07:	MONITORAMENTO TOPOGRÁFICO.....	26
FIGURA 08:	DETALHES CONSTRUTIVOS DOS POÇOS DE MONITORAMENTO	29
FIGURA 09:	MODELO PARA VERIFICAÇÃO DE DISTÂNCIA ENTRE OS TUBOS E ALTURA MÁXIMA DE PERCOLADO...36	
FIGURA 10:	DESCIDA D'ÁGUA	40
QUADROS		
QUADRO 01:	QUADRO DE ÁREAS DO ASB	7
QUADRO 02:	PONTOS DE SONDAGEM (DESENHO 01/22).....	12



QUADRO 03:	RESUMO DE ÁREAS, CAPACIDADE E VIDA ÚTIL PARA CADA ETAPA	13
QUADRO 04:	CAPACIDADE DE DISPOSIÇÃO DA ETAPA 2	13
QUADRO 05:	VOLUME DE ESCAVAÇÃO E ATERRO DAS 2 FASES DA ETAPA 2.	14
QUADRO 06:	VOLUME DE SOLO NECESSÁRIO PARA A COBERTURA SANITÁRIA DA ETAPA 2.....	14
QUADRO 07:	BALANÇO DE SOLO	14
QUADRO 08:	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMPOSTO BENTONÍTICO	22
QUADRO 09:	PROPRIEDADES TÉCNICAS MÍNIMAS DA GEOMEMBRANA DE PEAD	23
QUADRO 10:	CRITÉRIOS GERAIS DE AÇÃO PARA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO	27
QUADRO 11:	POÇOS DE MONITORAMENTO E PARÂMETROS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	28
QUADRO 12:	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	29
QUADRO 13:	DIMENSIONAMENTO DAS DESCIDAS D'ÁGUAS PROVISÓRIAS E DEFINITIVAS	39
QUADRO 14:	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - DESCIDAS HIDRÁULICAS COLCHÃO RENO	39
QUADRO 15:	CARACTERÍSTICAS COLCHÃO RENO - MACAFERRI DO BRASIL LTDA	39
QUADRO 16:	TABELA 1	40
QUADRO 17:	OS EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA A OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO	46



1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o projeto executivo da Etapa 2 do Aterro Sanitário de Brasília - ASB, conforme os termos e condições estabelecidos no Contrato Nº 015/2014, proveniente da concorrência pública nº 01/2013-CPL/SLU/DF.

A Etapa 2 deverá ser implantada a oeste da Etapa 1, atualmente em funcionamento, numa área de 121.850 m², (ver **Desenho 01/21**), com capacidade de receber 68.000 toneladas de resíduos por mês.

O ASB receberá apenas resíduos classificados como classe II A, ou seja, aqueles resíduos provenientes dos serviços de coleta domiciliares e comerciais; dos serviços de conservação de logradouros públicos, de limpeza e varrição, incluindo podas, de acordo com a NBR 1004/04, 04 e com Edital Concorrência Pública nº 001/2013 e com o item 5 do Projeto Básico do referido edital.

O método utilizado neste projeto para a disposição final dos resíduos sólidos do Distrito Federal foi o de Aterro Sanitário, acompanhando o projeto da Etapa 1 em implantação e operação, atualmente.

Com relação a concepção original do projeto básico do ASB houve modificação das especificações, para melhor adequação técnica aos seus objetivos, com a finalidade de atender exclusivamente ao interesse público da administração estabelecidas pela Diretoria Técnica - DITEC da SLU e as novas exigências da Licença de Operação do ASB estabelecidas pelo IBRAM, fato esse novo não previsto inicialmente no processo de contratação do Edital Concorrência Pública nº 001/2013, e caso necessário serão realizadas novas avaliações e modificações ao projeto executivo da 2ª Etapa se solicitadas pela SLU por meio da DITEC ou porventura que sejam recomendadas pelo IBRAM e a ADASA.

Para a elaboração do projeto do aterro, devem ser consideradas resoluções do CONAMA e as seguintes Normas Técnicas:

NBR 13896-Jun/1997 - Aterro de resíduos não perigosos- Critérios para projetos, implantação e operação- Classe II

NBR 8419-Abr/1992 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.



2. IDENTIFICAÇÃO

2.1. EMPREENDEDOR

SLU SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL

CNPJ:01567525/0001-76

Endereço: SCS, Quadra 08, Bloco B-50 6º Andar Ed. Venâncio 2000 - CEP 70333-900

Contato: Eliana Filomena Barbosa Nicole

Fone: (61)3213-0153

2.1.1. Nome do Empreendimento

Aterro Sanitário de Brasília - ASB

Rodovia DF 180, Km 21, Bairro Samambaia Norte, Cidade de Brasília-DF - CEP 72.339-800

2.2. EMPRESA RESPONSÁVEL

CONSÓRCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL

Empresas participantes do Consórcio Samambaia GAE / CONSTRUBAN / DBO

GAE CONSTRUÇÃO E COMÉRCIO LTDA

CONSTRUBAN LOGÍSTICA AMBIENTAL LTDA

DBO ENGENHARIA LTDA

Endereço: Rua 31, nº 150 – Jardim Goiás – CEP 74.805-340 - Goiânia-Goiás.

Telefone/Fax: (62)3237-3200

Contato: Daniel Jean Laperche

E-mail: diretoria@gaeconstrucao.com.br

2.3. ÓRGÃO AMBIENTAL LICENCIADOR

Instituto Brasília Ambiental – IBRAM

Governo de Brasília

Endereço: SEP 511, Bloco C, Edifício Bittar – CEP 70.750-543

2.4. EQUIPE TÉCNICA

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	CONSELHO
Ataulpa Nasciutti Veloso	Engenheiro Civil	CREA 2933/D GO.
Lívia Evangelista Veloso Santana	Engenheira Civil	CREA 14526/D GO.
Sérgio de Souza Lima	Engenheiro Civil	CREA 10491/D GO.
André Eugene Laperche	Engenheiro Civil	CREA 956/D GO.
Daniel Jean Laperche	Engenheiro Civil	CREA 3543/D GO.
Ubiratan Sebastião de Carvalho	Engenheiro Civil	CREA 601933540/D SP.



3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O projeto proposto terá o objetivo de dispor adequadamente os resíduos Classe II A produzidos no Distrito Federal.

As áreas destinadas à instalação do **ASB – Etapa 2** estão especificadas no **Quadro 01**.

Quadro 01: Quadro de áreas do ASB

Unidades	Área (m²)
Área total do terreno	760.000,00 m²
Área da Etapa 1I	110.000,00 m²
Área da Etapa 2	121.850,00 m²
Área da Etapa 3	88.000,00 m²

4. INFORMAÇÕES SOBRE OS RESÍDUOS A SEREM DISPOSTOS NO ATERRO SANITÁRIO DE BRASÍLIA – ASB -DF- ETAPA 2

O ASB - Etapa 2 poderá receber apenas os resíduos descritos abaixo:

- **Resíduos Classe II**

Os resíduos classificados como Classe II (não perigosos e não inertes), são aqueles em que em um extrato lixiviado, não libera qualquer substância tóxica, não possuem, em sua massa, concentrações de compostos ou substâncias que conferem toxicidade ao meio ambiente. Além disso, nenhum de seus constituintes solubilizados devem possuir concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto nos aspectos de turbidez, dureza e sabor.

- **Classe II A**

Os resíduos Classe II A (não perigosos e não inertes) são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I (perigosos) ou Resíduos Classe IIB (não perigosos e inertes), de acordo com a NBR1004/04.

Os resíduos Classificados com Classe II A são os provenientes dos serviços de coleta domiciliares e comerciais, regular dos municípios, dos serviços de conservação de logradouros públicos, de limpeza e varrição, incluindo podas.

OBS:

- 1- *Todos os resíduos a serem dispostos no aterro, proveniente de terceiros e autorizados pela SLU, deverão estar acompanhados de laudo de classificação como resíduos Classe II A-.*
- 2- *Os lodos provenientes de Estações de Tratamento de Efluentes-ETE's, os lodos de Estações de Tratamento de Água- ETA's, assim como os rejeitos de gradeamento e material fino do processo de compostagem, NÃO PODERÃO SER DISPOSTOS NO MACIÇO DO ASB.*
- 3- *Tendo em vista essa condição de não recebimento dos resíduos destacados no item 2 acima, no maciço do ASB, os mesmo poderão ser dispostos em locais distintos ao do maciço nas áreas abaixo da área de estocagem de solo da 2ª Etapa no lado leste do Aterro paralelo ao emissário da Estação de Tratamento Melchior/Samambaia, ver Desenho 2/21.*

4.1. HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO DO ATERRO CLASSE II

O Aterro Sanitário De Brasília – ASB, funcionará 24 horas por dia, durante os 7 (sete) dias da semana.



5. ATERRO SANITÁRIO DE BRASÍLIA – ASB – ETAPA 2

5.1. CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA DO PROJETO

5.1.1. Concepção

O Aterro Sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, segundo critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permitindo um confinamento seguro, evitando riscos à saúde pública e visando minimizar os impactos ambientais. Este método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área disponível e reduzi-lo ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (NBR 8419/92 – ABNT).

A escolha de Aterro Sanitário, dentre as tecnologias existentes de disposição de resíduos sólidos urbanos, deve-se ao fato de este apresentar um menor custo, além da possibilidade de serem incorporadas ao aterro outras tecnologias tais como: usina de reciclagem; compostagem; e incineração que consorciadas ampliariam a vida útil do aterro.

5.1.2. Justificativa do Projeto

O Aterro Sanitário proposto foi projetado para receber 68.000 t/mês resíduos sólidos Classe II A.

Adaptando-se às características geotécnicas, às condições topográficas encontradas e à área de 121.850,00 m² definida para esta etapa, optou-se pela continuidade do método adotado na Etapa 1, atualmente, em implantação e operação, ou seja, trincheira seguida por verticalização.

A Etapa 2 deverá ser implantada em 2 fases sucessivas acompanhados da verticalização conforme detalhes a serem descritos no plano de avanço a ser detalhado ao longo deste projeto.

Este projeto foi elaborado tomando como base o levantamento topográfico da área selecionada.

O projeto prevê a implantação de 1 trincheira, em 2 fases, que serão chamadas de fase 1, fase 2 e deverão ser construídas uma após a outra. Após o preenchimento da fase 1 e sua verticalização, será iniciada o preenchimento da fase 2, que deverá já estar escavada, impermeabilizada e com os drenos de base de percolado construídos.

As trincheiras deverão ser escavadas com taludes internos 1(V):1,50(H), dimensões e detalhes indicados no **Desenho 02/21**.

Após a escavação de cada fase, a área da base deverá ser submetida a uma regularização, de modo a permitir o funcionamento do sistema de drenagem de percolado por gravidade, com as inclinações no sentido sul/norte de 3,23% e distâncias entre drenos, conforme indicado no **Desenho 04/21**.

Em seguida a base com sua devida inclinação deverá ser rebaixada mais 40 cm e posteriormente reaterrada em 2 (duas) camadas de 20 cm de espessura, sendo a 1ª camada com solo natural proveniente da escavação da trincheira e a 2ª camada com solo argiloso, ambas com grau de compactação de 95% do Proctor Normal e umidade ótima.

Este procedimento concede ao terreno natural uma melhor capacidade de suportar às solicitações decorrentes da circulação de veículos sobre as camadas de impermeabilização da base. No entanto, este procedimento não dá ao solo uma função impermeabilizante, apenas contribui para o suporte mecânico do sistema de impermeabilização.

Para garantir a impermeabilização em toda a trincheira de disposição de resíduos, deverá ser aplicado um Geocomposto Bentonítico (GLC)¹ com espessura de 6,5 mm e coeficiente de permeabilidade $K < 10^{-11}$, e sobre ele será instalada uma geomembrana de PEAD de 2,0 mm de espessura, texturizada nas duas faces².

Sobre a manta de PEAD, em toda a trincheira, será colocada e compactada argila, com espessura variável de 0,20 m a 0,60cm, conforme detalhes do projeto executivo, para a proteção mecânica da mesma e sobre a última camada de argila será implantado o dreno de percolado (colchão drenante).

Estes procedimentos descritos acima terão a finalidade de assegurar a estanqueidade do aterro, visando proteger o solo e o lençol freático de possíveis contaminações.

Após o preenchimento da Fase1 da trincheira com resíduos, será iniciado a Fase 2, como pode ser visto nos **desenhos 19/21, 20/21, e 21/21**, estando previstos 7 níveis de verticalização, até a cota 1025, com 5,00 metros de altura cada e talude de 1(V):2(H), conforme **desenhos 10/21 e 11/21**.

Ao término de cada camada de verticalização com resíduos, será feito sobre as mesmas a cobertura com solo na espessura de 30 cm e executados novos drenos, na mesma configuração dos drenos da camada anterior. A cobertura de solo deverá ser retirada antes

¹ Ver propriedades no **Quadro 09** – Especificação Técnica Composto Bentonítico.

² Ver **Quadro 10** – Propriedades técnicas mínimas da geomembrana de PEAD.



da disposição de lixo na camada seguinte, conforme detalhado na seção 5.8.3, e os drenos terão forma retangular com 0,80 m de largura por 1,40m de altura com declividade de 5%, ver detalhes no **desenho.05/21**.

Os taludes e bermas definitivos serão cobertos com 0,50 m de solo e grama em placas.

O solo para a cobertura diária das células de resíduos e das camadas de verticalização será proveniente da escavação da trincheira e o volume necessário será de aproximadamente 350.947 m³, ou seja, 11,33% do volume total de resíduo a ser disposto na Etapa 2, ver **Quadro 06**.

A camada final de resíduos do maciço será coberta com solo natural, com 0,50 m de espessura de modo a evitar o empoçamento e a infiltração das águas pluviais. Para isto, deverão ser levados em conta os recalques que ocorrerão no maciço de resíduos ao longo do tempo.

5.1.3. Caracterização da área da Etapa 2

A caracterização da área destinada à implantação desta etapa foi realizada com base na investigação geotécnica realizada através de 3 (três) furos de sondagem a percussão (SPT), 6 (seis) furos de sondagem com perfuratriz pneumática (SPR) e 3 (três) ensaios de infiltração com a determinação do coeficiente de infiltração do solo. A localização dos furos pode ser vista no **Desenho 1/21**.

Os estudos geotécnicos foram realizados pela empresa HSN Engenharia Ltda. no dia 19/04/2018. Os laudos podem ser vistos em detalhes no **Anexo 1**.

O **Quadro 02** mostra as coordenadas dos furos de sondagem, sua profundidade e o nível do lençol freático, que se encontra a uma distância da cota de projeto superior a estabelecida pela norma de no mínimo de 1,50 m de solo insaturado.

Os ensaios de infiltração mostram coeficiente de infiltração do terreno de $1,273 \times 10^{-4}$, $1,180 \times 10^{-4}$ e $9,603 \times 10^{-4}$, portanto todos os valores encontram-se dentro da condição aceitável apresentada em “nota” do item 4.1.2 “c” da NBR 13896/1997³, uma vez que se encontram na ordem de 10^{-4} cm/s.

³ Conforme NBR 13896/97, item 4.1.2:

“c) o aterro deve ser executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s;

Quadro 02: Pontos de sondagem (desenho 01/22)

Quadro dos pontos de sondagem							
Pontos de sondagem	Coordenadas em UTM		Cota do Terreno Natural	Profundidade do furo (m)	Cota de Projeto	Nível do lençol freático (m)	Cota do lençol freático
	X	Y					
SP-01	8244067,99	161984,44	998,182	4,90	991,697	NE	-
SP-02	8244006,13	161905,81	997,623	5,30	992,815	NE	-
SP-03	8244162,57	161918,52	991,422	8,45	988,124	NE	-
SPR-04	8244094,90	161952,36	995,483	12,25	990,594	11	984,483
SPR-05	8244050,50	161882,02	994,648	15,40	991,212	11	983,648
SPR-06	8244104,80	161882,02	992,820	12,00	989,534	11	981,820
SPR-07	8244234,24	162073,11	991,911	9,25	987,469	7	984,911
SPR-08	8239470,31	161997,79	999,938	15,00	995,000	12	987,938
SPR-09	8244148,18	161835,87	990,109	23,00	987,737	20	970,109

Os ensaios de infiltração mostram coeficiente de infiltração do terreno de $1,273 \times 10^{-4}$, $1,180 \times 10^{-4}$ e $9,603 \times 10^{-4}$, portanto todos os valores encontram-se dentro da condição aceitável apresentada em “nota” do item 4.1.2 “c” da NBR 13896/1997⁴, uma vez que se encontram na ordem de 10^{-4} cm/s.

Em virtude das condições locais foi utilizado solução tecnológica de impermeabilização artificial com o uso do GCL em atendimento ao item 4.1.1 “b” da NBR 13896/1997⁵, uma vez que não há material natural (solo) na área do ASB com coeficiente de permeabilidade da ordem de 10^{-7} . O projeto prevê ainda a utilizado ainda sobre ele será instalada uma geomembrana de PEAD de 2,0 mm de espessura, texturizada nas duas faces, com a finalidade de não permitir a infiltração de percolato no solo.

Nota: Um subsolo com coeficiente de permeabilidade superior a 5×10^{-5} cm/s pode vir a ser aceito pelo OCA, a seu critério, dependendo do tipo de resíduo a ser disposto e das demais condições hidrogeológicas do local do aterro, desde que este valor não exceda 10^{-4} cm/s.”

⁴ Conforme NBR 13896/97, item 4.1.2:

“c) o aterro deve ser executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s;

Nota: Um subsolo com coeficiente de permeabilidade superior a 5×10^{-5} cm/s pode vir a ser aceito pelo OCA, a seu critério, dependendo do tipo de resíduo a ser disposto e das demais condições hidrogeológicas do local do aterro, desde que este valor não exceda 10^{-4} cm/s.”

⁵ Conforme NBR 13896/97, item 4.1.1:

“b) geologia e tipos de solos existentes - tais indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m;”

Portanto, reitera-se que o projeto em questão atende aos condicionantes hidrogeológicos contidos na norma NBR 13.896:97, que determina que, obrigatoriamente, entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada de solo de espessura mínima de 1,50 m com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s.

5.2. PLANO DE AVANÇO DA ETAPA 2

A Etapa 2 do ASB foi projetada numa área de 121.850 m², como já definido anteriormente no projeto da Etapa 1, e terá a capacidade estimada para receber 2.476.000 toneladas de resíduos sólidos e uma vida útil de 3,03 anos (aproximada de 3 anos). Ver **Quadro 03** - Resumo de áreas, capacidade e vida útil para cada etapa

Quadro 03: Resumo de áreas, capacidade e vida útil para cada etapa

Resumo de Área/ Capacidade/ Vida Útil - ASB					
ETAPAS	ÁREA (m ²)	COTA DA VERTICALIZAÇÃO	CAPACIDADE MENSAL(ton.)	CAPACIDADE TOTAL (ton)	VIDA ÚTIL (Anos)
Etapa 1 (Em execução)	110.000,00	1015	68.000,00	1.468.000,00	2,5
Etapa 2 Projetada	121.850,00	1025	68.000,00	2.476.000,00	3,03
Etapa 3	88.000,00		51.000,00	1.596.000,00	2,61
Etapa 4- Coroamento			50.600,00	2.672.000,00	4,4
Total	320.000,00		237.600,00	8.212.000,00	12,54

Para estimar a capacidade e a vida útil da Etapa 2 foi considerada uma demanda de 68.000 toneladas de resíduos por mês, diferentes da demanda inicial do projeto da Etapa 1 que era de 51.000 toneladas por mês. Levando em consideração o dimensionamento dos equipamentos para 1ª Etapa atingiu-se o peso específico médio dos resíduos de 0,8 tf/ m³, situação essa replicada para etapas seguintes do Aterro.

A capacidade estimada de receber 3.944.000 toneladas de resíduos nas duas etapas iniciais, após a adequação da Etapa 1, deverá ser atingida, considerando a verticalização do maciço de resíduos até a cota 1025.

O **Quadro 04** – Capacidade de disposição da Etapa 2 – apresenta o resumo da capacidade de disposição dos resíduos ao longo das 2 (duas) fases da Etapa 2 deste projeto, o tempo estimado, e as cotas de verticalização do maciço para atingir a volume estimado.

Quadro 04: Capacidade de disposição da Etapa 2

Capacidade de Disposição de Resíduos Sólidos- Etapa 2				
Fases	Cota(m)	Volume de Resíduos(m3)	Necessidade Mensal (m3)	Tempo (meses)
Fase 1	987 a 1015	1.011.750	85.000,00	11,90
Fase 2	987 a 1015	1.080.000	85.000,00	12,71
Cobertura da Etapa 1 e 2	Até a 1025	1.003.250	85.000,00	11,80
Total		3.095.000		36,41

Como descrito anteriormente, para implantação da Etapa 2 será escavada uma Trincheira, em 2 fases consecutivas. O volume de solo gerado na escavação deverá ser utilizado para a

proteção mecânica da manta de PEAD da base do aterro, na cobertura das células sanitárias, bermas, taludes, na execução do dique de partida e dique provisórios de desvio de águas pluviais. O restante do material escavado deverá ser depositado em área próxima indicada no **desenho 2/21**, para ser utilizada como material de cobertura. Tais detalhamentos se encontram no **Quadro 05** – Volume de escavação das 2 fases da Etapa 2.

Quadro 05: Volume de escavação e aterro das 2 fases da Etapa 2.

VOLUME DE ESCAVAÇÃO E ATERRO- ETAPA 2				
Fases	Escavação (m³)	Escavação acumulada (m³)	Aterro(m³)	Aterro acumulado (m³)
Dique de partida	715,00	715,00	2.289,00	2.289,00
Fase 1	285.631,00	286.346,00	0,00	2.289,00
Fase 2	93.942,00	380.288,00	0,00	2.289,00

Para a realização da cobertura sanitária dos resíduos dispostos no maciço, estima-se ser necessário o volume de solo correspondente a 10% do volume de resíduos, conforme apresentado no **Quadro 06** – Volume de solo necessário para a cobertura sanitária da Etapa 2.

Quadro 06: Volume de solo necessário para a cobertura sanitária da Etapa 2

Volume de Solo Para Cobertura dos Resíduos – Etapa 2			
Fases	Volume de resíduos disposto (m3)	Volume de solo para cobertura (m3)	Acumulado solo + resíduos (m3)
Fase 1	1.011.750	115.235	1.126.985
Fase 2	1.080.000	122.198	1.202.198
Cobertura da Etapa 1 e 2	1.003.250	113.514	1.116.764
Total	3.095.000	350.947	3.445.947

A escavação da Trincheira, nas 2 fases, vai gerar, aproximadamente, 571.164,00 m³ de solo. Deverão ser consumidos 413.273,00 m³ de solo para a implantação e operação da Etapa 2 do ASB. Portanto, o volume escavado garante a autossuficiência de toda a Etapa 2 do aterro, conforme demonstrado no **Quadro 07** – Balanço de solo.

Quadro 07: Balanço de solo

Balanço de solo da Etapa 2					
Serviços/ Fases	Volume de Escavação/cortes (m³)	Volume de Aterro(m³)	Consumo de solo para implantação e operação (m³)	Saldo de solo (m³)	Balanço (m³)
Dique de partida	715	2.289,00	2.289,00	-1.574,00	-1.574,00
Fase 1	381.069,00	0	0	381.069,00	379.495,00
Fase 2	189.380,00	4.077,00	4.077,00	189.380,00	568.875,00
Proteção mecânica da manta	0	0	51.506,00	-51.506,00	517.369,00
Cobertura de resíduos	0	0	350.947,00	-350.947,00	166.422,00
Dique provisório de desvio de água pluvial- Fase 1	0	0	1.952,00	-1.952,00	164.470,00
Dique provisório de desvio de água pluvial- Fase 2	0	0	2.502,00	-2.502,00	161.968,00
Saldo de solo para estocagem Etapa 3	571.164,00		413.273,00		180.292,00



Logo, o **Quadro 07** – Balanço de solo – demonstra que o volume de solo escavado será suficiente para a realização de todas as estruturas de drenagem, impermeabilização e cobertura de resíduos e ainda haverá volume de terra a ser estocado para utilizações na Etapa 3 a ser implantada.

5.3. DESCRIÇÃO E ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DE PROJETO

5.3.1. Sistema de Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial tem a finalidade de captar, interceptar e desviar do maciço as águas pluviais, durante a operação e depois de encerrada a vida útil do Aterro Sanitário, evitando o aumento do volume do líquido percolado e a formação de processos erosivos no maciço, bem como serão implantados também nos locais de depósito provisório de material escavado.

O sistema de drenagem de águas pluviais será dotado de dispositivos de caráter provisório, (alterados conforme o avanço da frente de trabalho ou desenvolvimento de camadas) e permanentes (implantação em uma Etapa já concluída e no final da implantação do Aterro).

Para os dispositivos de caráter permanente o sistema será composto por canaletas de pé de talude em concreto, descidas d'águas em gabião em colchão Reno ou Geocélula 30x30cm, caixa coletora e rede de água pluvial. Todos os dispositivos de drenagem estão detalhados nos **Desenhos 14/21, 15/21 e 16/21**.

Para os dispositivos de caráter provisório o sistema será composto por canaletas de pé de talude em manta de PVC 0,8mm, descidas d'águas em manta PEAD 1,0mm ou Geocélula 30x30 cm. Esses dispositivos de drenagem estão detalhados nos **Desenhos 15/21**.

Com o objetivo de evitar a formação de processos erosivos na área do ASB, toda água pluvial coletada tanto no maciço quanto nas áreas de depósito provisório de material escavado serão encaminhados, através de canaletas, descidas d'água e rede própria para os reservatórios de quantidade e qualidade existente, detalhados no projeto da Etapa 1 desenho 16B/25 e posteriormente encaminhada para as drenagens naturais da área.

Todos os dispositivos de drenagem pluvial devem ser mantidos desobstruídos, principalmente os do maciço do Aterro Sanitário, para minimizarem a entrada de água pluvial no maciço do aterro, o aumento de volume do percolado e a formação de processos erosivos.

5.3.2. Sistema de Drenagem e Remoção de Percolado

A matéria orgânica encontrada nos resíduos de natureza domiciliar ao ser confinada nas células sanitárias do maciço, passa por um processo anaeróbico de decomposição, com



temperaturas na faixa de 40 a 60°C, resultando em materiais nos três estados: sólidos, líquidos e gasosos.

Os materiais em estado sólido, devidamente inertizados, permanecem no mesmo local em que foram gerados, enquanto os líquidos e os gases tendem a migrar pelo corpo do maciço. O sistema de drenagem coletará e conduzirá o líquido percolado, reduzindo as pressões deste sobre o maciço e, também, minimizando o potencial de migração para o subsolo.

A concepção utilizada para o sistema de dreno horizontal de percolado na base do maciço foi a de colchão drenante com tubos coletores principais em PEAD perfurado com diâmetro de 250 mm (PE-100; PN-10), furos de $\varnothing$ 16 mm, espaçados a cada 10cm, com oito furos por seção, com declividade de 3,23% (sentido Sul/Norte) acompanhando a declividade do fundo da trincheira, ver Desenho 9/21.

Esta concepção foi acatada em virtude da recomendação do IBRAM de alteração da metodologia construtiva utilizada na 1ª Etapa, por meio do Parecer Técnico SEI-GDF Nº 93/2019-IBRAM/ PRESI/ SULAM/ DILAM III – CONCLUSÕES, ITEM 34.

“Para as próximas células adotar metodologia construtiva diferenciada da adotada na Célula 1, recomenda-se como alternativa ao sistema de coleta do lixiviado por espinha de peixe a adoção de camada permeável com pedra rachão para a captura do lixiviado”.

O colchão drenante deverá ser implantado com uma camada de Brita 4 de 40 cm, acima da camada de solo de proteção da geomembrana de PEAD, o que possibilita uma maior distância do lençol freático e, conseqüentemente, uma menor possibilidade de contaminação do mesmo, ver **figura 01**.

Para implantação dos drenos de percolado recomendamos a utilização de pedra britada de gnaiss, granito, basalto, micaxisto ou materiais que sejam resistentes ao percolado e a **não utilização da pedra com composição de CaCO_3 acima de 8,5%⁶**, recomendação essa da Agência Ambiental da Austrália. Além disso, a pedra utilizada deve ser lavada para evitar que o material fino contido nela seja elemento de causa de obstrução no sistema de drenagem de percolado, atendendo condições previstas na mesma Norma Estrangeira citada.

Dessa forma, há que se alertar que, levando em consideração que na região do ASB só se verifica a presença de pedra de origem calcária com teor de CaCO_3 muito superior a recomendação da

⁶Environmental Protection Agency. Australia Environmental Guidelines: Solid Waste Landfills, Second edition 2016. 1.4 Gravel drainage layers

Norma Australiana, a distância de transporte para aquisição de agregados para a execução do sistema de drenagem de percolado da 2ª Etapa será sensivelmente alterada. Os estudos realizados no presente projeto executivo apontam como alternativa mais próxima pedra localizada na região do município de Abadiânia – GO, distante 98 km do ASB, cuja a pedra é constituída por micaxisto com composição modal de: Quartzo – 50%; Micas – 36%; Feldspato – 9%; Granada – 3% e Minerais opacos – 2%.

Os detalhes do sistema de drenagem de percolado da base do maciço podem ser vistos nos **Desenhos 04/21 e 12/21**.

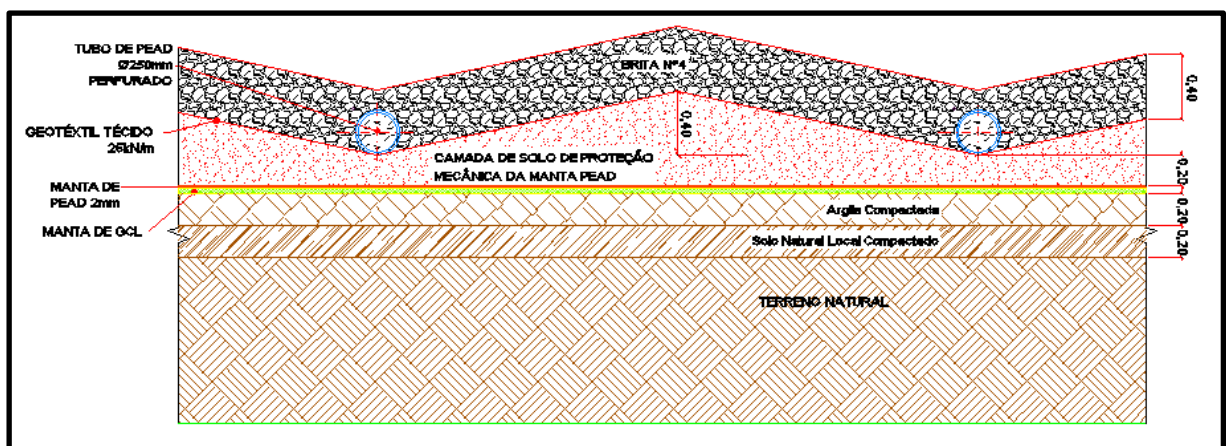


Figura 01: Colchão drenante

Os tubos coletores principais da base do aterro deverão se unir em caixas denominadas Caixas de União (CU), que serão construídas dentro da área da trincheira e depois ligadas aos Poços de Visita de Percolado (PVP) através de tubulação lisa de PEAD de 250 mm de diâmetro. Tais estruturas foram criadas com a finalidade de permitir manutenção do sistema de drenagem de percolado e do emissário de percolado, no intuito de prevenir obstruções dos sistemas de drenagem de percolado ocorrido na 1ª Etapa do ASB. Ver detalhe no **Desenho 6/21**.

Os Poços de Visita de Percolado (PVP) serão construídos em blocos de concreto estruturados com seção quadrada de 1,20 m, que deverão ser implantados fora da área das trincheiras, para uma manutenção periódica do sistema de drenagem com a utilização de hidrojato, tanto para essa estrutura quanto para as Caixas de União (CU) e todo sistema vertical de drenagem. Os detalhes se encontram apresentados nos **Desenhos 7/21 e 8/21**.

Em todas as camadas de verticalização do maciço deverão ser implantados drenagem de percolado horizontal, que serão também interligadas aos drenos verticais de biogases e ao colchão drenante na base do maciço, conforme apresentado nos **Desenhos 5/21 e 12/21**.

A vazão de percolado encontra-se calculada no **Item 5.6.1** deste projeto.

Os efluentes coletados pelos drenos de percolado, em todas as etapas do aterro, serão encaminhados através da rede de percolado, implantada fora da área do maciço, até a lagoa de acumulação de percolado. A rede será composta de emissários com tubulação dupla lisa de PEAD de 400 mm e Poços de Visita de Percolado (PVP), conforme indicado nos **Desenhos 07/21 e 08/21**.

Todos os detalhes e estruturas relacionados ao sistema de drenagem de percolados poderão ser visualizadas no **Desenho 12/21** – Estrutura de drenagem e impermeabilização do aterro sanitário.

5.3.3. Sistema de Armazenamento de Percolado

Os efluentes líquidos percolados deverão ser coletados pelo sistema de drenagem, conforme apresentado no item anterior e encaminhados para as lagoas de acumulação de percolado, devidamente impermeabilizadas existentes no ASB.

A destinação final do percolado acumulado deverá ser indicada e providenciada pelo SLU-DF de forma adequada, não fazendo parte do escopo do presente projeto.

5.3.4. Sistema de Drenagem de Biogás

A formação de gases no interior dos maciços dos aterros sanitários ocorre, principalmente, devido ao processo de decomposição da matéria orgânica em meio praticamente anaeróbico.

Os gases resultantes deste processo apresentam composições variadas conforme os materiais encontrados nos resíduos sólidos, mas quase sempre predominam o metano e o dióxido de carbono, com mais de 90% em massa. Destes gases, o que representa maior preocupação devido às suas propriedades combustíveis é o gás metano que, se não aproveitado, deve ser queimado para não atingir a atmosfera.

Como o processo de biodigestão da matéria orgânica ocorre com temperaturas entre 40 e 60°C, os gases resultantes saem aquecidos e tendem a subir para o topo do maciço. Logo, os dispositivos recomendados constituem-se de drenos verticais construídos, desde a base até o topo, interligados aos drenos horizontais de percolado em todas as camadas.

Os drenos verticais de gases apresentam padrão uniformizado pelos órgãos ambientais, tanto quanto à concepção e execução, quanto às suas dimensões.

O sistema de drenagem de gases proposto será caracterizado por drenos verticais distribuídos na massa de resíduos, espaçados na linha vertical a 30 metros uns dos outros e na linha horizontal 25 metros.

Os drenos serão instalados desde a base do aterro e constituídos por tubo de PEAD de 200 mm de diâmetro, perfurados, envolto por material granular (rachão e pedra marroada, materiais que devem seguir as mesmas características físicas descritas para os drenos de percolado e deverão ser lavados antes da aplicação) e por tela metálica com diâmetro de 1,60 m, conforme desenho esquemático apresentado na **Figura 02**.



Figura 02: Dreno de biogás interligado ao sistema de drenagem de percolados

Os drenos deverão ser prolongados à medida que as camadas vão sendo alteadas, como se atravessassem o maciço, e serão interligados ao sistema de drenagem de percolados, assumindo também a função de dreno de percolado além da função de direcionamento do gás para fora do maciço.

A distribuição e os detalhes dos drenos de biogás são apresentados nos **Desenhos 04/21, 05/21, 12/21 e 13/21**.

Depois de drenado, o biogás é encaminhado inicialmente para a queima direta através do dispositivo de queima (flare) na extremidade do poço drenante de biogás (**Figura 03**), forma mais usual e barata de se tratar o biogás, mas podendo futuramente serem adaptados e conectados em rede própria de usina para produção e geração de energia.



Figura 03: Dispositivo de queima do biogás (Flare) do ASB(Samambaia-DF).

5.3.5. Sistema de Impermeabilização

Após a execução das operações de corte do terreno natural para a construção da trincheira, será realizada a impermeabilização da base da trincheira.

Inicialmente será feita a regularização da base e posteriormente a escavação de 40 cm com retirada do solo e em seguida o reaterro, com material argiloso, em 2 (duas) camadas com espessura de 20 cm cada, compactadas com energia de 95% do Proctor Normal. O espalhamento deverá ser realizado com moto niveladora e a compactação deverá ser feita com rolo pé de carneiro.

Sobre a 2ª camada de solo compactado será instalada o Geocomposto Bentonítico (GCL), barreira geossintética argilosa formado por um núcleo de argila bentonítica sódica confinada entre dois geotêxtis, sendo um tecido e o outro não tecido, agulhados entre si, conforme **Figura 04** abaixo.

A sua principal função é desempenhar o papel de barreira hidráulica impermeabilizante, natural, de pequena espessura com coeficiente de permeabilidade da ordem de 1×10^{-11} m/s.

O uso do GCL neste projeto se torna necessário para atender a **NBR 13896/1997, item 4.1.1 item b**, uma vez que não há disponibilidade de material natural (solo) na área do ASB com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} (Ver **Anexo 1**). Essa situação segue os termos e condições já previstos na alínea “b” do item 7.7, do Projeto Básico vinculado ao Edital de licitação.

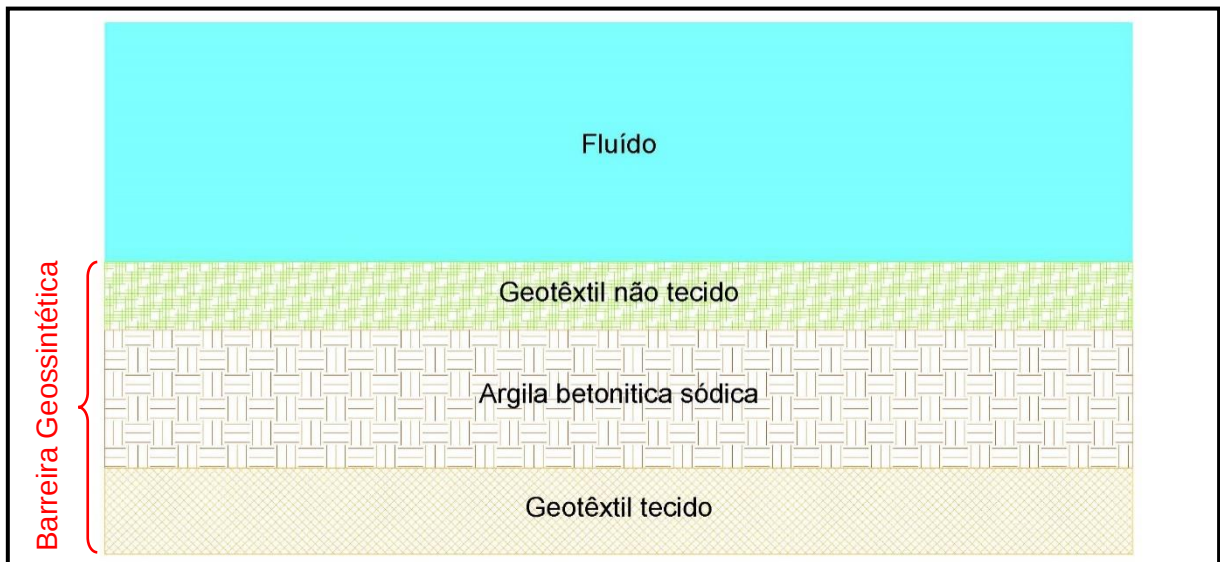


Figura 04: Detalhe da Barreira Geossintética

O GCL substitui a argila compactada com grandes vantagens em obras de impermeabilização da base de aterros sanitários, conforme descrito a seguir:

- A bentonítica sódica absorve água e expande-se até aproximadamente 15 vezes seu peso original, sem necessidade de adicionar água à argila para obter a condição de umidade ótima;
- Acentuado decréscimo da condutividade hidráulica, devido a absorção de água e a consequente expansão;
- A expansão da bentonítica faz com que haja uma regeneração, fenômeno conhecido como auto cicatrização, que ocorre na bentonítica devido a sua capacidade de expandir e vedar pequenos furos que possam surgir durante a construção e a vida útil do aterro. É utilizada como barreira hidráulica, combinada com camada de impermeabilização feitas com geomembrana;
- Em caso de perfuração da geomembrana de PEAD, o fluxo de vazamento se torna muito menor quando existe a impermeabilização com GCL.
- O uso do GCL proporciona um aumento considerável no volume a ser armazenado no aterro devido a sua pequena espessura;
- Apresenta grande redução no tempo de execução da impermeabilização da base do aterro em relação a argila natural compactada;

As propriedades técnicas mínimas do composto bentonítico a ser utilizado estão descritas no **Quadro 08** abaixo:

Quadro 08: Especificação Técnica Composto Bentonítico

COMPOSTO BENTONÍTICO			
PROPRIEDADES	NORMA	UNIDADE	RESULTADO
Barreira Geossintética Argilosa - GCL			
Massa por unidade de área do GCL	ASTM D 5993	g/m ²	≥4514
Massa seca de bentonita	ASTM D 5993	g/m ²	≥3700
Permeabilidade	ASTM D 5887	m/s	5x10 ⁻¹¹
Resistência à Tração Faixa Larga	ASTM D 6768	kN/m	12
Adesão de camadas (Peel Strength)	ASTM D 6496	N/m	≥650
Geotêxtil Nãotecido - Camada Superior			
Massa por unidade de área	ASTM D 5261	g/m ²	270
Matéria Prima	100% POLIPROPILENO		
Bentonita Sódica - Camada Intermediária			
Índice de inchamento	ASTM D 5890	ml/2g	≥24
Teor de Umidade	ASTM D 2216	%	≤12
Massa com teor de umidade de 12%		g/m ²	4144
Perda de Fluido	ASTM D 5891	ml	≤18
Teor de Montmorilonita	XRD	%	≥80
Geotêxtil Tecido - Camada Inferior			
Massa po r unid ade de área	ASTM D 5261	g/ m ²	100
Matéria Prima	100% POLIPROPIL ENO		
Informações Adicionais - Bobinas			
Largura		m	4,25
Comprimento		m	40
Área		m ²	170
Peso Aproximado		kg	770

¹ Fabricante: OBER Geossintéticos - FortLiner

Após a instalação da manta do composto bentonítico GCL, será instalada sobre ela a geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) de 2 mm de espessura, matriz plana e para a sua instalação deve-se garantir que a superfície esteja limpa e sem detritos.

Segue abaixo as propriedades técnicas mínimas da geomembrana de PEAD com espessura de 2mm, texturizada nas duas faces, fabricada pelo processo de matriz plana, cujas especificações podem ser alteradas de acordo com o fabricante, mas com valores maiores ou iguais aos indicados.

Para garantir o desempenho e a durabilidade do sistema de impermeabilização artificial, nos termos do item 5.2.7 da Norma ABNT NBR 13.896/1997, a aquisição, recebimento e instalação dos materiais deverão seguir as Normas ABNT NBR 15.352/2006⁷ e NBR 16.199/2013⁸.

⁷ ABNT NBR 15352:2006 – Mantas termoplásticas de polietileno de alta densidade (PEAD) e de polietileno linear (PEBDL) para impermeabilização

⁸ ABNT NBR 16199:2013 – Geomembranas termoplásticas — Instalação em obras geotécnicas e de saneamento ambiental

Quadro 09: Propriedades técnicas mínimas da geomembrana de PEAD

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO DE ENSAIO	VALORES ESPECIFICADOS			
Espessura (nominal)	ASTM D 5994 (mm)	1,00	1,50	2,00	2,50
Densidade (mínimo)	ASTM 792 (g/cm ³)	0,94	0,94	0,94	0,94
Altura da aspereza (média mínima)	ASTM D 7466 (mm)	0,45	0,45	0,45	0,45
Resistência à tração no escoamento (média mínima)	ASTM D 6693 (kN/m)	15	22	29	37
Alongamento no escoamento (média mínima)	ASTM D 6693 (%)	12	12	12	12
Resistência à tração na ruptura (média mínima)	ASTM D 6693 (kN/m)	10	16	21	26
Alongamento na ruptura (média mínima)	ASTM D 6693 (%)	100	100	100	100
Resistência ao rasgo (média mínima)	ASTM D 1004 (N)	125	187	249	311
Resistência ao punção	ASTM D 4833 (N)	267	400	534	667
Dispersão de negro de fumo	ASTM D 5596 (categoria)	1 ou 2	1 ou 2	1 ou 2	1 ou 2
Teor de negro de fumo	ASTM D 4218 (%)	2a3	2a3	2a3	2a3
Tempo de oxidação (mínimo)	ASTM D 3895 (1 atm/200° C min)	100	100	100	100
Resistência ao tensofissuramento (NCTL)	ASTM D 5397 (h)	≥500	≥500	≥500	≥500

¹ Fabricante: Engenpol Geossintético - Grupo Nortene Qualidade e Tecnologia

Por último serão compactadas 2 (duas) camadas de solo de 20 cm cada, sobre a geomembrana, para proteção mecânica da mesma, compactada através de rolo liso e pé de carneiro respectivamente. A compactação deverá ser executada em etapas até atingir a espessura desejada. Ela é necessária para que seja assegurada a integridade física da geomembrana. A compactação da primeira camada de solo sobre a manta deve ser realizada com rolo liso. Sobre esta última camada deverá ser instalado Geotêxtil Tecido 25 Kn/m, e por fim sobre o Geotêxtil deverão ser instalados os drenos de percolado, conforme já descrito no **Item 5.3.2**, em atendimento as recomendações do IBRAM por meio do Parecer Técnico SEI-GDF Nº 93/2019-IBRAM/ PRESI/ SULAM/ DILAM III – CONCLUSÕES, ITEM 34.

O detalhe da implantação do sistema de impermeabilização da base da trincheira está apresentado no **Desenho 12/21**.



Figura 05: Instalação de Barreira Geossintética - GCL

5.3.6. Cobertura dos Resíduos

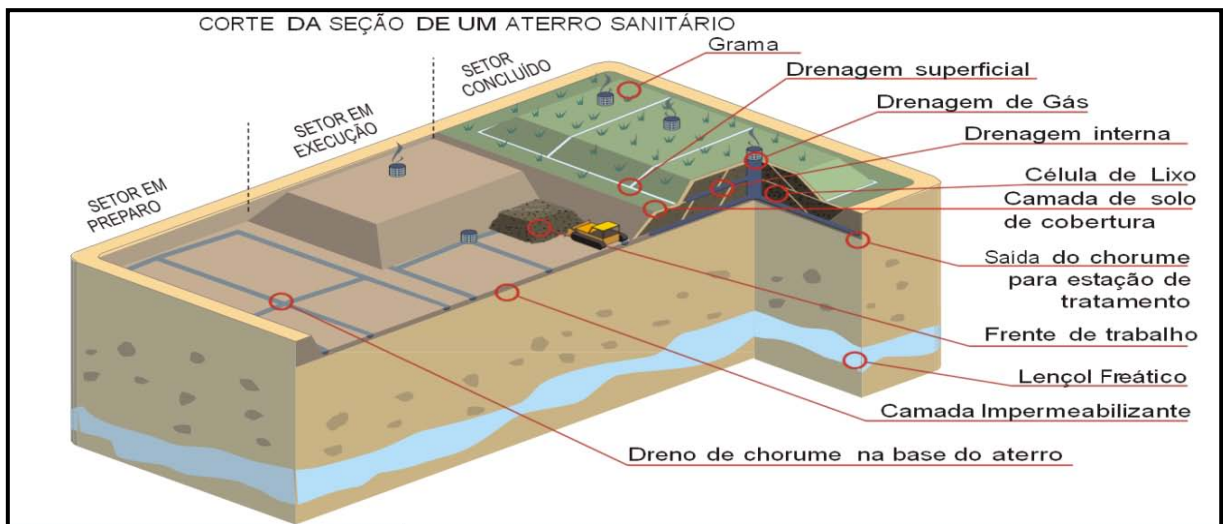
Os resíduos dispostos, ao final de cada jornada de trabalho (célula sanitária), deverão receber cobertura de solo, com aproximadamente 20 cm de espessura.

No encerramento da trincheira e de cada camada de verticalização, os resíduos deverão receber cobertura com uma camada de solo de 0,30m de espessura que deverá ser retirada antes da disposição de lixo na camada seguinte, conforme detalhado na seção 5.8.3. Nos taludes e bermas a camada de cobertura deverá ter 0,50 m.

Para a cobertura das diversas camadas de resíduos do aterro classe II (descritas acima) deverá ser utilizado um volume aproximado de 350.947 m³ de solo que corresponde a 10% do volume resíduos a ser disposto no maciço (conforme **Quadro 06**).

Nas bermas, taludes das camadas de verticalização deverá ser realizada a cobertura vegetal com gramíneas, que possibilitará a selagem do maciço, minimizando emissões gasosas fugitivas e infiltração de águas pluviais no maciço, além da implantação do sistema de drenagem pluvial sobre o maciço, nos taludes e bermas.

No esquema da **Figura 06** apresentam-se os elementos que constituem um aterro sanitário típico.



FONTE: Governo do Estado da Bahia – Manual de Operação de Aterro Sanitário

Figura 06: Aterro sanitário típico

5.3.7. Sistema de drenagem sub superficial – Dreno Testemunho (Detecção de vazamento)

O sistema de drenagem sub superficial da Etapa 2 deverá ser implantado abaixo da cota final de escavação da trincheira, acompanhando a mesma declividade e será composto por Dreno Principal Sub Superficial (DPS), Drenos Secundários Sub Superficiais (DSS), Poços de Visita Sub Superficiais (PVS), e rede de drenagem sub superficial.

Os drenos principais serão executados em valas escavadas mecanicamente e terão seção transversal retangular de 0,60 m de largura por 0,60 m de profundidade. A seção escavada

dos drenos principais deverá ter um lastro de brita 1 de 10 cm na base sobre o qual serão assentados tubos corrugados e perfurados de PVC de 100 mm, sendo o restante da seção preenchido com brita 4. Os drenos secundários terão a mesma seção, que será toda preenchida com brita 4. Os drenos principais e secundários terão toda sua seção revestida por manta de Bidim RT-16 ou similar, conforme **Desenho 03/21**.

Os efluentes coletados nos drenos sub superficiais serão encaminhados através de rede de própria de PVC, com diâmetro de 200 mm, implantada fora da área do maciço, composta de emissário e poços de visitas até os reservatórios de Qualidade 1 e 2, já existentes no ASB, conforme indicado nos **Desenhos 14/21**).

Concluindo, o sistema descrito foi projetado acima no nível de lençol freático, atuando ao longo de toda a área da base do Aterro, situando-se logo abaixo da camada de impermeabilização artificial. Ou seja, sob todo o aterro estará presente uma malha de drenos que atuará como testemunho das condições de impermeabilização da base do maciço, uma vez que qualquer líquido proveniente de eventual vazamento será direcionado para os poços de visita fora da área do mesmo. Por meio de vistorias periódicas a serem realizadas nesses dispositivos (as quais serão incluídas no plano de vistoria do Aterro), serão adotados os procedimentos estabelecido na Norma ABNT 13.896/1997, item 5.2.6⁹ no sentido de mitigar o problema, caso seja constatado aparecimento de percolado no sistema.

5.4. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO E AMBIENTAL DA ETAPA 2

O monitoramento consiste em avaliar a eficiência da disposição dos resíduos em relação à sua operação e aos controles ambientais do aterro, através de medições de campo e ensaios de laboratório a serem realizados sistematicamente durante a fase de operação e encerramento do aterro.

Para avaliar a eficiência das atividades de operação e dos controles ambientais do aterro, devem ser previstos:

⁹ Conforme NBR 13896/97, item 5.2.6:

"5.2.6 Sob o sistema artificial de impermeabilização inferior deve haver um sistema de detecção de vazamento de líquido percolado.

Nota: Se houver aparecimento de líquido no sistema de detecção, o responsável deve:

- a) notificar ao OCA dentro de sete dias o aparecimento do problema;*
- b) analisar a qualidade deste efluente;*
- c) remover, tratar, se for o caso, e dispor o líquido acumulado;*
- d) diminuir a níveis aceitáveis o fluxo de líquido percolado, através da recuperação da impermeabilização ou de outras medidas equivalentes."*

5.4.1. Monitoramento Geotécnico

Para monitoramento geotécnico do aterro sanitário, devem ser executados os seguintes procedimentos:

- Monitoramento visual: visa observar e detectar trincas, fissuras, afundamento, inchamento, enrugamento e erosão na camada de cobertura, surgimento de percolato nos taludes e bermas, falhas no sistema de drenagem superficial. Estes procedimentos devem ser realizados diariamente para que as inadequações possam ser reparadas com a máxima rapidez, com frequência diária;
- Monitoramento topográfico: o monitoramento topográfico de recalques (deslocamento vertical) e deslocamentos horizontais deverá ser realizado com a utilização de marcos superficiais distribuídos pelas camadas e bermas abrangendo todo o maciço de resíduos (**Figura 07**), com frequência semanal na forma estabelecida na Licença de Operação.

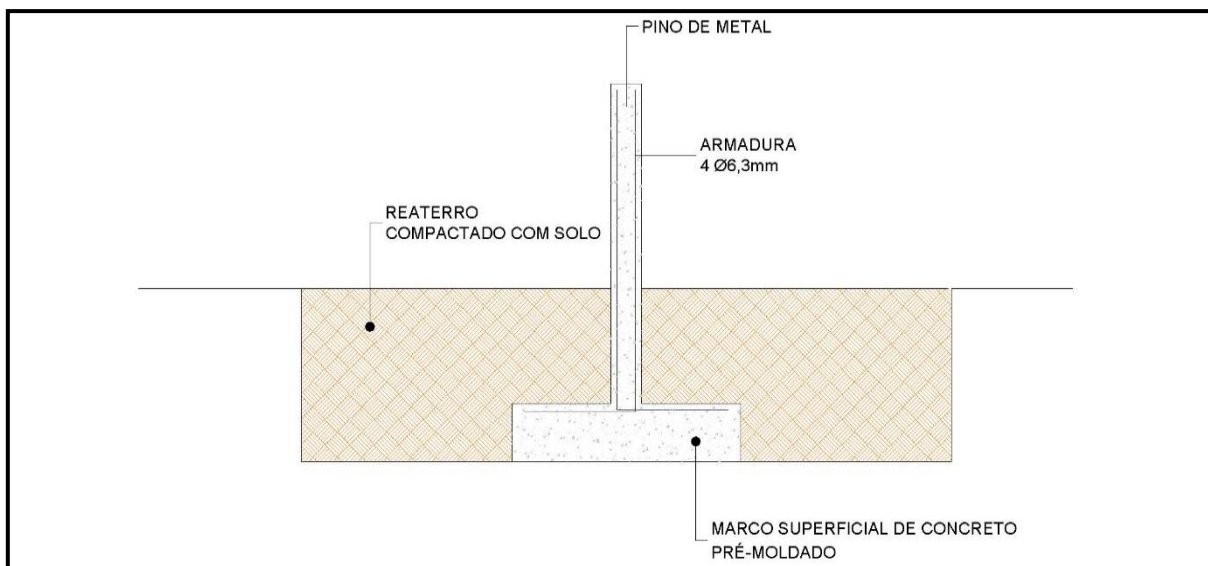


Figura 07: Monitoramento Topográfico

O marco superficial é um instrumento instalado nos taludes e bermas dos aterros, acompanhados por topografia de precisão, onde são levantadas as coordenadas em relação aos marcos fixos, não sujeitos a deslocamentos em função do tempo.

Os movimentos dos marcos superficiais mostram os movimentos do maciço (taludes e bermas) e resultando em informações de uma relação direta com a estabilidade do mesmo, porém nunca devendo ser analisados sem considerar outras grandezas e informações.

O **Quadro 10** a seguir apresenta os critérios gerais de ação para velocidades de deslocamento para aterros sanitários.

Quadro 10: Critérios gerais de ação para velocidade de deslocamento

Recalque		
Atenção	Alerta	Intervenção
$20 < x \leq 40$ mm/dia	$40 < x \leq 100$ mm/dia	$x > 100$ mm/dia
Deslocamento Horizontal		
Atenção	Alerta	Intervenção
$10 < x \leq 20$ mm/dia	$20 < x \leq 50$ mm/dia	$x > 50$ mm/dia

FONTE: ABLP (2008)

A ruptura do maciço pode ser considerada como uma deformação, onde se atingem os limites de escoamento dos materiais.

Estes procedimentos devem ser realizados mensalmente para que as inadequações possam ser reparadas com a máxima rapidez.

Está prevista a instalação de 28 marcos superficiais no maciço sanitário da Etapa 2 do ASB, conforme **Desenho 17/21**.

- Medidas de poro-pressão nos diques e no interior das células de resíduos

Com o objetivo de acompanhar os níveis de pressões nos líquidos e gases e identificar a possível formação de níveis suspensos de líquidos no interior das células de resíduos, sugere-se que sejam instalados, na Etapa 2 do ASB, mais 4 (quatro) piezômetros, sendo 2 (dois) do Tipo 1, na cota inferior, com câmara simples e 2 (dois) do Tipo 2 nas cotas mais elevadas, com câmaras duplas. Os instrumentos serão instalados na fase definitiva dos maciços de resíduos, conforme indicado no **Desenho 17/21**.

5.4.2. Monitoramento Ambiental

O monitoramento ambiental consiste em monitorar a qualidade das águas subterrâneas e superficiais na área do ASB, contemplando a instalação de poços de monitoramento e a coleta das águas profundas e superficiais para avaliar o impacto ambiental da implantação do empreendimento, e englobando as seguintes atividades: monitoramento das águas superficiais; monitoramento das águas subterrâneas; monitoramento quantitativo e qualitativo do percolado.

Essas atividades deverão ser executadas com frequência mensal, conforme preconizado na licença de operação do ASB, em contraposição aos critérios estabelecidos no Projeto Básico do ASB (trimestral).

5.5. QUALIDADE DAS ÁGUAS

5.5.1. Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas devem ser monitoradas em toda a área do ASB, através de 7 poços de monitoramento, sendo 3 (três) poços à montante (PM1, PM2 e PM3) e 4 (quatro) à jusante (PM4, PM5, PM6 e PM7) no entorno do maciço de resíduos. Estes poços devem ser objeto de atenção especial, quanto a sua proteção, manutenção e segurança, a fim de impedir possível contaminação difusa.

Os poços devem ser construídos e amostrados de acordo com a norma técnica ABNT NBR 15.495-1:2007- Versão corrigida 2:2009.

Os parâmetros a serem monitorados estão apresentados no **Quadro 11** seguir.

Quadro 11: Poços de monitoramento e parâmetros de águas subterrâneas

Pontos de Monitoramento		Coordenadas		Principais Parâmetros	Frequência
	PM	Norte	Leste		
Água Subterrânea	PM1	8.243.868,48	162.523,28	Os parâmetros de análise das águas superficiais deverão englobar: Temperatura (°C), Alcalinidade total, Condutividade específica (µS/cm), Turbidez (UNT), Turbidez, Oxigênio Dissolvido (mg/L), Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg/L), Demanda Química de Oxigênio (mg/L), Nitrogênio amoniacal (mg/L), Nitratos (mg/L), Nitritos (mg/L), Nitrogênio total (mg/L), Óleos e graxas (mg/L), PH, Fósforo Total (mg/L), Fósforo reativo (mg/L), Sólidos totais (mg/L), Sólidos totais dissolvidos (mg/L), Concentração de coliformes totais (NMP/100 mL) e Concentração de coliformes Termotolerante, (NMP/100 mL), óleos e graxas, Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cloretos, Cobre, Cromo total e hexavalente, , Ferro, Manganês, Mercúrio, Selênio, Sulfato e zinco	Mensal- Entrega de relatório semestral
	PM2	8.243.880,58	162.163,79		
	PM3	8.243.704,39	161.945,42		
	PM4	8.244.187,64	161.615,30		
	PM5	8.244.367,09	161.832,12		
	PM6	8.244.388,98	162.163,93		
	PM7	8.244.288,14	162.568,03		

A locação dos poços de monitoramento e os detalhes construtivos estão apresentados nos **Desenhos 17/21 e 18/21** e na **Figura 08** a seguir.

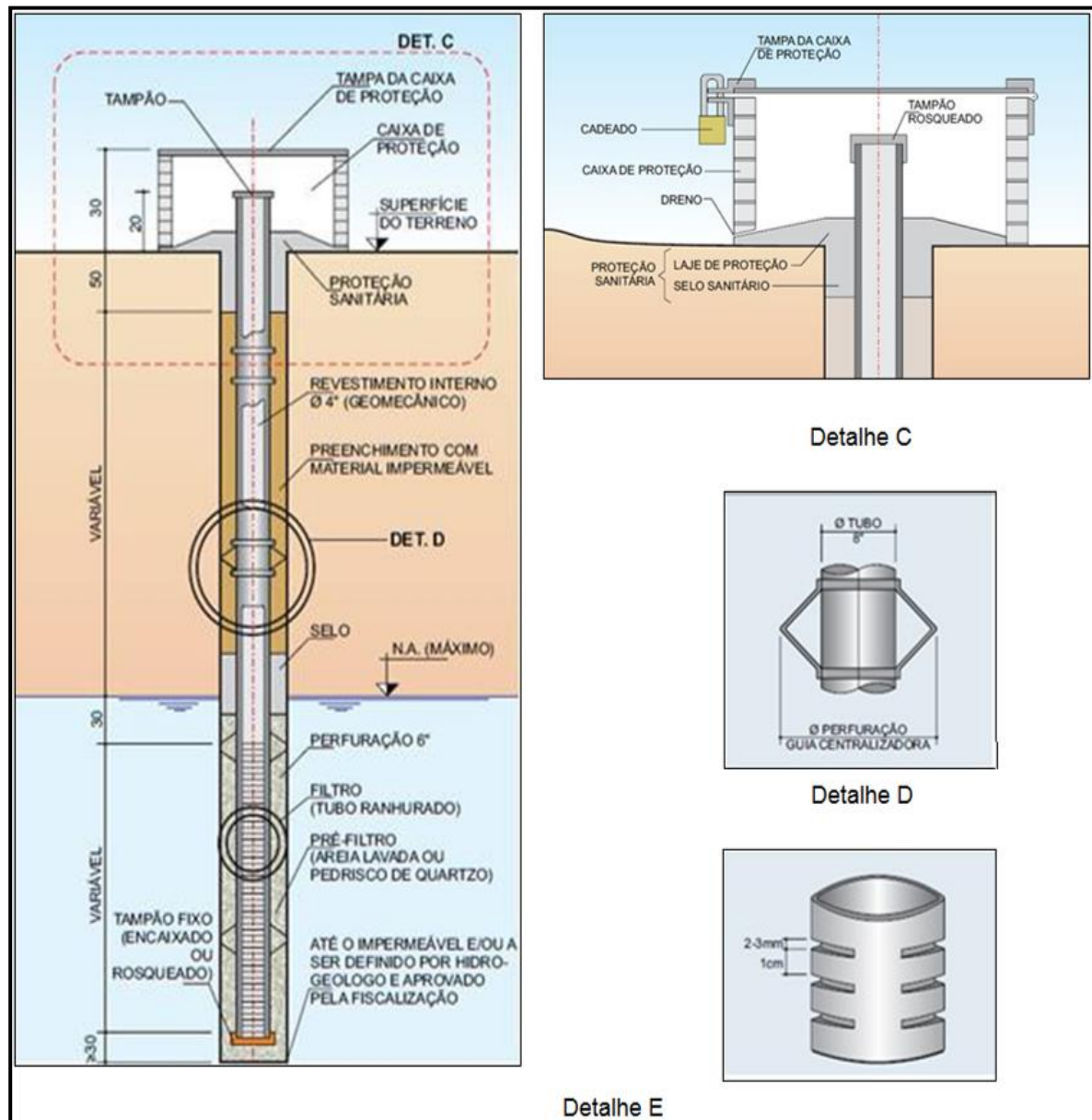


Figura 08: Detalhes construtivos dos poços de monitoramento

5.5.2. Águas Superficiais

Para o monitoramento da qualidade das águas superficiais no ASB, os pontos de amostragem deverão ser os mesmos especificados na Etapa 1, ou seja, 03 (três) pontos de amostragem no Córrego Melchior. A sequência adotada foi PCAS1 à montante, PCAS2 e PCAS3, à jusante, conforme estão distribuídos e descritos no **Quadro 12** e **desenho 17/21**.

Quadro 12: Localização e caracterização dos pontos de amostragem.

PONTO	COORD. UTM/BACIA		Parâmetros	Frequência
	Norte	Leste		
PCSA1	8.244.234,69	163.041,73	Os parâmetros de análise das águas subterrâneas deverão englobar: Temperatura (°C), Alcalinidade total,	
PCSA2	8.244.647,64	162.470,78		

PCSA3	8.244.668,89	161.507,67	Condutividade específica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Turbidez (UNT), Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg/L), Demanda Química de Oxigênio (mg/L), Nitrogênio amoniacal (mg/L), Nitratos (mg/L), PH, Sólidos totais dissolvidos (mg/L), Ferro (mg/L), Cloreto (mg/L), Manganês (mg/L), Dureza (mg/L), Concentração de coliformes totais Termotolerantes (NMP/100 mL) e Concentração de coliformes fecais (NMP/100 mL), Escheerichia coli (NMP/100 mL), Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo Total, Oxigênio Dissolvido, óleos e graxas, Fenóis, Nitrogênio amoniacal, Mercúrio, Nitrito, Selênio, Sólidos Totais, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Suspensos, Sulfeto e Zinco	Mensal- Entrega de relatório semestral
-------	--------------	------------	--	---

5.6. MEMORIAL DE CÁLCULO

5.6.1. Cálculo da vazão de percolado

A vazão de percolado em um aterro sanitário é proveniente do chorume produzido pela decomposição da matéria orgânica no interior da massa de resíduos e da contribuição pluviométrica sobre as células sanitárias e o maciço de resíduos.

Na concepção do projeto da Etapa 2 do Aterro Sanitário de Brasília – ASB, considerou-se a implantação de um sistema de drenagem de água pluvial em todo o maciço de resíduos com a finalidade de minimizar a contribuição de água pluvial no maciço de resíduos, diminuindo a vazão de percolado produzido.

A vazão de percolado será calculada pelo Método Suíço e serão utilizados os dados pluviométricos do INMET para aterros sanitários, os mesmos utilizados pela CEPOLLINA ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA, para o cálculo da Etapa 1 do ASB.

A formulação do Método Suíço, utilizado para avaliação das vazões de percolado, é apresentada a seguir, com parâmetros ajustados para as condições locais:

$$Q = (k * P * A) / T$$

Onde:

Q = vazão de percolado

k = coeficiente de contribuição;

P = precipitação média mensal máxima;

A = área de contribuição

T = número de segundos em 1 mês = 2.592.000 segundos

O coeficiente de compactação K depende do grau de compactação dos resíduos sólidos urbanos. Foi considerado neste projeto o valor de 0,52.

Para o cálculo das vazões, utilizou-se a máxima precipitação mensal observada entre os anos de 1989 a 2019 de 526,40 mm/mês, conforme dados do INMET¹⁰, condição essa que extrapola as médias de precipitações, mas são utilizadas como fator de segurança do sistema de drenagem de percolado.

Etapa 2 (Fase 1 + Fase 2)

Área de Contribuição da Etapa 2 = 132.000,00 m²;

K = 0,52;

Precipitação máxima mensal = 526,4 mm/mês.

➤ Vazão de pico – máxima mensal

$$Q_p = \frac{K \times P \times A}{T}$$

$$Q_p = \frac{0,52 \times 526,4 \times 132.000}{2.592.000}$$

$$Q_p = \frac{36.132.096}{2.592.000}$$

$$Q_p = 13,94 \text{ l/s} = 1.204,40 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Etapa 2 (Fase 1)

Área de Contribuição da Etapa 1 + Etapa 2 (Fase 1) = 175.000,00 m²;

K = 0,52;

Precipitação máxima mensal = 526,4 mm/mês.

➤ Vazão de pico – máxima mensal

$$Q_p = \frac{K \times P \times A}{T}$$

$$Q_p = \frac{0,52 \times 526,4 \times 175.000}{2.592.000}$$

¹⁰ Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Estação: 83377 – Brasília, DF, Latitude: -15.78; Longitude: -47.93; altitude: 1159.54m.

$$Q_p = \frac{47.902.400}{2.592.000}$$

$$Q_p = 18,48 \text{ l/s} = 1.596,75 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Etapa 2 (Fase 02)

Área de Contribuição Etapa 1 + Etapa 2 (Fase 1 + Fase 2) = 242.000,00 m²;

K = 0,52;

Precipitação máxima mensal = 526,4 mm/mês.

➤ Vazão de pico – máxima mensal

$$Q_p = \frac{K \times P \times A}{T}$$

$$Q_p = \frac{0,52 * 526,4 * 242.000}{2.592.000}$$

$$Q_p = \frac{66.242.176}{2.592.000}$$

$$Q_p = 25,56 \text{ l/s} = 2.208,07 \text{ m}^3/\text{dia}$$

5.6.2. Dimensionamento dos drenos de percolado

5.6.2.1 Diâmetro das tubulações (D)

Com relação ao cálculo dos diâmetros das tubulações, o procedimento utilizado foi adotar inicialmente valor mínimo de 250 mm para o dreno principal de base, com verificação do atendimento aos parâmetros operacionais (ou seja, lâmina máxima de percolado, velocidade máxima de escoamento e velocidade crítica inferior à máxima de escoamento).

Especificamente para a velocidade crítica, o aumento de diâmetro se deu, apenas, quando a relação lâmina de percolado/diâmetro (y/D) foi superior a 50% e a velocidade final de escoamento ultrapassou seu valor.

5.6.2.2 Declividade dos trechos (I)

As declividades mínima e máxima foram calculadas pelas equações de Chézy-Manning e da Continuidade:

$$v = \frac{1}{\eta} \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q = v \times S$$

Em que:

η = coeficiente de Manning (0,010 para PEAD);

S = área da seção da tubulação (m²);

R_h = raio Hidráulico (m);

v = velocidade de escoamento (m/s);

I = declividade do trecho (m/m).

Considerando a condição natural do terreno que tem uma declividade média 3,23 % (sentido Sul/Norte), foi fixado esse valor tendo em vista a diminuição dos custos com escavação. Assim, obtém-se um perfil de escavação médio homogêneo ao longo da área, além de se garantir uma declividade mais favorável ao escoamento do percolado na base, sendo esta superior a mínima estabelecida nas normas consultadas da Austrália e da Irlanda.

5.6.2.3 Lâmina de percolado (y)

De posse dos valores de vazão e diâmetro, os valores da lâmina de percolado, nos diferentes trechos, foram calculados pelas equações de Chézy-Manning e da Continuidade.

O valor estabelecido para lâmina máxima de percolado nas tubulações do sistema projetado foi de 50% do valor do diâmetro. Entretanto, quando a velocidade final de escoamento foi superior à velocidade crítica, a maior lâmina admissível foi de 50% do diâmetro das tubulações.

5.6.2.4 Tensão trativa (σ)

A Tensão trativa, para os diferentes trechos, foi calculada pela seguinte equação:

$$\sigma = \rho \times R_h \times I$$

Em que:

ρ = peso específico do percolado ($\approx 1.000 \text{ kgf/m}^3$)

5.6.2.5 Velocidade de escoamento (v)

De posse dos valores de vazão e diâmetro, os valores da velocidade de escoamento, nos diferentes trechos, foram calculados pelas equações de Chézy-Manning e da Continuidade, sendo admitida a velocidade máxima de 5m/s.

5.6.2.6 Velocidade crítica (Vc)

A velocidade crítica foi calculada pela seguinte equação:

$$V_c = 6 \times (g \times R_h)^{1/2}$$

Em que:

g = aceleração da gravidade (m/s²)

Nos trechos em que a velocidade de escoamento foi superior à crítica e a relação lâmina/diâmetro (y/D) superior a 50%, o diâmetro foi imediatamente substituído para o próximo valor comercial. No entanto, quando a relação y/D foi menor igual a 50%, o diâmetro foi mantido.

5.6.2.7 Colchão drenante

Foi adotado para o dreno horizontal de percolado na base do maciço o sistema de colchão drenante, disposto ao longo de toda a área da Etapa 2, com tubos coletores principais em PEAD perfurado com diâmetro de 250 mm acompanhando a declividade da base do maciço, conforme **Figura 01** e **Desenho 4/21**.

Esta concepção foi adotada em virtude da recomendação do IBRAM de alteração da metodologia construtiva utilizada na 1ª Etapa, por meio do Parecer Técnico SEI-GDF Nº 93/2019-IBRAM/ PRESI/ SULAM/ DILAM III – CONCLUSÕES, ITEM 34, cuja concepção inicial do sistema de drenagem de base era em espinha de peixe.

“Para as próximas células adotar metodologia construtiva diferenciada da adotada na Célula 1, recomenda-se como alternativa ao sistema de coleta do lixiviado por espinha de peixe a adoção de camada permeável com pedra rachão para a captura do lixiviado”;

Para determinação da estrutura física do colchão drenante foram utilizados alguns parâmetros de Normas Irlandesa (EPA, 2000) e Australiana (EPA, 2016) quanto a altura mínima do

material drenante e filtrante bem, como sua granulometria, permeabilidade, cobertura do tubo de base e altura máxima do percolado sobre a sistema de impermeabilização artificial.

A Norma Irlandesa estabelece que a camada drenante deve ter no mínimo 50 cm¹¹. já a Norma Australiana estabelece a espessura mínima de 30 cm¹². Considerando a drenagem de base com tubo de PEAD de 250 mm, e considerando ainda uma cobertura mínima desse material com brita 4 (cujo diâmetro varia entre 36mm e 76mm), foi adotada espessura mínima de 15 cm sobre o tubo drenante para evitar seu contato com o lixo, uma vez que essa situação poderia ocasionar entupimentos da tubulação. Assim, a camada de brita 4 foi especificada com 40 cm de espessura.

A utilização de brita 4 se deu em virtude de sua permeabilidade média ser igual a 0,8 m/s e de forma a permitir a formação de uma camada filtrante que impeça a passagem de resíduos, possibilitando apenas a passagem do percolado.

Para verificação do nível máximo de percolado na camada drenante e em atendimento a altura máxima de percolado que pode ficar sobre a geomembrana PEAD foi utilizada a equação de Moore constante da Norma Irlandesa (EPA, 2000), com a finalidade de verificar essa condição operacional. A concepção do projeto, com o direcionamento do percolado direto para o tubo condutor principal, permitiu um dimensionamento que direciona o percolado com mais rapidez para saída da base do maciço.

$$h_{max} = \frac{L\sqrt{c}}{2} \left[\frac{\tan^2 \alpha}{c} + 1 - \frac{\tan \alpha}{c} \sqrt{\tan^2 \alpha + c} \right]$$

Em que:

h_{max} = altura máxima de lixiviado

L = Distância entre dois tubos de drenagem adjacentes (m)

c = q/K = parâmetro adimensional

q = coeficiente de infiltração uniforme (m/s)

¹¹Environmental Protection Agency. Landfill Manuals: Landfill Site Design. Irlanda: 2000. 7.3.2 Design Features and Recommended Minimum Standards.

¹²Environmental Protection Agency. Environmental Guidelines: Solid Waste Landfills, Second edition. Australia: 2016. 1.4 Gravel drainage layers"

K = Condutividade Hidráulica do Material Drenante (m/s)

α = declividade do terreno de fundo até o tubo de drenagem

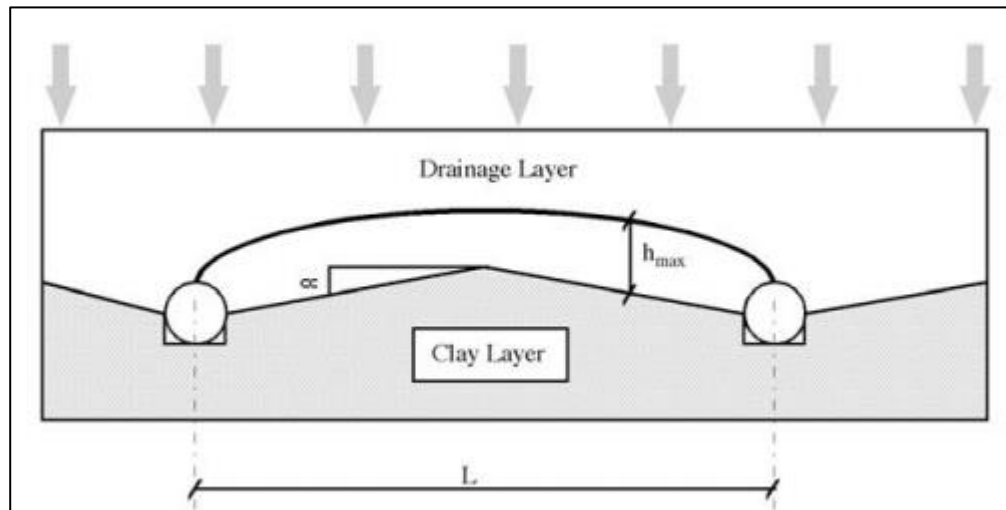


Figura 09: Modelo para verificação de distância entre os tubos e altura máxima de percolado

Considerando a declividade de projeto no sentido do tubo de 1,6%, verifica-se que o $h_{\text{máx}}$ de percolado calculado é igual a 13,5cm, ou seja, valor inferior ao máximo estabelecido pela NBR 13.896/1997 de 30cm.

5.6.2.8 Planilha dimensionamento

A planilha detalhada do dimensionamento hidráulico está apresentada no **Anexo 2a**.

5.6.3. Medição de Vazão

A medição de vazão do percolado será através de calha Parshall de 3", construída em fibra de vidro e assentada caixa de alvenaria de $\frac{1}{2}$ vez, ou em conjunto com caixa de areia, rebocada com argamassa de cimento e areia, conforme apresentado no **Desenho 6/21 e 7/21**.

5.6.4. Dimensionamento do sistema de drenagem de águas pluviais

5.6.4.1 Coeficiente de Distribuição "run-off"

Conforme premissas adotadas para o projeto do ASB manteve-se para 2ª Etapa do projeto o mesmo utilizado no projeto geral e 1ª Etapa.

Nesse caso o Coeficiente de "run-off" adotado foi de 0,40.

5.6.4.2 Tempo de concentração

Tempo de concentração – t_c – é o tempo que decorre desde o início da chuva, até que toda a bacia passe a contribuir para uma seção de uma determinada galeria. Para o projeto foi adotado o tempo de concentração igual a 10min.

5.6.4.3 Intensidade média das chuvas

Para a intensidade de chuva, para o caso em questão, utilizou-se duas equações, sendo a primeira extraída da compilação realizada por Aparecido Vanderlei Festi (2007), e a outra recomendada pela NOVACAP;

Equação 1:

Para $T_r = 10$ anos,

$$i = \frac{10125}{(t + 16)^{0,945}}$$

sendo;

i = intensidade de precipitação, em litros/hectares x segundo);

t = tempo de concentração, em min.

Equação 2:

$$i = \frac{21,7 \times T_r^{0,16}}{(t + 11)^{0,815}} \times 166,7$$

sendo;

i = intensidade de precipitação, em litros/hectares x segundo);

t = tempo de concentração, em min;

T_r = tempo de recorrência, em anos;

166,7 = coeficiente de transformação de mm/min e l/s x ha.

5.6.4.4 Cálculo do deflúvio local Q

O deflúvio, isto é, a água escoada, é calculado pela expressão do método racional:

$$Q = C * i * A$$

Onde:

A – área da bacia em hectares;

c – coeficiente “run-off”;

i – intensidade média das chuvas (mm/h);

O deflúvio a escoar será dado pelo deflúvio local mais os trechos de montante.

5.6.4.5 Dimensionamento

Depois de ter calculado o deflúvio a escoar, pode-se chegar ao diâmetro e a declividade através da Planilha de Dimensionamento, que foi calculada com os seguintes parâmetros:

$$Q = \frac{A_m \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

Onde:

A_m é a área molhada da seção;

R_h é o raio hidráulico;

I é a declividade do trecho;

n é o coeficiente de manning = 0,015 para tubos de concreto; na tabela 1;

Sendo:

$$\text{Área Molhada: } A_m = C_1 \cdot D^2 = \frac{Q}{v}$$

Fator de Condução: $k = C_2 \frac{D^{8/3}}{n} = \frac{Q}{\sqrt{I}}$, o valor de C_2 , sendo $n = 0,015$. Interpolando esse valor na **Tabela 1 (Quadro 16)**, é encontrado C_1 , que é fundamental para o cálculo da velocidade, v , do trecho.

Para o escoamento adotou-se Y/D máx de 0,80.

5.6.4.6 Planilha dimensionamento

A planilha detalhada do dimensionamento hidráulico está apresentada no **Anexo 2b**.

5.7. ESTIMATIVA DAS VAZÕES E DIMENSIONAMENTO DAS DESCIDAS HIDRÁULICAS

5.7.1. Descidas hidráulicas em colchão Reno nas células de lixo

Serão implantadas descidas hidráulicas em colchão Reno transversalmente às células de resíduos, com a finalidade de garantir o escoamento superficial das águas pluviais encaminhadas pelas canaletas de pé de talude.

A vazão crítica de projeto para o dimensionamento das descidas hidráulicas, correspondem a:

- Para as descidas provisórias: DHP-1, que resulta na área de contribuição de 30.000m².
- Para as descidas definitivas: DHD-1, que resulta na área de contribuição de 30.000m².

Quadro 13: Dimensionamento das descidas d'águas provisórias e definitivas

TRECHO	A contrib (m ²)	Tc adotado (min)	TR (anos)	i (mm/h)	run-off	Q proj (m ³ /s)
DHD-01	30.000	10	25	182,25	0,4	0,608
DHP-01	30.000	10	10	157,40	0,4	0,525

Condições de operação:

- Declividade = 0,4500 m/m;
- Coeficiente de Manning: n = 0,027

Nestas condições temos

Quadro 14: Dimensionamento hidráulico - descidas hidráulicas colchão Reno

Largura base (m)	Lâmina (m)	Declividade (m/m)	Coef. Manning	Área molhada (m ²)	Perímetro molhado (m)	Raio hidr. (m)	Vazão (m ³ /s)	Velocidade (m/s)
1,60	0,085	0,4500	0,027	0,136	1,77	0,077	0,611	4,49

Dimensionamento	
H	B
0,20	1,60

De acordo com as características dos colchões Reno, temos:

Quadro 15: Características Colchão Reno - MACAFERRI DO BRASIL LTDA

Tipo	Espessura (cm)	Pedra de enchimento (d _{50%} mm)	Velocidade crítica (m/s)	Velocidade limite (m/s)
Colchão Reno	17	110	4,2	4,5
Colchão Reno	23	120	4,5	6,1

Adota-se, portanto, uma descida água com base de 1,60 metros com uma profundidade de 0,20 metro, perfazendo um comprimento de colchão de 5,00 metros. Devido à velocidade verificada de 4,49 m/s para um período de retorno de 25 anos, adotou-se colchão Reno com espessura de 17 cm, que suporta a velocidade atingida.

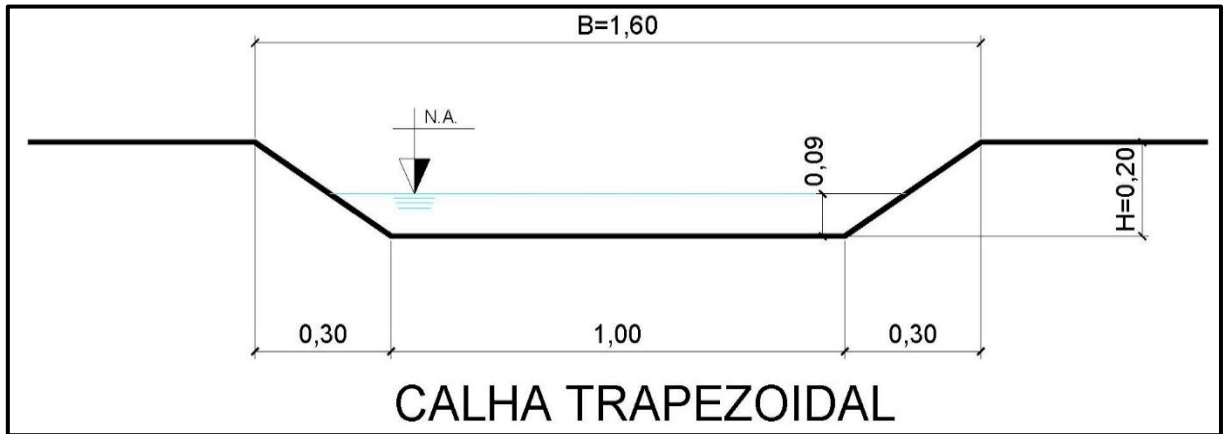


Figura 10: Descida d'água

Quadro 16: Tabela 1

y/d	a	C1	C2
0,10	1,2870	0,0409	0,0065
0,11	1,3523	0,0470	0,0079
0,12	1,4150	0,0534	0,0095
0,13	1,4755	0,0600	0,0113
0,14	1,5340	0,0668	0,0131
0,15	1,5908	0,0739	0,0152
0,16	1,6461	0,0811	0,0173
0,17	1,7000	0,0885	0,0196
0,18	1,7526	0,0961	0,0220
0,19	1,8041	0,1039	0,0246
0,20	1,8546	0,1118	0,0273
0,21	1,9041	0,1199	0,0301
0,22	1,9528	0,1281	0,0331
0,23	2,0007	0,1365	0,0362
0,24	2,0479	0,1449	0,0394
0,25	2,0944	0,1535	0,0427
0,26	2,1403	0,1623	0,0461
0,27	2,1856	0,1711	0,0497
0,28	2,2304	0,1800	0,0534
0,29	2,2747	0,1890	0,0572
0,30	2,3186	0,1982	0,0610
0,31	2,3620	0,2074	0,0650
0,32	2,4051	0,2167	0,0691
0,33	2,4478	0,2260	0,0733
0,34	2,4901	0,2355	0,0776
0,35	2,5322	0,2450	0,0820
0,36	2,5740	0,2546	0,0864
0,37	2,6155	0,2642	0,0910
0,38	2,6569	0,2739	0,0956
0,39	2,6980	0,2836	0,1003
0,40	2,7389	0,2934	0,1050
0,41	2,7796	0,3032	0,1099
0,42	2,8202	0,3130	0,1148
0,43	2,8607	0,3229	0,1197
0,44	2,9010	0,3328	0,1248
0,45	2,9413	0,3428	0,1298
0,46	2,9814	0,3527	0,1349
0,47	3,0215	0,3627	0,1401
0,48	3,0616	0,3727	0,1453
0,49	3,1016	0,3827	0,1506
0,50	3,1416	0,3927	0,1558

y/d	a	C1	C2
0,51	3,1816	0,4027	0,1611
0,52	3,2216	0,4127	0,1665
0,53	3,2617	0,4227	0,1718
0,54	3,3018	0,4327	0,1772
0,55	3,3419	0,4426	0,1826
0,56	3,3822	0,4526	0,1879
0,57	3,4225	0,4625	0,1933
0,58	3,4630	0,4724	0,1987
0,59	3,5036	0,4822	0,2041
0,60	3,5443	0,4920	0,2094
0,61	3,5852	0,5018	0,2147
0,62	3,6263	0,5115	0,2200
0,63	3,6676	0,5212	0,2253
0,64	3,7092	0,5308	0,2306
0,65	3,7510	0,5404	0,2358
0,66	3,7931	0,5499	0,2409
0,67	3,8354	0,5594	0,2460
0,68	3,8781	0,5687	0,2511
0,69	3,9212	0,5780	0,2560
0,70	3,9646	0,5872	0,2610
0,71	4,0085	0,5964	0,2658
0,72	4,0528	0,6054	0,2705
0,73	4,0976	0,6143	0,2752
0,74	4,1429	0,6231	0,2798
0,75	4,1888	0,6319	0,2842
0,76	4,2353	0,6405	0,2886
0,77	4,2825	0,6489	0,2928
0,78	4,3304	0,6573	0,2969
0,79	4,3791	0,6655	0,3008
0,80	4,4286	0,6736	0,3047
0,81	4,4791	0,6815	0,3083
0,82	4,5306	0,6893	0,3118
0,83	4,5832	0,6969	0,3151
0,84	4,6371	0,7043	0,3183
0,85	4,6924	0,7115	0,3212
0,86	4,7492	0,7186	0,3239
0,87	4,8077	0,7254	0,3264
0,88	4,8682	0,7320	0,3286
0,89	4,9309	0,7384	0,3305
0,90	4,9962	0,7445	0,3322
0,91	5,0644	0,7504	0,3335
0,92	5,1362	0,7560	0,3345
0,93	5,2121	0,7612	0,3351
0,94	5,2933	0,7662	0,3353



y/d	a	C1	C2

y/d	a	C1	C2
0,95	5,3811	0,7707	0,3349
0,96	5,4778	0,7749	0,3339
0,97	5,5869	0,7785	0,3322
0,98	5,7156	0,7816	0,3294
0,99	5,8825	0,7841	0,3248
1,00	6,2832	0,7854	0,3117

5.8. OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

5.8.1. Acesso e pátio de manobras

Os acesso e pátios de manobras são estruturas provisórias e que permitem o tráfego do veículos, carretas e equipamentos de coleta até o ponto de descarga da frente de operação do Aterro Sanitário de Brasília – ASB. São de fundamental importância uma vez que dão condição de trafegabilidade dentre as camadas de operação do Aterro até o local de descarga desses veículos.

Os Acessos têm uma largura aproximada de 8 metros e são vias internas dentro do maciço que ligam a via pavimentada existente aos pátios de manobra que estão localizados nos pontos de descargas de cada camada de operação e possuem dimensão de 35 metros de largura por 50 metros de comprimento que permite a manobra inclusive das carretas para realizarem as descargas dos resíduos.

Os acessos e pátios de manobra deverão ter pavimentos reforçados, sendo executados com largura aproximada de 8,00 metros, por meio da melhoria efetiva das condições do sub-leito, implantação de camada de brita graduada, com espessura de 5cm, Geotêxtil Tecido 25 kN/m, nova camada de brita graduada com 5cm de espessura, rachão com espessura de 20 cm, compactada com a passagem de trator de esteiras, implantação de camada de brita mista, com espessura de 15 cm, compactada também com trator de esteiras.

Nos trechos onde estão previstos aterros para a implantação das pistas, os mesmos deverão ser lançados em camadas de solo solto não superiores a 30 cm. O material lançado deverá ser espalhado e nivelado de modo a se obter uma superfície plana e de espessura uniforme. As camadas deverão ser compactadas por meio do tráfego de rolo compactador tipo pé de carneiro, devendo a operação de compactação ser feita uniformemente em toda a praça, evitando a formação de trilhas.

Os pátios de descarga terão dimensões de 35 metros de largura por 50 metros de comprimento localizados em vários pontos de cada camada do maciço nas frentes de serviço e deverão ter revestimento reforçado, composto por uma camada de 30cm de reforço de sub-base, 5cm brita graduada, Geotêxtil Tecido 25 kN/m, 5cm brita graduada, 20cm de pedra rachão, 15cm de brita graduada.

Os pátios deverão ser executados de forma a se garantir áreas de manobra e descarga para os coletores compactadores, basculantes e carretas, tanto em períodos de operação



normal, como em períodos de chuvas intensas, de forma a garantir o recebimento de resíduos nas quantidades médias mensais previstas.

Eventualmente, poderá ocorrer a interrupção provisória das descargas visando viabilizar a manutenção dos acessos e pátios de descarga.

5.8.2. Lançamento, Espalhamento e Compactação dos Resíduos

A formação das células de alteamento de resíduos obedecerá aos critérios de execução de aterros sanitários estabelecidos pela norma técnica ABNT NBR 13896.

O caminhão coletor ou basculante ou carreta descarregará os resíduos no sopé da frente de operação. O lançamento e espalhamento dos resíduos, após identificação dos veículos coletores, serão realizados a partir das áreas de acesso e manobra com o auxílio de equipamento trator de esteira.

Imediatamente antes da descarga dos resíduos na área do aterro, serão removidas as lonas de proteção do caminhão basculante ou carreta, para inspeção dos materiais.

Ressalta-se que o local para realização das atividades de remoção de lona deverá estar corretamente indicado na área do Aterro.

A operação de espalhamento consiste no arranjo das camadas de resíduos. A espessura requerida das camadas será controlada topograficamente mediante a utilização de cruzetas de referência, sendo os acertos em locais especiais, como próximo aos drenos de percolados, realizados através de operações manuais complementares. Nessa fase de espalhamento o mesmo poderá ocorrer de baixo para cima ou no sentido contrário dependendo das condições de operação no momento da descarga e espalhamento, tendo em vista que poderá ocorrer descarga de resíduos a montante (acima) do local de compactação, o que não interfere no procedimento comum de compactação.

A espessura após o espalhamento será entre 30 e 60cm. Posteriormente os resíduos espalhados serão compactados pelo trator sobre esteiras, que deverá subir e descer sobre os resíduos, de 3 a 6 vezes, dependendo da espessura inicial da camada de resíduo, formando-se a rampa de inclinação máxima de 1(V):3(H).

5.8.3. Cobertura dos Resíduos

As coberturas intermediárias das camadas de verticalização (30 cm) deverão ser sempre removidas quando for iniciar a colocação de resíduos na próxima camada de alteamento/

verticalização do maciço, permitindo que os resíduos novos recebidos sempre estejam em contato os resíduos da camada inferior, ou seja, contato resíduo com resíduo, permitindo uma melhor drenagem de biogás e percolado entre as camadas.

Vale salientar que esta condição não estava prevista no Projeto Básico do ASB. Sendo assim, esta alteração está sendo proposta como forma de melhorar as condições de coesão, ângulo de atrito e consequentemente a estabilidade do maciço inclusive com o ganho de espaço em volume para disposição dos resíduos.

5.9. INTERAÇÃO DO PROJETO DA 1ª ETAPA COM A 2ª ETAPA DO ATERRO SANITÁRIO

Após a implantação da 1ª etapa do projeto do Aterro Sanitário de Brasília, e passados já dois anos de operação do Aterro, foram constatados alguns eventos no sistema de drenagem de percolado que extrapolaram a concepção original do projeto, cuja causa encontra-se em estudo pela Núcleo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Goiás.

Mas mesmo nessa fase inicial de investigação das causas prováveis já foi possível estudar e analisar quais ações e mudanças de conceito de projeto poderiam ser aplicados à 2ª Etapa, as quais resultam em melhores condições operacionais do sistema de drenagem de percolado e consequentemente, evitando a ocorrência de eventos de obstrução e possíveis vazamentos do percolado pelo sistema de águas pluviais.

Dentre as novas condições de concepção de projeto pode-se destacar a criação de caixa de união antes da retirada do percolado do maciço, como unidade de inspeção e manutenção para limpeza preventiva do sistema interligando aos poços de visita de percolado localizado fora do maciço, bem como a criação de ligação dos drenos verticais ao dreno de base com a utilização de um tê de redução de 250mm x 200mm, o que permitirá o acesso para realização de limpeza com hidrojateamento periódico.

Contrapondo o que foi projetado para 1ª Etapa do Projeto do ASB, houve a necessidade de execução de drenos de pé de talude de forma rotineira (**ver detalhe B, Desenho 12/21**). Tal experiência foi replicada para o projeto da 2ª Etapa do ASB, com a finalidade de permitir a melhor drenagem do percolado até os drenos verticais.

Diante dos eventos supervenientes de obstrução da drenagem de percolado, ocorridos ao longo da operação da 1ª Etapa do ASB, foram construídas novas linhas de drenagem de percolado e, por consequência, projetadas intervenções de cerca de 800m de drenagem de percolado ao longo da lateral norte, sul e leste do maciço com tubulação perfurada de



400mm envolta por camada de rachão drenante de 1,20 m x 60 cm, as quais possuem a finalidade de baixar o nível piezométrico do chorume dentro do maciço, permitindo seu escoamento e melhorando a estabilidade do maciço, interligado ao emissário de chorume os lados norte e leste e ligando o lado sul a drenagem da 2ª Etapa do Aterro, conforme **Desenho 09/21**.

Vale ressaltar que o afloramento de chorume em locais distintos faz parte da natureza do processo de operação de Aterro Sanitário, podendo comumente ocorrer por fatores que fogem ao controle operacional, sendo necessário para essa situação a ligação desses pontos para o dreno vertical mais próximo do afloramento identificado. Frisa-se que essa situação já está prevista no Projeto Básico do ASB.

6. EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA OPERAÇÃO DO ATERRO

Para operação do Aterro Sanitário se faz necessário a utilização de equipamentos conforme descrição abaixo no **Quadro 17**.

Quadro 17: Os equipamentos necessários para a operação do aterro sanitário

Maquinário	Fase de Operação	
	Qt.	Descrição
a) Trator de esteira D6 ou equivalente, com potência de 140 HP/140 CV, dotado de cabine tipo ROPS que permita a proteção do operador contra sole chuva, em bom estado de conservação;	01	Lançamento, espalhamento e compactação de lixo (CPU 74034/001 da SINAPI)
b) Trator de esteira D6 ou equivalente, com potência de 153 HP, dotado de cabine tipo ROPS que permita a proteção do operador contra sole chuva, em bom estado de conservação;	01	Lançamento, espalhamento e compactação de lixo (CPU 74034/001 da SINAPI) e cobertura dos resíduos (CPU 74151/0001 da SINAPI)
c) Trator de esteira, com potência mínima de 90 HP, com peso operacional mínimo de 9 t, dotado de cabine tipo ROPS que permita a proteção do operador contra sol e chuva;	01	Manutenção e operação geral do aterro sanitário (3 h/dia conforme experiência em aterros sanitários) e reserva para a operação.
d) Rolo compactador pé-de-carneiro vibratório autoprotelido para solos, potência 83 HP e força de impacto de 19 t, dotado de cabine tipo ROPS que permita a proteção do operador contra sol e chuva;	01	Selagem de camadas e manutenção de vias (3 h/dia conforme experiência em aterros sanitários)
e) Escavadeira hidráulica sobre esteira, potência de 105 HP, peso operacional de 17 t, com profundidade mínima de escavação de 5 metros e caçamba mínima de 0,8 m ³ , dotadas de cabine tipo ROPS que permita a proteção do operador contra sol e chuva;	01	Escavações, abertura de trincheiras para drenos de chorume de camada e manutenção e operação geral do aterro sanitário (4 h/dia conforme experiência em aterros sanitários)
f) Retroescavadeira sobre rodas com potência de 79 HP, dotada de cabine tipo ROPS que permita a proteção do operador contra sol e chuva;	01	Manutenção e operação geral do aterro sanitário (4 h/dia conforme experiência em aterros sanitários)
g) Pá carregadeira sobre rodas, equipadas com motor diesel de potencia mínima de 180HP dotadas de cabine tipo ROPS, com pá-brisas dianteiro e limpador, alarme de ré, conjunto de pneus reserva para imediata substituição no caso de furos e danos, acionamento hidráulico de caçamba, motor e eixo motriz compatíveis com a capacidade da caçamba proporcionando-lhe agilidade nos movimentos de desagregação e carregamento, direção hidráulica, caçamba com lâmina tipo bico de pato ou dentes, de capacidade da caçamba de 2,5 a 3,3m ³ ;	01	Carregamento de solos para estocagem e Cobertura dos resíduos (CPU 74151/0001 da SINAPI)
h) Trator de pneus com potência mínima de 75 HP	01	Apoio à implantação e manutenção e operação geral do aterro sanitário (3 h/dia conforme experiência em aterros sanitários)
i) Grade de disco, 20 24", com 20 discos e diâmetro de 24";	01	Preparo de solos para compactação



Maquinário	Fase de Operação	
	Qt.	Descrição
j) Caminhões basculantes tipo aberto, com sistema de abertura da bascula na face lateral, para evitar que materiais fiquem agarrados na tampa, equipado com motor diesel de potência mínima de 162 HP, chassi PTB 16,8 toneladas, equipado com caçamba basculante com capacidade para 6 m³, em bom estado de conservação;	03	Transporte de solos para estocagem e Cobertura dos resíduos (CPU 74151/0001 da SINAPI)
k) Caminhão pipa tipo médio ou semi-pesado, com peso bruto total mínimo de 23.000 kg, equipados com tanque de 6.000 litros, dotado de conjunto caixa bomba com alta pressão, de 170 mca ou 250 psi, vazão mínima de 57 m³/hora, com barra irrigadora traseira tubular com comando de abertura pneumático, com conjunto para alto arregamento por escova hidráulica, carretel de mangote com mangueira de 1 polegada de diâmetro e 25 metros de extensão, mais esguicho para irrigação de pistas;	01	Correção de umidade para compactação de solos e Umeclação de vias/aceessos
l) Rolo compactador vibratório liso autopropelido 83HP, força impacto 11t, tipo Muller vap-ssl ou equiv, dotado de cabine tipo ROPS.	01	Selagem de camadas e manutenção de vias (3 h/dia conforme experiência em aterros sanitários)
m) Motoniveladora 140 a 155 HP, dotado de cabine tipo ROPS.	01	Acertos de terraplenagem e espalhamento de solo em vias e base (3 h/dia conforme experiência em aterros sanitários)
n) Caminhão de limpeza à vácuo, com potência de 152 CV, equipado com tanque e equipamento de vácuo ou similar e carga útil com equipamento de 8,55 t.	01	Emergência em caso de paralisação do sistema de bombeamento de chorume

7. PLANILHA DE QUANTITATIVO

QUANTIDADES DE SERVIÇOS A REPROGRAMAR PARA 2ª ETAPA

LEGENDA	
	Fase de implantação
	Fase de operação
	Fase de implantação e operação

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	Quantidades	
			ETAPA 1	ETAPA 2
01	Serviços iniciais de implantação do aterro sanitário			
01.01	Limpeza do terreno	m²	120.517,10	133.664,40
02	Movimento de terra			
02.01	Escavação mecânica, carga, transporte e descarga até 1 km	m³	607.200,00	566.372,00
03	Aterro compactado			
03.01	Aterro impermeabilização k≤10-7cm/s	m³	163.160,30	51.506,00
03.02	Controle tecnológico do aterro de impermeabilização (ensaio de terraplenagem)	m³	163.160,30	51.506,00
03.03	Aterro de proteção mecânica da manta de PEAD	m³	55.572,00	51.506,00
03.04	Dique em solo compactado	m³	29.434,50	6.028,00
04	Drenagem sub-superficial			
04.01	Dreno principal sub-superficial	m	1.567,30	2.600,00
04.02	Dreno secundário sub-superficial	m	2.035,00	2.257,00
04.03	Dreno coletor sub-superficial	m	230,00	437,00
04.04	Emissário sub-superficial	m	85,00	0,00
04.05	Caixa de passagem em concreto e alvenaria, (1,0m x 1,0m) x 1,20m	un	1,00	11,00
05	Impermeabilização			
05.01	Impermeabilização com manta PEAD 2mm texturizada nas duas faces	m²	113.580,50	140.000,00
05.02	Fornecimento, transporte local e instalação Geocomposto Bentonítico - GCL	m²	0,00	140.000,00
06	Drenagem de Chorume e Gás			
06.01	Drenagem de chorume na fundação			
06.01.01	Dreno principal de chorume na fundação	m	1.881,50	0,00
06.01.02	Dreno secundário de chorume na fundação	m	2.217,50	0,00

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	Quantidades	
			ETAPA 1	ETAPA 2
06.01.03	Dreno coletor de chorume na fundação - Tipo 1	m	250,70	0,00
06.01.04	Dreno coletor de chorume na fundação - Tipo 2	m	383,10	0,00
06.01.05	Colchão Drenante com pedra não calcária (0,40 m) (Fornecimento, transporte local e aplicação)	m³	0,00	48.800,00
06.01.06	Dreno principal de chorume somente tubulação (250mm PEAD) ((Fornecimento e aplicação)	m	0,00	3.136,00
06.02 Drenagem do maciço - drenos de gás e drenos de chorume de camada				
06.02.01	Dreno horizontal de chorume	m	15.756,20	0,00
06.02.02	Poço de drenagem vertical	m	716,50	0,00
06.02.03	Dreno de gás no platô das células	m	1.930,30	235,00
06.02.04	Poço de drenagem vertical com pedra marroada e tubo 200mm PEAD	m	0,00	3.418,00
06.02.05	Dreno horizontal de chorume (DT pedra não calcária 98Km)	m	0,00	38.058,00
07 Drenagem superficial				
07.01	Canaleta meia-cana de concreto, diâmetro 200mm	m	18,70	0,00
07.02	Canaleta pé de talude triangular de brita 2 agulhada, largura 1,0m, altura 0,25m	m	0,00	0,00
07.03	Canaleta triangular em grama, largura 2,0m, taludes 1(V):2,5(H)	m	540,45	599,40
07.04	Canal trapezoidal provisório em grama, base 1,00m, altura 0,40m	m	406,45	0,00
07.05	Canal retangular de concreto e alvenaria, largura 1,00m, altura 0,80m	m	428,35	0,00
07.06	Canal retangular de concreto e alvenaria, largura 1,00m, altura 1,00m	m	340,00	0,00
07.07	Canal retangular de concreto e alvenaria, largura 1,00m, altura 1,20m	m	422,00	0,00
07.08	Descida Hidráulica em colchão reno - Base 1,0m - Definitiva	m²	1.038,30	1.151,60
07.09	Descida Hidráulica em colchão reno - Base 1,0m - Provisória	m²	644,60	714,90
07.10	Tubo de concreto armado PA-3, diâmetro 600mm	m	92,30	102,40
07.11	Tubo de concreto armado PA-3, diâmetro 600mm - Provisório	m	18,85	20,90
07.12	Canaleta meia-cana de concreto, diâmetro 300mm	m	6.172,00	5.378,00
07.13	Canaleta meia-cana de PVC, diâmetro 300mm	m	0,00	1.898,00
08 Proteção superficial com grama				
08.01	camada de recobrimento final com solo argiloso (GC=98% e=0,50 m)	m³	24.891,25	27.606,65
08.02	Grama tipo batatais em placa	m²	49.782,50	55.213,30
09 Acessos e Pátios de descarga				
09.01	Manutenção do acesso principal externo	vb	20,00%	21,26%
09.02	Manutenção do acesso principal interno	vb	20,00%	21,26%
09.03	Acesso operacional e pátios de descarga - pavimento reforçado	m²	27.053,30	59.757,60
09.04	Manutenção do pátio do estacionamento - pavimento intertravado	vb	20,00%	21,26%
09.05	Umectação das vias de acesso	H	2.522,94	2.677,72

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	Quantidades	
			ETAPA 1	ETAPA 2
10	Instrumentação e Monitoramentos			
10.01	Instalação de instrumentação e monitoramento na implantação			
10.01.01	Implantação de poços de monitoramento Análises físico químicas do lençol freático (7 amostras) - Trimestral Análises físico químicas das águas superficiais (3 amostras) - Trimestral	m	120,00	0,00
10.01.02		un	7,00	0,00
10.01.03		un	3,00	0,00
10.02	Instalação da instrumentação e monitoramento na operação			
10.02.01	Instalação de Piezômetro tipo 1	m	34,00	0,00
10.02.02	Instalação de Piezômetro tipo 2	m	54,00	630,00
10.02.03	Instalação de Marcos Superficiais	un	37,00	41,00
10.02.04	Análises físico químicas do lençol freático (7 amostras) - Trimestral 1ª Etapa - Mensal 2ª Etapa	un	70,00	273,00
10.02.05	Monitoramento do lençol freático - Trimestral 1ª Etapa - Mensal 2ª Etapa	un	10,00	39,00
10.02.06	Análises físico químicas do chorume (3 amostras) - Mensal	un	90,00	120,00
10.02.07	Análises físico químicas das águas superficiais (3 amostras) - Trimestral 1ª Etapa - Mensal 2ª Etapa	un	70,00	117,00
10.02.08	Monitoramento geotécnico do maciço (Semanal a partir da 2ª Etapa)	un	30,00	171,00
10.02.09	Monitoramento topográfico (Semanal a partir da 2ª Etapa)	un	30,00	171,00
10.02.10	Monitoramento da emanção de gases combustíveis por meio de inspeções realizadas com o explosímetro realizadas em toda a área do aterro - Semanal	un	0,00	171,00
10.02.11	Monitoramento em todo o perímetro do maciço projetados para avaliar a migração dos gases Metano (CH4), Organoclorados Voláteis (VOCs), Monóxido de Carbono (CO) e Oxigênio (O2))gerados na massa de rejeitos por meio da medição da concentração dos compostos contidos nos gases. Trimestral.	un	0,00	14,00
10.02.12	O Monitoramento dos resíduos que entram no aterro, determinando a composição gravimétrica e peso específico dos resíduos.Trimestral.	un	0,00	14,00
10.02.13	Execução de poços de monitoramento para medição dos gases. Camara simples com profundidade de até 7m com perfuratriz pneumática diâmetro 200mm e encamisamento com revestimento pvc geomecanico de 70mm e preenchimento anelar com areia, seixos e betonita. Colocação de tampa, laje de proteção.	un	0,00	35,00
11	Balanças			
11.01	Manutenção de balanças 60t	mês	30,00	39,00
12	Execução de células			
12.01	Lançamento, espalhamento e compactação de lixo em células	ton	1.455.000,00	2.489.000,00
12.02	Cobertura dos resíduos	m³	145.500,00	248.900,00
12.03	Remoção de material de cobertura dos resíduos	m³	-	174.230,00
13	Estocagem de solos - Etapa 1 e 2			
13.01	Movimento de Terra			

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	Quantidades	
			ETAPA 1	ETAPA 2
13.01.01	Limpeza do Terreno	m²	29.250,30	19.215,36
13.02	Aterro Compactado			
13.02.01	Aterro Compactado	m³	107.450,00	180.292,00
13.03	Drenagem superficial			
13.03.01	Canaleta meia-cana de concreto, diâmetro 500mm	m	821,10	539,40
13.03.02	Canaleta triangular em grama, largura 2,0m, taludes 1(V):2,5(H)	m	561,31	368,74
13.03.03	Canal trapezoidal provisório em grama, base 0,50m, altura 0,50m	m	697,16	457,98
13.03.04	Descida hidráulica em concreto armado com degraus, largura 1,00m, altura 0,50m	m	299,20	196,55
13.04	Proteção superficial com grama			
13.04.01	Grama tipo batatais em placa	m²	12.666,00	8.320,66
14	Manutenção e operação geral do aterro sanitário		30	39
14.01	Trator de esteiras até 90 HP, peso operacional 9 T	H	2.687,93	3.494,31
14.02	Escavadeira hidráulica sobre esteira 105 HP, peso operacional 17T, cap. 0,7 m³	H	3.583,90	4.659,08
14.03	Restroescavadeira sobre rodas 79 HP	H	3.583,90	4.659,08
14.04	Trator de pneus acima de 75 HP	H	2.687,93	3.494,31
14.05	Rolo compactador vibratório liso autopropelido 83HP, força impacto 11t	H	2.687,93	3.494,31
14.06	Motoniveladora 140 a 155 HP	H	2.687,93	3.494,31
14.07	Grupo gerador de 36KVA gabinado trifásico comando ATS	un	0,00	1,00
14.08	Iluminação da frente de operação	H	0,00	13.484,23
14.09	Quebra-molas	m³	0,00	37,02
14.10	Estação Meteorológica PROFISSIONAL com WI-FI, comunicação via INTERNET e DATALOGGER Mod.: IPHP-2000	un	0,00	1,00
15	Projeto executivo da Etapa 2			
15.01.	Estudos Precedentes			
15.01.01.	Canteiro de Obra			
15.01.01.01.	Construção			
15.01.01.01.01.	Sanitários	-		1,00
15.01.01.01.02.	Galpão Aberto para Oficina	-		1,00
15.01.01.01.03.	Barracão de Obra - Alojamento/Escritório	m²		1,00
15.01.01.01.04.	Barracão para Depósito	m		1,00
15.01.01.01.05.	Barracão de Obra - Banheiro	m		1,00
15.01.01.02.	Investigações preliminares de campo			
15.01.01.02.01.	Montagem e Desmontagem	-		1,00
15.01.02.	Ensaio de Laboratório	-		1,00
15.01.03.	Levantamento Planialtimétrico	m²		122.000,00
15.01.04.	Sondagem a Percussão	m		348,00
15.01.04.01.	Deslocamento de Material	m		300,00

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	Quantidades	
			ETAPA 1	ETAPA 2
16.02. Equipe Técnica				
15.02.01.	Consultor	H		160,00
15.02.02.	Desenhista Cadista	H		720,00
15.02.03.	Engenheiro Ambiental	H		480,00
15.02.04.	Engenheiro Civil	H		320,00
15.02.05.	Estagiário	H		720,00
15.02.06.	Geólogo	H		320,00
15.02.07.	Projetista	H		240,00
15.03. Processamento Final				
15.03.01.	Plotagem + Geração ART + Fornecimento 3 Vias Impressas + 2 Vias Digitais (10%)	- -		1,00
15.04. Projeto de Engenharia dos Sistemas de Captação, Coleta e Queima do Biogás				
15.04.01.	Consultor	H		220,00
15.04.02.	Desenhista Cadista	H		220,00
15.04.03.	Engenheiro Ambiental	H		220,00
15.04.04.	Engenheiro Civil	H		220,00
15.04.05.	Estagiário	H		220,00
15.04.06.	Projetista	H		220,00
15.05. Validação e 1ª verificação de Crédito de Carbono junto à UNFCC				
15.05.01.	Consultor	H		660,00
15.05.02.	Desenhista Cadista	H		660,00
15.05.03.	Engenheiro Ambiental	H		0,00
15.05.04.	Engenheiro Civil	H		660,00
15.05.05.	Estagiário	H		660,00
15.05.06.	Projetista	H		660,00
15.06. Projeto Básico do Sistema de Tratamento de Gás e de Geração de Energia				
15.06.01.	Consultor	H		440,00
15.06.02.	Desenhista Cadista	H		220,00
15.06.03.	Engenheiro Ambiental	H		0,00
15.06.04.	Engenheiro Civil	H		220,00
15.06.05.	Estagiário	H		0,00
15.06.06.	Projetista	H		220,00



8. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT (1994) Coleta de resíduos sólidos - NBR 13463. Rio de Janeiro, 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT (1994) Coleta, Varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – NBR 12980. Rio de Janeiro, 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT (1994) Transporte de resíduos – NBR 13221. Rio de Janeiro, 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT (2010) -Aterro Sanitário de pequeno porte- NBR 15849

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT (1992)-Apresentação de projetos de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos- NBR 8419

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT (1997) - Aterro de resíduos não perigosos 'Critérios para projeto, implantação e operação- NBR 13896

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT (2004) Resíduos sólidos –Classificação. NBR 1004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA – ABLP. 2008

AZEVEDO, A.A.; ALBUQUERQUE FILHO, J.L. (1998). Águas subterrâneas. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, N.A. eds. Geologia de Engenharia. São Paulo, ABGE. P.110-130.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Landfill Manuals Landfill Site Design. Irlanda: 2000.

ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY. Environmental Guidelines: Solid waste landfills. Second edition, Australia: 2016.

FESTI, Aparecido Vanderlei. Coletânea das Equações de Chuva do Brasil. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, São Paulo. 2007. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=19&SUMARIO=267&ST=coletanea_das_equacoes_de_chuva_do_brasil>.

Fomento a Projetos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, Edital nº 12/2001 – Ministério do Meio Ambiente / FNMA. Brasília – 2001.

Resíduos Sólidos de Saneamento: processamento, reciclagem e disposição final / Cleverson Vitório Andreoli (coordenador). Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001. 282 p.: il. Projeto PROSAB

Projeto executivo de implantação da primeira etapa do novo aterro sanitário e projeto básico de infraestrutura-CEPOLLINA ENGENHEIROS CONSULTORE LTDA-2012



9. ANEXOS

- ANEXO 1 LAUDOS DE SONDAGEM E ENSAIO DE PERMEABILIDADE – HSN ENGENHARIA COM ART**
- ANEXO 2a PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS DRENOS DE PERCOLADO**
- ANEXO 2b PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS**
- ANEXO 3 ART's**
- ANEXO 4 ESTUDO DE ESTABILIDADE DO MACIÇO 2ª ETAPA**
- ANEXO 5 DESENHOS DO ATERRO SANITÁRIO – ETAPA 2 – ASB**
- 1/21 Planialtimétrico e Sondagem
 - 2/21 Planta e Perfil de Escavação
 - 3/21 Implantação e Detalhes do Dreno - Sub Superficial
 - 4/21 Implantação E Detalhes do Dreno de Percolado
 - 5/21 Drenagem de Percolado - Camadas de Verticalização
 - 6/21 Caixa de União Percolado Detalhe Tipo Detalhe Tipo e Medidor de Vazão Ponta Seca Dreno Percolado
 - 7/21 Emissário de Drenagens e Perfis de Percolado e Sub Superficial
 - 8/21 Poço de Visita de Percolado - Detalhe Tipo
 - 9/21 Intervenção Dreno Percolado e Ampliação Pontos de Drenagem de Biogás - 1ª Etapa
 - 10/21 Verticalização - Planta
 - 11/21 Verticalização - Perfil
 - 12/21 Detalhe do Dreno Coletor de Percolado
 - 13/21 Detalhe do Dreno de Biogás
 - 14/21 Planta dos Drenagem Pluvial
 - 15/21 Drenagem de Água Pluvial - Detalhes
 - 16/21 Drenagem de Água Pluvial - Detalhes
 - 17/21 Monitoramento Geotécnico e Ambiental - Planta
 - 18/21 Monitoramento Geotécnico e Ambiental - Detalhes
 - 19/21 Plano de Avanço Operacional - Planta - Fase 1
 - 20/21 Plano de Avanço Operacional - Planta - Fase 2
 - 21/21 Plano de Avanço Operacional - Planta - Fase 3



ANEXO 1 LAUDOS DE SONDAGEM E ENSAIO DE PERMEABILIDADE – HSN ENGENHARIA COM ART

APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DE INFILTRAÇÃO IN SITU E SONDAGEM A PERCUSSÃO (SPT)

INTERESSADO:
GAE Engenharia

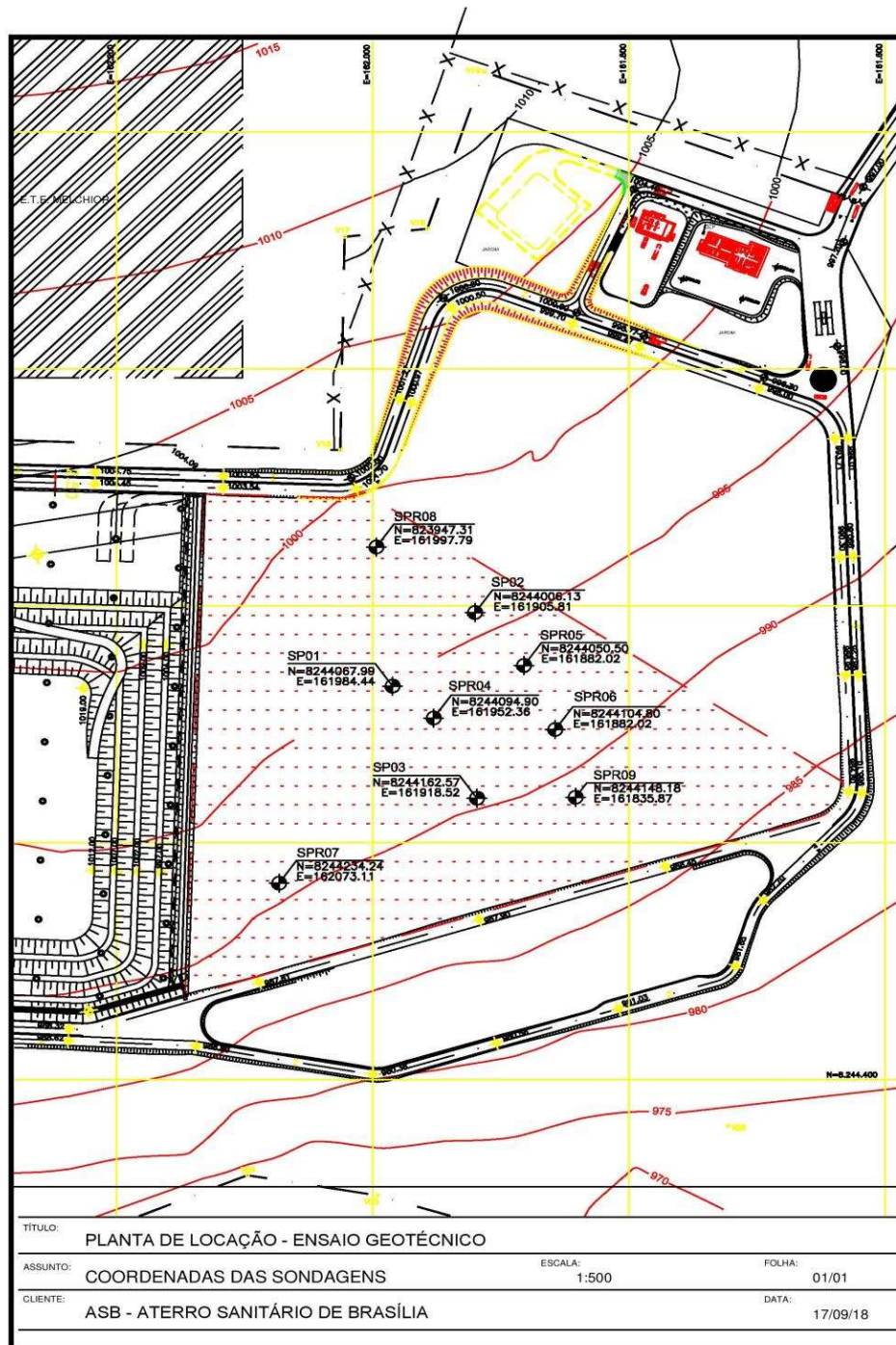
LOCAL:
Aterro Sanitário
DF-180 KM 13 (ZONA RURAL), Samambaia-DF

RELATÓRIO:
RT.ENS.037.18

APRESENTAÇÃO

O Laboratório de Geotecnia do centro de controle tecnológico, representado pela HSN Engenharia, vem através deste Relatório Técnico, apresentar a GAE ENGENHARIA, os resultados dos ensaios a seguir:

1. Sondagem a percussão (SPT - ABNT NBR 6484);
2. Sondagem com perfuratriz pneumática;
3. Determinação da capacidade de absorção do solo - "in situ" anexo B-9 da (ABNT NBR 7229).



INTRODUÇÃO

A sondagem a percussão sem lavagem (SPT) consiste em um estudo geotécnico de campo que permite visualizar o perfil geotécnico do terreno por meio de amostras deformadas coletadas em diversas profundidades. Além disso, ela também permite medir a resistência à penetração do solo a medida que as camadas são perfuradas. Os principais dados a serem obtidos de uma sondagem SPT são:

- O tipo de solo a cada metro perfurado;
- A resistência oferecida pelo solo para a cravação do amostrador padrão, para cada metro perfurado;
- A posição do nível d'água, quando determinado durante ou após a perfuração



Os resultados de 3 furos de sondagem, foram realizados no dia 19/04/2018 no período matutino e vespertino sem ocorrências de chuva e também nos dias 19/09/2018 no período matutino e vespertino sem ocorrências de chuva, em local estabelecido pela contratante.

SP 2

A sondagem apresentada abaixo foi executada segundo as recomendações da NORMA BRASILEIRA NBR-6484 e em alguns casos específicos pela ASTM e DIN. Foi realizado 1 furo de sondagem, perfazendo um total de 5,30 metros até o impenetrável. A sondagem executada foi a Percussão Simples com avanço por lavagem, com padrões (altura de queda de 75cm, peso do pilão = 65kg), normatizados.

[illegible]

SP 3

A sondagem apresentada abaixo foi executada segundo as recomendações da NORMA BRASILEIRA NBR-6484 e em alguns casos específicos pela ASTM e DIN. Foi realizado 1 furo de sondagem, perfazendo um total de 8,45 metros até o impenetrável. A sondagem executada foi a Percussão Simples com avanço por lavagem, com padrões (altura de queda de 75cm, peso do pilão = 65kg), normatizados.

[illegible]

SONDAGEM COM PERFURATRIZ PNEUMÁTICA

FURO SRP 04

A profundidade total perfurada foi de 12,25 metros com o nível da água encontrado em 11 metros.

[illegible]

FURO SPR 9

A profundidade total perfurada foi de 23,00 metros com o nível da água encontrado em 20 metros.

BOLETIM DE MISTA (SONDAGEM ROTATIVA)											
				Cliente: GAE Engenharia							
				Local: ATERRO SANITARIO							
				Finalidade: Projeto de Fundação							
				Coroa: B1							
				TIPO DE COROA: BW							
				Comprim.do Revestimento: 1,00 m			Sondador: GLADSON				
(N) PENETRAÇÃO - cm				Laudo Nº : 037/2018				Furo SPR 09		Engenheiro responsável: Leonardo Neiva CREA: 22629/D-DF	
(NA) NÍVEL D'ÁGUA				Data: 19/04/2018							
(A) NÚMERO DA AMOSTRA				NA: 20,00m							
(PG) PERFIL GRÁFICO				Lim. da Sondagem.: 23,00m							
φ DO FURO	COTA (m)	DUREZA	Tam testem	NUM. FRAGMENTOS	ROD (%)	ALTERAÇÃO	FRATURAM.	NA - NÍVEL D'ÁGUA	CLASSIFICAÇÃO		
2	3,75	D1	0,40	-	-		F1	20,00m	Argila arenosa siltosa, Cor Vermelha, MUITO MOLE.		
2	8,90	D1	0,40	-	-		F1		Argila Arenosa, com pouco Pedregulho, cor marrom, MOLE.		
2	16,70	D1	0,40	-	-		F1		Argila siltosa arenosa, Cor variegada, RIJA.		
2	23,00	D1	0,40	-	-	-	F1		Silte, Arenoso, Cor Variegada, DURO.		
IMPENETRÁVEL											

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO "IN SITU"**ENSAIO DE INFILTRAÇÃO DO SOLO CAVA 1**

A Tabela abaixo apresenta os dados para o ensaio de infiltração in situ. Após os procedimentos de ensaio podemos afirmar que o coeficiente de infiltração é de **110,00 litros/m² x dia**.

ENSAIO DE INFILTRAÇÃO						
Boletim de Campo						
Nome da Obra:						
Aterro Sanitário						
Interessado:						
Gae Engenharia						
Localização do furo:			Latitude		Longitude	
CAVA 01			15° 86' 01,01		48° 15' 55,02	
Área do Furo: 0,09m		Data da Execução: 19/04/2018		Prof. Furo: 0,60		
Tempo		Descrição do Solo		Profundidade (cm)		Tipo
Inicial	Final			Inicial	Final	Avanço
00:00:00	01:05:00	Argila silto arenosa		15	14	P
Coeficiente de infiltração (cm / s) : 1,273E-04						
Coeficiente de infiltração (litros/m ² - dia) : 110,00						
OBSERVAÇÕES:						
Tipo de Avanço			Término dos Serviços			
T = Trado			1 - Profundidade desejada (X)			
P = Uso de ponteira			2 - Desmoronamento das paredes ()			
A = Uso de água			3 - Avanço inferior 5,0 cm em 10 min ()			
L = Uso de Lavagem			Operador		Responsável	
			Lemir		Leonardo Neiva	



ENSAIO DE INFILTRAÇÃO DO SOLO CAVA 2

A Tabela abaixo apresenta os dados para o ensaio de infiltração in situ. Após os procedimentos de ensaio podemos afirmar que o coeficiente de infiltração é de **102,00 litros/m² x dia**.

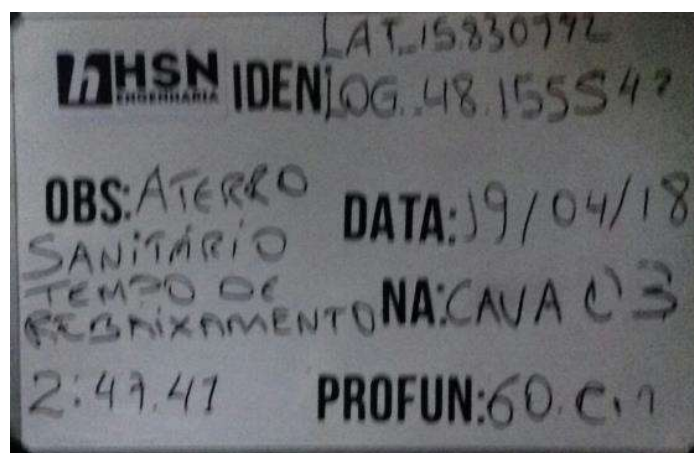
ENSAIO DE INFILTRAÇÃO					
Boletim de Campo					
Nome da Obra:					
Aterro Sanitário					
Interessado:					
Gae Engenharia					
Localização do furo:			Latitude	Longitude	
CAVA 02			15° 96' 20"	48° 15' 63,43	
Área do Furo: 0,09m		Data da Execução: 19/04/2018		Prof. Furo: 0,60	
Tempo		Descrição do Solo	Profundidade (cm)		Tipo
Inicial	Final		Inicial	Final	Avanço
00:00:00	01:31:00	Argila silto arenosa	15	14	P
Coeficiente de infiltração (cm / s) : 1,180E-04					
Coeficiente de infiltração (litros/m ² - dia) : 102,00					
OBSERVAÇÕES:					
Tipo de Avanço			Término dos Serviços		
T = Trado			1 - Profundidade desejada (X)		
P = Uso de ponteira			2 - Desmoroamento das paredes ()		
A = Uso de água			3 - Avanço inferior 5,0 cm em 10 min ()		
L = Uso de Lavagem			Operador Lemir Responsável Leonardo Neiva		



ENSAIO DE INFILTRAÇÃO DO SOLO CAVA 3

A Tabela abaixo apresenta os dados para o ensaio de infiltração in situ. Após os procedimentos de ensaio podemos afirmar que o coeficiente de infiltração é de **83,00 litros/m² x dia**.

ENSAIO DE INFILTRAÇÃO						
Boletim de Campo						
Nome da Obra: Aterro Sanitário						
Interessado: Gae Engenharia						
Localização do furo:		Latitude		Longitude		
CAVA 03		15° 83' 09,92		48° 15' 55"		
Área do Furo: 0,09m		Data da Execução: 19/04/2018		Prof. Furo: 0,60		
Tempo		Descrição do Solo		Profundidade (cm)		Tipo
Inicial	Final			Inicial	Final	Avanço
00:00:00	02:48:00	Argila silto arenosa		15	14	P
Coeficiente de infiltração (cm / s) : 9,603E-05						
Coeficiente de infiltração (litros/m ² - dia) : 83,00						
OBSERVAÇÕES:						
Tipo de Avanço			Término dos Serviços			
T = Trado			1 - Profundidade desejada (X)			
P = Uso de ponteira			2 - Desmoronamento das paredes ()			
A = Uso de água			3 - Avanço inferior 5,0 cm em 10 min ()			
L = Uso de Lavagem			Operador Lemir Responsável Leonardo Neiva			



DECLARAÇÃO

O relatório técnico de ensaios de laboratório é uma descrição ampla dos procedimentos, sondagens, resultados e comportamento dos materiais obtidas no campo. Fica a cargo do engenheiro do projeto a definição dos parâmetros de altura de camada a serem considerados nas decisões necessárias para garantir a estabilidade do local.

Brasília, 24 de setembro de 2018.

Leonardo Neiva
Engenheiro Civil – Responsável Técnico
Especialista em Auditoria e Perícias
Crea: 22629/D-DF

DECLARAÇÃO





ANEXO 2a PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS DRENOS DE PERCOLADO

ANEXO 2a - PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DRENOS DE PERCOLADO

Trecho	PV	Extensão (m)	Vazão Pontual (l/s)	Vazão a Montante (l/s)	Vazão a Jusante (l/s)	Diâmetro (mm)	Declividade Projeto (m/m)	Cota do Terreno (m)	Cota do Coletor (m)	Prof. do Coletor (m)	Lâmina Líquida (Y/D)	Vi (m/s) / Vf (m/s)	Tensão Trativa (Pa) / Vc (m/s)
	Inicial		Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial		
	Final		Final	Final	Final			Final	Final	Final	Final		
T3	DB4	30	0,032	0,032	0,032	250	0,0323	990,472	990,472	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB5		0,158	0,158	0,158			989,503	989,503	0,000	0,07	1,03	1,97
T4	DB5	30	0,032	0,064	0,064	250	0,0323	989,503	989,503	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB6		0,158	0,317	0,317			988,534	988,534	0,000	0,07	1,03	1,97
T5	DB6	30	0,032	0,095	0,095	250	0,0323	988,534	988,534	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB7		0,158	0,475	0,475			987,565	987,565	0,000	0,07	1,03	1,97
T6	DB7	30	0,032	0,127	0,127	250	0,0323	987,565	987,565	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB8		0,158	0,634	0,634			986,596	986,596	0,000	0,07	1,03	1,97
T7	DB8	30	0,032	0,159	0,159	250	0,0323	986,596	986,596	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB9		0,158	0,792	0,792			985,627	985,627	0,000	0,07	1,03	1,97
T167	DB9	3,92	0,032	0,191	0,191	400	0,0323	985,627	985,627	0,000	0,04	0,97	3,14
	PVP-12		0,158	0,950	0,950			987,725	985,500	2,225	0,04	0,97	1,87
T156	PVP-12	50	0,000	1,766	1,766	400	0,008	987,725	985,100	2,625	0,06	0,61	1,18
	PVP-11		0,000	12,730	12,730			987,725	984,700	3,025	0,15	1,10	3,60
T157	PVP-11	50	0,000	2,084	2,084	400	0,008	987,725	984,700	3,025	0,06	0,64	1,27
	PVP-10		0,000	14,314	14,314			987,853	984,300	3,553	0,16	1,13	3,70
T158	PVP-10	50	0,000	2,497	2,497	400	0,008	987,853	984,300	3,553	0,07	0,67	1,38
	PVP-03		0,000	16,374	16,374			987,853	983,900	3,953	0,17	1,18	3,81
T159	PVP-03	18,8	0,000	4,342	4,342	400	0,008	987,853	983,900	3,953	0,09	0,80	1,77
	PVP-02		0,000	34,326	34,326			985,144	983,750	1,394	0,24	1,45	4,50
T160	PVP-02	14,62	0,000	4,342	4,342	400	0,0059	985,144	983,750	1,394	0,10	0,71	1,40
	PVP-01		0,000	34,326	34,326			984,074	983,664	0,410	0,26	1,30	4,66
T15	DB18	30	0,032	0,032	0,032	250	0,0323	994,381	994,381	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB19		0,158	0,158	0,158			993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	1,97
T16	DB19	30	0,032	0,064	0,064	250	0,0323	993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB20		0,158	0,317	0,317			992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	1,97
T17	DB20	30	0,032	0,095	0,095	250	0,0323	992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB21		0,158	0,475	0,475			991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	1,97
T18	DB21	30	0,032	0,127	0,127	250	0,0323	991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB22		0,158	0,634	0,634			990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	1,97
T19	DB22	30	0,032	0,159	0,159	250	0,0323	990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB23		0,158	0,792	0,792			989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	1,97
T20	DB23	30	0,032	0,191	0,191	250	0,0323	989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB24		0,158	0,950	0,950			988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	1,97
T21	DB24	30	0,032	0,223	0,223	250	0,0323	988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB25		0,158	1,109	1,109			987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	1,97
T22	DB25	30	0,032	0,254	0,254	250	0,0323	987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB26		0,158	1,267	1,267			986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	1,97
T23	DB26	30	0,032	0,286	0,286	250	0,0323	986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB27		0,158	1,426	1,426			985,655	985,655	0,000	0,07	1,03	1,97
T168	DB27	4,93	0,032	0,318	0,318	400	0,0323	985,655	985,655	0,000	0,04	0,97	3,14
	PVP-11		0,158	1,584	1,584			987,725	985,496	2,229	0,04	0,98	1,89

ANEXO 2a - PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DRENOS DE PERCOLADO

Trecho	PV	Extensão (m)	Vazão Pontual (l/s)	Vazão a Montante (l/s)	Vazão a Jusante (l/s)	Diâmetro (mm)	Declividade Projeto (m/m)	Cota do Terreno (m)	Cota do Coletor (m)	Prof. do Coletor (m)	Lâmina Líquida (Y/D)	Vi (m/s) / Vf (m/s)	Tensão Trativa (Pa) / Vc (m/s)
	Inicial		Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial		
	Final		Final	Final	Final			Final	Final	Final	Final		
T36	DB41	30	0,032	0,032	0,032	250	0,0323	997,290	997,290	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB42		0,158	0,158	0,158			996,321	996,321	0,000	0,07	1,03	1,97
T37	DB42	30	0,032	0,064	0,064	250	0,0323	996,321	996,321	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB43		0,158	0,317	0,317			995,352	995,352	0,000	0,07	1,03	1,97
T38	DB43	30	0,032	0,095	0,095	250	0,0323	995,352	995,352	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB44		0,158	0,475	0,475			994,382	994,382	0,000	0,07	1,03	1,97
T39	DB44	30	0,032	0,127	0,127	250	0,0323	994,382	994,382	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB45		0,158	0,634	0,634			993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	1,97
T40	DB45	30	0,032	0,159	0,159	250	0,0323	993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB46		0,158	0,792	0,792			992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	1,97
T41	DB46	30	0,032	0,191	0,191	250	0,0323	992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB47		0,158	0,950	0,950			991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	1,97
T42	DB47	30	0,032	0,223	0,223	250	0,0323	991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB48		0,158	1,109	1,109			990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	1,97
T43	DB48	30	0,032	0,254	0,254	250	0,0323	990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB49		0,158	1,267	1,267			989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	1,97
T44	DB49	30	0,032	0,286	0,286	250	0,0323	989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB50		0,158	1,426	1,426			988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	1,97
T45	DB50	30	0,032	0,318	0,318	250	0,0323	988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB51		0,158	1,584	1,584			987,594	987,594	0,000	0,07	1,05	1,99
T46	DB51	30	0,032	0,350	0,350	250	0,0323	987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB52		0,158	1,742	1,742			986,624	986,624	0,000	0,07	1,08	2,04
T47	DB52	30	0,032	0,382	0,382	250	0,0323	986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB53		0,158	1,901	1,901			985,655	985,655	0,000	0,08	1,11	2,08
T169	DB53	5,53	0,032	0,413	0,413	400	0,0323	985,655	985,655	0,000	0,04	0,97	3,14
	PVP-10		0,158	2,059	2,059			987,853	985,476	2,377	0,04	1,06	2,01
T60	DB67	30	0,032	0,032	0,032	250	0,0323	997,290	997,290	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB68		0,158	0,158	0,158			996,321	996,321	0,000	0,07	1,03	1,97
T61	DB68	30	0,032	0,064	0,064	250	0,0323	996,321	996,321	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB69		0,158	0,317	0,317			995,352	995,352	0,000	0,07	1,03	1,97
T62	DB69	30	0,032	0,095	0,095	250	0,0323	995,352	995,352	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB70		0,158	0,475	0,475			994,382	994,382	0,000	0,07	1,03	1,97
T63	DB70	30	0,032	0,127	0,127	250	0,0323	994,382	994,382	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB71		0,158	0,634	0,634			993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	1,97
T64	DB71	30	0,032	0,159	0,159	250	0,0323	993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB72		0,158	0,792	0,792			992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	1,97
T65	DB72	30	0,032	0,191	0,191	250	0,0323	992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB73		0,158	0,950	0,950			991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	1,97
T66	DB73	30	0,032	0,223	0,223	250	0,0323	991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB74		0,158	1,109	1,109			990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	1,97
T67	DB74	30	0,032	0,254	0,254	250	0,0323	990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB75		0,158	1,267	1,267			989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	1,97

ANEXO 2a - PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DRENOS DE PERCOLADO

Trecho	PV	Extensão (m)	Vazão Pontual (l/s)	Vazão a Montante (l/s)	Vazão a Jusante (l/s)	Diâmetro (mm)	Declividade Projeto (m/m)	Cota do Terreno (m)	Cota do Coletor (m)	Prof. do Coletor (m)	Lâmina Líquida (Y/D)	Vi (m/s) / Vf (m/s)	Tensão Trativa (Pa) / Vc (m/s)
	Inicial		Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial		
	Final		Final	Final	Final			Final	Final	Final	Final		
T68	DB75	30	0,032	0,286	0,286	250	0,0323	989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB76		0,158	1,426	1,426			988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	1,97
T69	DB76	30	0,032	0,318	0,318	250	0,0323	988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB77		0,158	1,584	1,584			987,594	987,594	0,000	0,07	1,05	1,99
T70	DB77	30	0,032	0,350	0,350	250	0,0323	987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB78		0,158	1,742	1,742			986,624	986,624	0,000	0,07	1,08	2,04
T71	DB78	30	0,032	0,382	0,382	250	0,0323	986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB79		0,158	1,901	1,901			985,655	985,655	0,000	0,08	1,11	2,08
T170	DB79	6,32	0,032	0,413	0,413	400	0,0323	985,655	985,655	0,000	0,04	0,97	3,14
	PVP-03		0,158	2,059	2,059			987,853	985,451	2,402	0,04	1,06	2,01
T83	DB92	30	0,032	0,032	0,032	250	0,0323	996,320	996,320	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB93		0,158	0,158	0,158			995,351	995,351	0,000	0,07	1,03	1,97
T84	DB93	30	0,032	0,064	0,064	250	0,0323	995,351	995,351	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB94		0,158	0,317	0,317			994,382	994,382	0,000	0,07	1,03	1,97
T85	DB94	30	0,032	0,095	0,095	250	0,0323	994,382	994,382	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB95		0,158	0,475	0,475			993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	1,97
T86	DB95	30	0,032	0,127	0,127	250	0,0323	993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB96		0,158	0,634	0,634			992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	1,97
T87	DB96	30	0,032	0,159	0,159	250	0,0323	992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB97		0,158	0,792	0,792			991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	1,97
T88	DB97	30	0,032	0,191	0,191	250	0,0323	991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB98		0,158	0,950	0,950			990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	1,97
T89	DB98	30	0,032	0,223	0,223	250	0,0323	990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB99		0,158	1,109	1,109			989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	1,97
T90	DB99	30	0,032	0,254	0,254	250	0,0323	989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB100		0,158	1,267	1,267			988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	1,97
T91	DB100	30	0,032	0,286	0,286	250	0,0323	988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB101		0,158	1,426	1,426			987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	1,97
T92	DB101	30	0,032	0,318	0,318	250	0,0323	987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB102		0,158	1,584	1,584			986,624	986,624	0,000	0,07	1,05	1,99
T93	DB102	30	0,032	0,350	0,350	250	0,0323	986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB103		0,158	1,742	1,742			985,655	985,655	0,000	0,07	1,08	2,04
T171	DB103	7,08	0,032	0,382	0,382	400	0,0323	985,655	985,655	0,000	0,04	0,97	3,14
	PVP-04		0,158	1,901	1,901			987,853	985,426	2,427	0,04	1,04	1,98
T166	PVP-04	50	0,000	1,431	1,431	400	0,007	987,853	984,250	3,603	0,06	0,55	1,00
	PVP-03		0,000	15,893	15,893			987,853	983,900	3,953	0,17	1,11	3,85
T104	DB115	30	0,032	0,032	0,032	250	0,0323	994,381	994,381	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB116		0,158	0,158	0,158			993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	1,97
T105	DB116	30	0,032	0,064	0,064	250	0,0323	993,412	993,412	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB117		0,158	0,317	0,317			992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	1,97
T106	DB117	30	0,032	0,095	0,095	250	0,0323	992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB118		0,158	0,475	0,475			991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	1,97

ANEXO 2a - PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DRENOS DE PERCOLADO

Trecho	PV	Extensão (m)	Vazão Pontual (l/s)	Vazão a Montante (l/s)	Vazão a Jusante (l/s)	Diâmetro (mm)	Declividade Projeto (m/m)	Cota do Terreno (m)	Cota do Coletor (m)	Prof. do Coletor (m)	Lâmina Líquida (Y/D)	Vi (m/s) / Vf (m/s)	Tensão Trativa (Pa) / Vc (m/s)
	Inicial		Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial		
	Final		Final	Final	Final			Final	Final	Final	Final		
T107	DB118	30	0,032	0,127	0,127	250	0,0323	991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB119		0,158	0,634	0,634			990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	1,97
T108	DB119	30	0,032	0,159	0,159	250	0,0323	990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB120		0,158	0,792	0,792			989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	1,97
T109	DB120	30	0,032	0,191	0,191	250	0,0323	989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB121		0,158	0,950	0,950			988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	1,97
T110	DB121	30	0,032	0,223	0,223	250	0,0323	988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB122		0,158	1,109	1,109			987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	1,97
T111	DB122	30	0,032	0,254	0,254	250	0,0323	987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB123		0,158	1,267	1,267			986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	1,97
T112	DB123	30	0,032	0,286	0,286	250	0,0323	986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB124		0,158	1,426	1,426			985,655	985,655	0,000	0,07	1,03	1,97
T172	DB124	8,09	0,032	0,318	0,318	400	0,0323	985,655	985,655	0,000	0,04	0,97	3,14
	PVP-05		0,158	1,584	1,584			987,853	985,394	2,459	0,04	0,98	1,89
T165	PVP-05	50	0,000	1,049	1,049	400	0,007	987,853	984,600	3,253	0,06	0,55	1,00
	PVP-04		0,000	13,992	13,992			987,853	984,250	3,603	0,16	1,07	3,74
T121	DB134	30	0,032	0,032	0,032	250	0,0323	992,442	992,442	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB135		0,158	0,158	0,158			991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	1,97
T122	DB135	30	0,032	0,064	0,064	250	0,0323	991,473	991,473	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB136		0,158	0,317	0,317			990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	1,97
T123	DB136	30	0,032	0,095	0,095	250	0,0323	990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB137		0,158	0,475	0,475			989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	1,97
T124	DB137	30	0,032	0,127	0,127	250	0,0323	989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB138		0,158	0,634	0,634			988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	1,97
T125	DB138	30	0,032	0,159	0,159	250	0,0323	988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB139		0,158	0,792	0,792			987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	1,97
T126	DB139	30	0,032	0,191	0,191	250	0,0323	987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB140		0,158	0,950	0,950			986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	1,97
T127	DB140	30	0,032	0,223	0,223	250	0,0323	986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB141		0,158	1,109	1,109			985,655	985,655	0,000	0,07	1,03	1,97
T173	DB141	8,05	0,032	0,254	0,254	400	0,0323	985,655	985,655	0,000	0,04	0,97	3,14
	PVP-06		0,158	1,267	1,267			987,853	985,395	2,458	0,04	0,97	1,87
T164	PVP-06	50	0,000	0,731	0,731	400	0,007	987,853	984,950	2,903	0,06	0,55	1,00
	PVP-05		0,000	12,408	12,408			987,853	984,600	3,253	0,15	1,03	3,64
T135	DB150	30	0,032	0,032	0,032	250	0,0323	991,472	991,472	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB151		0,158	0,158	0,158			990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	1,97
T136	DB151	30	0,032	0,064	0,064	250	0,0323	990,503	990,503	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB152		0,158	0,317	0,317			989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	1,97
T137	DB152	30	0,032	0,095	0,095	250	0,0323	989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB153		0,158	0,475	0,475			988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	1,97
T138	DB153	30	0,032	0,127	0,127	250	0,0323	988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB154		0,158	0,634	0,634			987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	1,97

ANEXO 2a - PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DRENOS DE PERCOLADO

Trecho	PV	Extensão (m)	Vazão Pontual (l/s)	Vazão a Montante (l/s)	Vazão a Jusante (l/s)	Diâmetro (mm)	Declividade Projeto (m/m)	Cota do Terreno (m)	Cota do Coletor (m)	Prof. do Coletor (m)	Lâmina Líquida (Y/D)	Vi (m/s) / Vf (m/s)	Tensão Trativa (Pa) / Vc (m/s)
	Inicial		Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial		
	Final		Final	Final	Final			Final	Final	Final	Final		
T139	DB154	30	0,032	0,159	0,159	250	0,0323	987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB155		0,158	0,792	0,792			986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	1,97
T140	DB155	30	0,032	0,191	0,191	250	0,0323	986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB156		0,158	0,950	0,950			985,655	985,655	0,000	0,07	1,03	1,97
T174	DB156	8,42	0,032	0,223	0,223	400	0,0323	985,655	985,655	0,000	0,04	0,97	3,14
	PVP-07		0,158	1,109	1,109			987,853	985,383	2,470	0,04	0,97	1,87
T163	PVP-07	50	0,000	0,477	0,477	400	0,007	987,853	985,300	2,553	0,06	0,55	1,00
	PVP-06		0,000	11,141	11,141			987,853	984,950	2,903	0,14	1,00	3,55
T146	DB163	30	0,032	0,032	0,032	250	0,0323	989,533	989,533	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB164		0,158	0,158	0,158			988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	1,97
T147	DB164	30	0,032	0,064	0,064	250	0,0323	988,564	988,564	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB165		0,158	0,317	0,317			987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	1,97
T148	DB165	30	0,032	0,095	0,095	250	0,0323	987,594	987,594	0,000	0,07	1,03	3,48
	DB166		0,158	0,475	0,475			986,624	986,624	0,000	0,07	1,03	1,97
T149	DB166	30	0,032	0,127	0,127	250	0,0272	986,624	986,624	0,000	0,07	0,97	3,06
	DB167		0,158	0,634	0,634			985,808	985,808	0,000	0,07	0,97	2,01
T175	DB167	7,92	0,032	0,159	0,159	400	0,0199	985,808	985,808	0,000	0,04	0,81	2,18
	PVP-08		0,158	0,792	0,792			987,853	985,650	2,203	0,04	0,81	1,98
T162	PVP-08	50	0,000	0,254	0,254	400	0,007	987,853	985,650	2,203	0,06	0,55	1,00
	PVP-07		0,000	10,032	10,032			987,853	985,300	2,553	0,14	0,97	3,47
T153	DB172	30	0,032	0,032	0,032	250	0,02	987,438	987,438	0,000	0,08	0,87	2,42
	DB173		0,158	0,158	0,158			986,838	986,838	0,000	0,08	0,87	2,09
T154	DB173	30	0,032	0,064	0,064	250	0,02	986,838	986,838	0,000	0,08	0,87	2,42
	DB174		0,158	0,317	0,317			986,238	986,238	0,000	0,08	0,87	2,09
T176	DB174	7,37	0,032	0,095	0,095	400	0,0323	986,238	986,238	0,000	0,04	0,97	3,14
	PVP-09		0,158	0,475	0,475			987,853	986,000	1,853	0,04	0,97	1,87
T161	PVP-09	50	0,000	0,095	0,095	400	0,007	987,853	986,000	1,853	0,06	0,55	1,00
	PVP-08		8,765	9,240	9,240			987,853	985,650	2,203	0,13	0,95	3,41
T155	PVP-E	40,82	1,575	1,575	1,575	400	0,008	988,501	985,428	3,073	0,05	0,59	1,12
	PVP-12		11,780	11,780	11,780			987,725	985,100	2,625	0,14	1,07	3,54



ANEXO 2b PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

PLANILHA PARA O CÁLCULO DE COLETORES CIRCULARES DE ÁGUAS PLUVIAIS																										
POÇO DE VISITA				DEFLÚVIO A ESCOAR PARA JUSANTE								GALERIA DE JUSANTE														
Localização		Cotas no PV Montante		Racia Local	Contribuição-Local					Deflúvio a Escoar	Declividade	Declividade do Terreno	Cota de Projeto		Prof. Tubo m		Diâmetro	2- rede dupla	Enchimento	Trante Normal	Velocidade	Extensão	Caimento	Tempo de Percurso		
TRECHO		Terreno Montante	Terreno Jusante	área	Área Total	Coef. Distrib.	Tempo Concent.	Intens. Pluvio	Coef. Deflúvio				Deflúvio Local	Mont.	Jus.	Mont.									Jus.	cm
Mont.	Jus.	m	m	ha	ha		min	mm/h		m³/s	m³/s	%		Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	cm		%	cm	m/s	m	m	min	
1	2	4	5	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	26	27	28	29	30	31	32	33	
PV-01	PV-02	1004,600	1005,120	1,655	1,65	1,000	10,000	157,40	0,48	0,347	0,35	0,500	-0,562	1003,000	1002,538	1,600	2,582	60	1	76	45	1,51	92,49	0,462	1,020	
PV-02	PV-03	1005,120	1004,740	0,000	1,65	1,000	11,020	151,43	0,48	0,000	0,33	0,500	1,799	1002,538	1002,432	2,582	2,308	60	1	73	44	1,50	21,12	0,106	0,234	
PV-03	PV-04	1004,740	1004,150	0,000	1,65	1,000	11,255	150,13	0,48	0,000	0,33	2,665	2,666	1003,140	1002,550	1,600	1,600	60	1	43	26	2,87	22,13	0,590	0,129	
PV-04	PV-05	1004,150	1002,700	0,000	1,65	1,000	11,383	149,42	0,48	0,000	0,33	1,912	1,912	1002,550	1001,100	1,600	1,600	60	1	47	28	2,53	75,84	1,450	0,499	
PV-05	PV-06	1002,700	999,550	1,176	2,83	1,000	11,883	146,76	0,48	0,230	0,55	3,148	3,148	1001,100	997,950	1,600	1,600	60	1	55	33	3,47	100,07	3,150	0,480	
PV-06	PV-07	999,550	996,200	2,242	5,07	1,000	12,363	144,30	0,48	0,431	0,98	3,351	3,351	997,950	994,600	1,600	1,600	60	1	82	49	3,93	99,97	3,350	0,424	
PV-07	PV-08	996,200	991,800	3,169	8,24	1,000	12,787	142,20	0,48	0,601	1,56	4,000	4,436	993,968	990,000	2,232	1,800	80	1	61	48	4,91	99,19	3,968	0,337	
PV-08	PV-09	991,800	990,200	0,612	8,85	1,000	13,124	140,58	0,48	0,115	1,66	4,000	4,900	989,706	988,400	2,094	1,800	80	1	63	50	4,97	32,65	1,306	0,109	
PV-09	PV-10	990,200	989,600	0,000	8,85	1,000	13,234	140,06	0,48	0,000	1,65	1,253	1,253	988,200	987,600	2,000	2,000	100	1	62	62	3,21	47,90	0,600	0,248	
PV-10	PV-11	989,600	988,960	0,000	8,85	1,000	13,482	138,90	0,48	0,000	1,64	0,689	0,689	987,600	986,960	2,000	2,000	100	1	78	78	2,50	92,88	0,640	0,619	
PV-11	PV-12	988,960	988,520	3,125	11,98	1,000	14,102	136,10	0,48	0,567	2,17	1,000	0,618	986,960	986,248	2,000	2,272	100	1	87	87	3,00	71,17	0,712	0,395	
PV-12	PV-13	988,520	988,110	0,000	11,98	1,000	14,497	134,38	0,48	0,000	2,15	1,000	0,530	986,248	985,475	2,272	2,635	100	1	85	85	3,01	77,34	0,773	0,429	
PV-13	PV-14	988,110	985,000	2,666	14,64	1,000	14,925	132,56	0,48	0,471	1,29	3,500	5,180	985,301	983,200	2,809	1,800	80	2	56	45	4,47	60,04	2,101	0,224	
PV-14	PV-15	985,000	981,000	0,000	14,64	1,000	15,149	131,64	0,48	0,000	1,29	3,500	11,173	980,453	979,200	4,547	1,800	80	2	56	45	4,46	35,80	1,253	0,134	
PV-15	RQ1	981,000	978,500	0,000	14,64	1,000	15,283	131,09	0,48	0,000	1,28	3,500	11,726	979,200	978,454	1,800	0,046	80	2	56	45	4,45	21,32	0,746	0,080	
PV-24	PV-25	1003,700	1003,050	0,500	0,50	1,000	10,000	157,40	0,48	0,105	0,10	0,844	0,844	1002,100	1001,450	1,600	1,600	60	1	31	19	1,38	77,04	0,650	0,932	
PV-25	PV-26	1003,050	1002,190	0,000	0,50	1,000	10,932	151,92	0,48	0,000	0,10	1,425	1,425	1001,450	1000,590	1,600	1,600	60	1	27	16	1,64	60,34	0,860	0,612	
PV-26	PV-27	1002,190	1002,000	3,219	3,72	1,000	11,544	148,56	0,48	0,638	0,74	0,865	0,865	1000,390	1000,200	1,800	1,800	80	1	61	49	2,29	21,96	0,190	0,160	
PV-27	PV-28	1002,000	1001,970	0,000	3,72	1,000	11,704	147,70	0,48	0,000	0,73	0,500	0,150	1000,000	999,900	2,000	2,070	100	1	50	50	1,87	19,96	0,100	0,178	
PV-28	PV-29	1001,970	1001,920	0,000	3,72	1,000	11,882	146,77	0,48	0,000	0,73	0,500	0,188	999,900	999,768	2,070	2,152	100	1	50	50	1,87	26,53	0,133	0,237	
PV-29	PV-30	1001,920	1001,320	0,000	3,72	1,000	12,119	145,54	0,48	0,000	0,72	0,734	0,983	999,768	999,320	2,152	2,000	100	1	44	44	2,15	61,01	0,448	0,473	
PV-30	PV-31	1001,320	1001,060	2,948	6,67	1,000	12,592	143,16	0,48	0,563	1,27	0,539	0,539	999,320	999,060	2,000	2,000	100	1	70	70	2,17	48,28	0,260	0,370	
PV-31	PV-32	1001,060	1000,900	0,000	6,67	1,000	12,962	141,35	0,48	0,000	1,26	0,745	0,745	999,060	998,900	2,000	2,000	100	1	62	62	2,47	21,48	0,160	0,145	
PV-32	PV-33	1000,900	1000,750	0,000	6,67	1,000	13,107	140,66	0,48	0,000	1,25	0,618	0,618	998,900	998,750	2,000	2,000	100	1	66	66	2,29	24,26	0,150	0,176	
PV-33	PV-34	1000,750	999,700	0,000	6,67	1,000	13,283	139,83	0,48	0,000	1,24	1,264	1,264	998,750	997,700	2,000	2,000	100	1	52	52	3,02	83,07	1,050	0,458	
PV-34	PV-35	999,700	998,700	2,068	8,74	1,000	13,742	137,71	0,48	0,380	1,60	1,124	1,124	997,700	996,700	2,000	2,000	100	1	63	63	3,06	88,97	1,000	0,485	
PV-35	PV-36	998,700	995,500	1,997	10,73	1,000	14,226	135,55	0,48	0,361	1,94	3,000	3,776	996,042	993,500	2,658	2,000	100	1	52	52	4,67	84,74	2,542	0,303	
PV-36	PV-37	995,500	994,850	0,000	10,73	1,000	14,529	134,24	0,48	0,000	1,92	3,000	3,500	993,407	992,850	2,093	2,000	100	1	52	52	4,66	18,57	0,557	0,066	
PV-37	PV-38	994,850	994,350	0,000	10,73	1,000	14,595	133,96	0,48	0,000	1,92	3,123	3,123	992,850	992,350	2,000	2,000	100	1	51	51	4,73	16,01	0,500	0,056	
PV-38	PV-39	994,350	992,250	0,000	10,73	1,000	14,651	133,72	0,48	0,000	1,91	3,276	3,276	992,350	990,250	2,000	2,000	100	1	51	51	4,81	64,10	2,100	0,222	
PV-39	PV-40	992,250	989,450	0,000	10,73	1,000	14,874	132,78	0,48	0,000	1,90	3,000	4,493	989,320	987,450	2,930	2,000	100	1	52	52	4,64	62,32	1,870	0,224	
PV-40	PV-41	989,450	986,480	1,579	12,31	1,000	15,097	131,85	0,48	0,278	2,16	2,953	2,953	987,450	984,480	2,000	2,000	100	1	56	56	4,76	100,57	2,970	0,352	
PV-41	PV-42	986,480	985,250	3,015	15,33	1,000	15,449	130,42	0,48	0,524	2,67	2,066	2,066	984,480	983,250	2,000	2,000	100	1	74	74	4,30	59,53	1,230	0,231	
PV-42	PV-43	985,250	985,340	0,000	15,33	1,000	15,680	129,50	0,48	0,000	1,32	0,500	-0,445	983,250	983,149	2,000	2,191	100	2	74	74	2,12	20,22	0,101	0,159	
PV-43	PV-44	985,340	982,820	2,139	20,54	1,000	15,839	128,87	0,48	0,368	1,77	2,000	2,514	981,506	979,501	3,834	3,319	100	2	56	56	3,91	100,22	2,004	0,427	
PV-44	PV-45	982,820	980,520	0,000	20,54	1,000	16,266	127,23	0,48	0,000	1,74	2,000	3,337	979,501</												



ANEXO 3 ARTs



Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico

UBIRATAN SEBASTIAO DE CARVALHO

Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **2605811395**

Registro: **601933540/D-SP**

Empresa contratada: **12254 - CONSORCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

SCS Quadra 8 Bloco B Lotes
50/60

Número: 0

Bairro: **Asa Sul**

CEP: **70333-900**

Cidade: **Brasília**

UF: **DF**

Complemento:

E-Mail: **copel@slu.df.gov.br**

Fone: **(61)32130153**

Contrato: **015/2014**

Celebrado em: **10/09/2014**

Valor Obra/Serviço R\$:
82.745.120,00

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Público**

Ação institucional: **Órgão Público**

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia **DF-180**

Número: 0

Bairro: **Samambaia Norte**
(Samambaia)

CEP: **72339-800**

Cidade: **Brasília**

UF: **DF**

Complemento: **KM 42**

Data de Início: **10/09/2014**

Previsão término: **09/09/2019**

Coordenadas Geográficas: ,

Finalidade: **Saneamento básico**

Código/Obra pública:

Proprietário: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO
FEDERAL / SLU-DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

E-Mail: **copel@slu.df.gov.br**

Fone: **(61) 32130153**

4. Atividade Técnica

Realização

Projeto Resíduo disposto estudo ambiental aterro sanitario

Quantidade Unidade

Manutenção implantação e operação do aterro

3.944.000,0000 tonelada

3.944.000,0000 tonelada

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

Profissional

Contratante

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local _____ de _____ de _____
Data _____

UBIRATAN SEBASTIAO DE CARVALHO - CPF: 215.544.201-72

**SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF -
CPF/CNPJ: 01.567.525/0001-76**

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site:
www.creadf.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.



www.creadf.org.br
informacao@creadf.org.br
Tel: (61) 3961-2800 Fax: (61) 3223-4619



CREA-DF
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

Registrada em: **20/07/2017** Valor Pago: **R\$ 214,82** Nosso Número/Baixa: **0117032499**



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-DF

ART Obra ou serviço
0720170041977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

Corresponsável à 0720160021643

1. Responsável Técnico

ANDRE EUGENE LAPERCHE.

Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **1005891389**

Registro: **956/D-GO**

Empresa contratada: **12254 - CONSORCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL-SLU/DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

SCS Quadra 8 Bloco B Lotes
50/60

Número: 0

Bairro: Asa Sul

CEP: 70333-900

Cidade: Brasília

UF: DF

Complemento:

E-Mail: copel@slu.df.gov.br

Fone: (61)32130153

Contrato: 015/2014

Celebrado em: 10/10/2014

Valor Obra/Serviço R\$:
82.745.120,00

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

SCS Quadra 8 Bloco B Lotes
50/60

Número: 0

Bairro: Asa Sul

CEP: 70333-900

Cidade: Brasília

UF: DF

Complemento:

Data de Início: 10/09/2014

Previsão término: 09/09/2019

Coordenadas Geográficas: ,

Finalidade: **Saneamento básico**

Código/Obra pública:

Proprietário: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO
FEDERAL-SLU/DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

E-Mail: copel@slu.df.gov.br

Fone: (61) 32130153

4. Atividade Técnica

Realização

Quantidade Unidade

Manutenção Descrição das atividades relativas à implantação e operação do aterro Estudo Ambiental
Aterro Sanitário

3.944.000,0000 tonelada

Projeto Descrição Resíduos dispostos Estudo Ambiental Aterro Sanitário

3.944.000,0000 tonelada

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Implant. Oper. e Manut. e Proj. Executivo do aterro, contrato nº015/2014, sendo o valor de R\$22.167.990,00 corresponde a implantação, e a diferença R\$67.577.130,00 da operação e manutenção do aterro.

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local _____ de _____ de _____
Data

ANDRE EUGENE LAPERCHE - CPF: 036.905.711-20

SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL-SLU/DF -
CPF/CNPJ: 01.567.525/0001-76

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site:
www.creadf.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.



www.creadf.org.br
informacao@creadf.org.br
Tel: (61) 3961-2800 Fax: (61) 3223-4619



CREA-DF
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

Registrada em: 17/07/2017 Valor Pago: R\$ 81,53 Nosso Número/Baixa: 0117031713



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-DF

ART Obra ou serviço
0720180029524

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

Corresponsável à 0720160021643

1. Responsável Técnico

SERGIO DE SOUZA LIMA

Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **1001959922**
Registro: **10491/D-GO**

Empresa contratada: **CONSORCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL** Registro: **12254-DF**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

SCS Quadra 8 Bloco B Lotes
50/60

Número: 0

Bairro: **Asa Sul**

CEP: **70333-900**

Cidade: **Brasília**

UF: **DF**

Complemento:

E-Mail: **copel@slu.df.gov.br**

Fone: **(61)32130153**

Contrato: **015/2014**

Celebrado em: **10/09/2014**

Valor Obra/Serviço R\$:
82.745.120,00

Vinculada a ART: **0720160021643**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Público**

Ação institucional: **Órgão Público**

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia **DF-180**

Número: 0

Bairro: **Samambaia Norte**
(Samambaia)

CEP: **72339-800**

Cidade: **Brasília**

UF: **DF**

Complemento:

Data de Início: **10/09/2014**

Previsão término: **09/09/2019**

Coordenadas Geográficas: **-15.863589180552518,-**
48.158354891689214

Finalidade: **Saneamento básico**

Código/Obra pública:

Proprietário: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO**
FEDERAL / SLU-DF

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

E-Mail: **copel@slu.df.gov.br**

Fone: **(61) 32130153**

4. Atividade Técnica

Realização

Quantidade Unidade

Manutenção Aterro Resíduos Domiciliares

3.944.000,0000 tonelada

Projeto Tratamento

3.944.000,0000 tonelada

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Prest. de Serv. de Implant. oper. e manut. e Proj. Executivo do Aterro Sanitário Oeste, Contrato 015/2014, sendo que valor R\$ 22.167.990,00 corresponde a implantação e a diferença de R\$ 67.577.130,00 da operação e manutenção do Aterro.

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

CENB

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, de _____ de _____
Local Data

SERGIO DE SOUZA LIMA - CPF: 831.603.531-68

SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF -
CPF/CNPJ: 01.567.525/0001-76

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site: www.creadf.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.



www.creadf.org.br
informacao@creadf.org.br
Tel: (61) 3961-2800 Fax: (61) 3223-4619



Valor da ART: R\$ 82,94

Registrada em: 11/05/2018

Valor Pago: R\$ 82,94

Nosso Número/Baixa: 0118022971



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-DF

ART Obra ou serviço
0720160021643

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

Substituição à 0720160005020

1. Responsável Técnico

DANIEL JEAN LAPERCHE

Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **1005892814**

Registro: **3543/D-GO**

Empresa contratada: **12254 - CONSORCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

SCS QD.8 BL-B50

ED.VENANCIO 2000 9º

ANDAR

Número: 0

Bairro: **SETOR COMERCIAL
SUL**

CEP: 70333-900

Cidade: **BRASILIA**

UF: **DF**

Complemento:

E-Mail: **copel@slu.df.gov.br**

Fone: **(61)32130153**

Contrato: **015/2014**

Celebrado em: **10/09/2014**

Valor Obra/Serviço R\$:
82.745.120,00

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Público**

Ação institucional: **Órgão Público**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA DF-180 KM 42

Número: 0

Bairro: **SAMAMBAIA**

CEP: 72700-000

Cidade: **BRASILIA**

UF: **DF**

Complemento:

Data de Início: **10/09/2014**

Previsão término: **09/09/2019**

Coordenadas Geográficas: ,

Finalidade: **Saneamento básico**

Código/Obra pública:

Proprietário: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO
FEDERAL / SLU-DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

E-Mail: **copel@slu.df.gov.br**

Fone: **(61) 32130153**

4. Atividade Técnica

Realização

Manutenção Descrição das atividades relativas à implantação e operação do aterro

Quantidade Unidade

3.944.000,0000 tonelada

Projeto Descrição Resíduos dispostos Estudo Ambiental Aterro Sanitário

3.944.000,0000 tonelada

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Implant., oper. e manut. e Proj. executivo do aterro, contrato nº15/2014, sendo que valor R\$ 22.167.990,00 corresponde a implantação, e a diferença R\$67.577.130,00 da operação e manutenção do aterro.

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

Profissional

Contratante

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, de _____ de _____
Local Data

DANIEL JEAN LAPERCHE - CPF: 167.189.251-87

**SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF -
CPF/CNPJ: 01.567.525/0001-76**

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site: **www.creadf.org.br**
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creadf.org.br informacao@creadf.org.br
Tel: (61) 3961-2800 Fax: (61) 3223-4619





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-DF

ART Obra ou serviço
0720190018404

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

Substituição à 0720190017460

1. Responsável Técnico

ATAUALPA NASCIUTTI VELOSO

Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **1005174822**

Registro: **2933/D-GO**

Empresa contratada: **CONSORCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL** Registro: **12254-DF**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

SCS Quadra 8 Bloco B Lotes
50/60

Número: 00

Bairro: Asa Sul

CEP: 70333-900

Cidade: Brasília

UF: DF

Complemento:

E-Mail: **anveloso@dboengenharia.com.br**

Fone: (61)32130153

Contrato: 015/2014

Celebrado em: 10/09/2014

Valor Obra/Serviço R\$:
82.745.120,00

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação institucional: Órgão Público

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia DF-180

Número: 00

Bairro: Samambaia Norte
(Samambaia)

CEP: 72339-800

Cidade: Brasília

UF: DF

Complemento:

Data de Início: 10/09/2014

Previsão término: 09/09/2019

Coordenadas Geográficas:

-15.754042383366444,-48.16702964449132

Finalidade: **Saneamento básico**

Código/Obra pública:

Proprietário: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO
FEDERAL / SLU-DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

E-Mail: **anveloso@dboengenharia.com.br**

Fone: (61) 32130153

4. Atividade Técnica

Realização

Quantidade Unidade

Manutenção Aterro Resíduos Domiciliares

3.944.000,0000 tonelada

Projeto Tratamento

3.944.000,0000 tonelada

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Prest. de Serv. de Implant. oper. e manut. e Proj. Executivo do Aterro Sanitário etapa 2, Contrato 015/2014, sendo que valor R\$ 22.167.990,00 corresponde a implantação e a diferença de R\$ 67.577.130,00 da operação e manutenção do Aterro.

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

Profissional

Contratante

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, ____ de ____ de ____
Local Data

ATAUALPA NASCIUTTI VELOSO - CPF: 148.891.291-20

SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF -
CPF/CNPJ: 01.567.525/0001-76

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site: www.creadf.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creadf.org.br informacao@creadf.org.br
Tel: (61) 3961-2800 Fax: (61) 3223-4619



Valor da ART: R\$ 0,00

Registrada em: 00/00/0000

Valor Pago: R\$ 0,00

Nosso Número/Baixa: andreperes



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020190055687

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Substituição à 1020190052863

1. Responsável Técnico

LIVIA EVANGELISTA VELOSO SANTANA

RNP: **1002391717**

Título profissional: **Engenheira Civil**

Registro: **14526/D-GO**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

Rua SCS Bloco B, Nº 00

Bairro: **Asa Sul**

CEP: **70333-900**

Quadra: 8 Lote: 00

Complemento:

Cidade: **Brasília-DF**

E-Mail:

Fone: **(61)32130153**

Contrato: 00

Celebrado em: **10/09/2014**

Valor Obra/Serviço R\$: **1.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação institucional: **Nenhuma/Não Aplicável**

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia DF 180, Nº sn

Bairro: **SAMAMBAIA NORTE**

CEP: **72339-800**

Quadra: 00 Lote: 00

Complemento:

Cidade: **BRASILIA-GO**

Data de Inicio: **01/02/2019**

Previsão término: **09/09/2019**

Coordenadas Geográficas: **-157.540423,-48.167029**

Finalidade: **Ambiental**

Proprietário: **SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF**

CPF/CNPJ: **01.567.525/0001-76**

E-Mail:

Fone: **(61) 32130153**

Tipo de proprietário: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

4. Atividade Técnica

ATUACAO

MANUTENCAO TRATAMENTO DE RESIDUOS

PROJETO TRATAMENTO DE RESIDUOS

Quantidade Unidade

3.944.000,00 TONELADAS

3.944.000,00 TONELADAS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Prest. de Serv. de Implant. oper. e manut. e Proj. Executivo do Aterro Sanitário etapa 2, Contrato 015/2014, sendo que valor R\$ 22.167.990,00 corresponde a implantação e a diferença de R\$ 67.577.130,00 da operação e manutenção do Aterro.

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local _____, _____ de _____ de _____
Data

LIVIA EVANGELISTA VELOSO SANTANA - CPF: 000.577.321-08

SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL / SLU-DF -
CPF/CNPJ: 01.567.525/0001-76

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.



www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200 Fax: (62) 3221-6277



Valor da ART: 85,96	Registrada em 22/03/2019	Valor Pago R\$ 0,00	Nosso Numero 28320690119056135	Situação Registrada/OK	Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT
------------------------	-----------------------------	------------------------	-----------------------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------



ANEXO 4 ESTUDO DE ESTABILIDADE DO MACIÇO 2ª ETAPA

**ATENDIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS TÉCNICAS APRESENTADAS NA
MANIFESTAÇÃO DE PENDÊNCIAS SEI-GDF Nº43/2019 –
IBRAM/PRESI/SULAM/DILAM-III**

Consórcio Samambaia Ambiental

ASB-BSB-ATD-FS2-M-F

JULHO DE 2019

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 EXIGÊNCIA TÉCNICA 1.1 – INFORMAR SE OS VALORES APRESENTADOS NO QUADRO 2 DO DOCUMENTO 25249167 FORAM DETERMINADOS NA ÁREA ANTES OU DEPOIS DA ESCAVAÇÃO, BEM COMO INFORMAR A PROFUNDIDADE PREVISTA PARA A ESCAVAÇÃO, NÃO EXPLICITADA NO MEMORIAL DESCRITIVO, NEM NAS PLANTAS DE CORTE.	4
2.1 Sondagens a percussão com identificação de nível d'água	5
2.2 Ensaios de Permeabilidade in situ	6
2.3 Atendimento às condições hidrogeológicas estabelecidas na norma ABNT NBR 13.896:1997.....	7
3 EXIGÊNCIA TÉCNICA 1.14 - APRESENTAR ESTUDO QUE SUBSIDIE A DEFINIÇÃO DA QUANTIDADE E DA LOCAÇÃO DOS PIEZÔMETROS PARA MEDIÇÃO DE POROPRESSÃO. DEVE-SE UTILIZAR PIEZÔMETROS COM CÂMARAS DUPLAS, EM CONFORMIDADE COM A RESOLUÇÃO ADASA Nº 18 DE 09/08/2018, PARÁGRAFO ÚNICO DO ARTIGO 56.	10
4 ANÁLISE DE ESTABILIDADE	13
4.1 Parâmetros adotados	13
4.2 Método de análise	15
4.3 Critérios de poropressões.....	15
4.4 Resultados obtidos.....	16
4.5 Considerações finais	20
BIBLIOGRAFIA.....	21
ANEXOS.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Esquema da camada não saturada sob o sistema de impermeabilização do aterro sanitário.....	7
Figura 2-2. Esquema da camada não saturada sob o sistema de impermeabilização do aterro sanitário – Modelo conservador.....	8
Figura 3-1. Esquema típico de piezômetro de duas câmaras.....	12
Figura 1-5. Localização das seções de análise de estabilidade.....	13
Figura 1-7. Fator de Segurança para Seção S-S' considerando a simulação de superfície de ruptura circular (FS=1,57).....	19
Figura 1-8. Fator de Segurança para Seção T-T' considerando a simulação de superfície de ruptura circular (FS=1,58).....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1. Localização das sondagens realizadas pela empresa OKM (Mar/2015).	5
Tabela 2-2. Distanciamento da cota de implantação da geomembrana de PEAD e a linha piezométrica.	6
Tabela 2-3. Coeficientes de permeabilidade das camadas estratigráficas analisadas.	8
Tabela 2-4. Espessura da zona insaturada das.....	9
Tabela 1-1: Parâmetros comuns para análise de estabilidade.	14
Tabela 1-2: Valores de Fatores de Segurança, FS em função do r_u , considerando-se as superfícies circulares de rupturas hipotéticas.	17
Tabela 1-3. Critérios de intervenção em função das condições de pressão interna do maciço de resíduos.	18

1 INTRODUÇÃO

A GEOTECH apresenta o Atendimento às exigências técnicas apresentadas na Manifestação de Pendências SEI-GDF nº43/2019 – IBRAM/PRESI/SULAM/DILAM-III, referente à segunda etapa de operação do Aterro Sanitário de Brasília – ASB.

A seguir são transcritas as exigências técnicas juntamente com seus atendimentos.

2 EXIGÊNCIA TÉCNICA 1.1 - INFORMAR SE OS VALORES APRESENTADOS NO QUADRO 2 DO DOCUMENTO 25249167 FORAM DETERMINADOS NA ÁREA ANTES OU DEPOIS DA ESCAVAÇÃO, BEM COMO INFORMAR A PROFUNDIDADE PREVISTA PARA A ESCAVAÇÃO, NÃO EXPLICITADA NO MEMORIAL DESCRITIVO, NEM NAS PLANTAS DE CORTE.

Motivo: A NBR13.896 estabelece que se segue:

b) Entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,50 m de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica na região;

c) O aterro deve ser executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s;

Nota: Um subsolo com coeficiente de permeabilidade superior a 5×10^{-5} cm/s pode vir a ser aceito pelo OCA, a seu critério, dependendo do tipo de resíduo a ser disposto e das demais condições hidrogeológicas do local do aterro, desde que este valor não exceda 10^{-4} cm/s.

O memorial descritivo do projeto apresentado (25249167) informa que o coeficiente de infiltração do terreno é de $1,273 \times 10^{-4}$, $1,80 \times 10^{-4}$ e $9,603 \times 10^{-4}$ cm/s, todos no limite do recomendado pela norma (10^{-4} cm/s).

Dessa forma, uma melhor avaliação deve ser feita com relação às condicionantes geotécnicas.

Visando atender a referida exigência técnica foram realizadas sondagens a percussão com identificação de nível d'água, ensaios de permeabilidade in situ e ensaios geotécnicos laboratoriais nos solos da futura área de implantação da Fase II do aterro sanitário.

2.1 Sondagens a percussão com identificação de nível d'água

Em abril de 2018, foram realizadas 3 sondagens à percussão e 6 sondagens rotativas na área de implantação da Etapa 2, com a finalidade de identificar o nível d'água durante o período de maior precipitação pluviométrica da região. Na Tabela 2-1, a seguir, são apresentados os dados obtidos nas referidas sondagens realizadas pela empresa HSN Engenharia. No Anexo I, Folha 01/02, são apresentadas as locações das sondagens em planta e no Anexo II são apresentados seus boletins.

Sondagem	Coordenadas UTM N (m)	Coordenadas UTM E (m)	Cota superficial (m)	Profundidade Nível d'água (m)	Cota Nível d'água (m)
SP-01	8.244.067,99	161.984,44	998,18	4,90 (SECO)	< 993,7
SP-02	8.244.006,13	161.905,81	997,62	5,30 (SECO)	< 991,7
SP-03	8.244.162,57	161.918,52	991,42	8,45 (SECO)	< 982,55
SPR-04	8.244.094,90	161.952,36	995,48	11,00	984,48
SPR-05	8.244.050,50	161.882,02	994,65	11,00	983,65
SPR-06	8.244.104,80	161.882,02	992,82	11,00	981,82
SPR-07	8.244.234,24	162.073,11	991,91	7,00	984,91
SPR-08	8.239.470,31	161.997,79	999,94	12,00	987,94
SPR-09	8.244.148,18	161.835,87	990,11	20,00	970,11

Tabela 2-1. Locação das sondagens realizadas pela empresa OKM (Mar/2015).

Através dos dados obtidos nas sondagens realizadas, juntamente às cotas estabelecidas no projeto de escavação e adotando-se a implantação das camadas de solo compactadas apresentadas no projeto executivo da Etapa 2, tem-se que a

espessura mínima entre a Geomembrana de PEAD de 2mm e a linha piezométrica, no cenário mais crítico, é de 2,56 m, conforme apresentado na Tabela 2-2 a seguir.

Sondagem	Coordenadas UTM N (m)	Coordenadas UTM E (m)	Cota superficial (m)	Profundidade Nível d'água (m)	Cota Nível d'água (m)	Cota do projeto (m)	Espessura da zona não saturada (m)
SP-01	8.244.067,99	161.984,44	998,18	4,90 (SECO)	-	991,70	-
SP-02	8.244.006,13	161.905,81	997,62	5,30 (SECO)	-	992,82	-
SP-03	8.244.162,57	161.918,52	991,42	8,45 (SECO)	-	988,12	-
SPR-04	8.244.094,90	161.952,36	995,48	11,00	984,48	990,59	6,11
SPR-05	8.244.050,50	161.882,02	994,65	11,00	983,65	991,21	7,56
SPR-06	8.244.104,80	161.882,02	992,82	11,00	981,82	989,53	7,71
SPR-07	8.244.234,24	162.073,11	991,91	7,00	984,91	987,47	2,56
SPR-08	8.239.470,31	161.997,79	999,94	12,00	987,94	995,00	7,06
SPR-09	8.244.148,18	161.835,87	990,11	20,00	970,11	987,74	17,63

*Sistema de impermeabilização de base dotado de uma camada de solo local compactado com espessura de 0,20 m e uma camada de argila compactada com espessura de 0,20 m, seguido por Geoclayliner, GCL.

Tabela 2-2. Distanciamento da cota de implantação da geomembrana de PEAD e a linha piezométrica.

Verifica-se que a zona não saturada, composta por solo natural, seguido de solo local compactado e GCL, da base para o topo, sob a geomembrana de PEAD, atende a condição mínima de espessura de solo não saturado de 1,5 m.

2.2 Ensaios de Permeabilidade in situ

Conforme descrito no memorial descritivo do projeto apresentado (25249167) informa-se que o coeficiente de infiltração do terreno é de $1,273 \times 10^{-4}$, $1,180 \times 10^{-4}$ e $9,603 \times 10^{-5}$ cm/s, todos no limite do recomendado pela norma (10^{-4} cm/s). Conforme observado, os solos naturais que permanecerão sob o sistema de drenagem de base de águas limpas possuem coeficiente de permeabilidade médio da ordem de $1,13 \times 10^{-4}$ cm/s.

No Anexo III são apresentados os boletins de ensaios de infiltração realizados nas cavas dos solos da área da Etapa 2 (HSN ENGENHARIA, 2018).

No entanto, reitera-se que a camada de solo não saturada sob a geomembrana de PEAD e a linha piezométrica é composta por solo natural ($K_{\text{médio}} = 2,8 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$), seguido de solo local compactado e Geoclayliner, GCL ($K_{\text{médio}} = 5 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$), conforme apresentada na Figura 2-1.

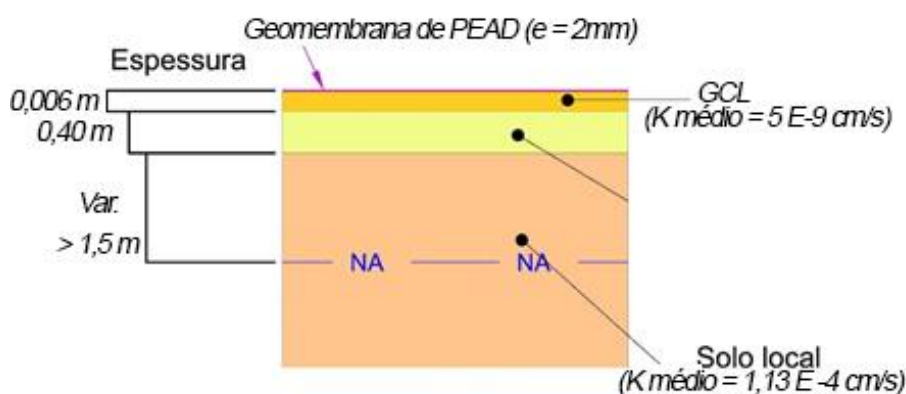


Figura 2-1. Esquema da camada não saturada sob o sistema de impermeabilização do aterro sanitário.

Conforme verificado na Figura 2-1, a camada de solo não saturada sob o aterro é heterogênea, nesse sentido, se faz necessária o cálculo do coeficiente vertical equivalente, conforme apresentado no item 2.3, a seguir.

2.3 Atendimento às condições hidrogeológicas estabelecidas na norma ABNT NBR 13.896:1997

A norma NBR 13.896/97 – “Aterro de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação” determina que, obrigatoriamente, exista uma camada de solo com espessura mínima de 1,50 m e permeabilidade da ordem de $5 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ na base do aterro, sendo assim, visando o atendimento a norma e às solicitações do IBRAM, foram realizadas simulações matemáticas de equivalência hidráulica nas camadas da zona insaturada sob o aterro, de modo a demonstrar que a camada de solo adotada sob o aterro atende aos critérios estabelecidos na referida norma técnica.

Para tal análise foram utilizados os dados dos ensaios de permeabilidade in situ e sondagens geotécnicas realizadas em abril de 2018 (HSN Engenharia, 2018) e através dos dados obtidos pode-se determinar as espessuras das zonas para cada sondagem, tendo-se como referências as cotas adotadas no projeto executivo da Etapa 2 informadas pelo interessado.

Conforme observado na Figura 2-2, até o presente momento não foram realizados ensaios geotécnicos laboratoriais que determinassem o coeficiente de permeabilidade intrínseca dos solos locais compactados.

Assim, de modo conservador, para os cálculos de equivalência hidráulica aqui apresentados, adotou-se que a zona não saturada seja composta somente de solo local, sem compactação, com coeficiente de permeabilidade de $1,13 \times 10^{-4}$ cm/s, com espessura variável (não inferior a 2,56 m), seguida do Geoclayliner, GCL.

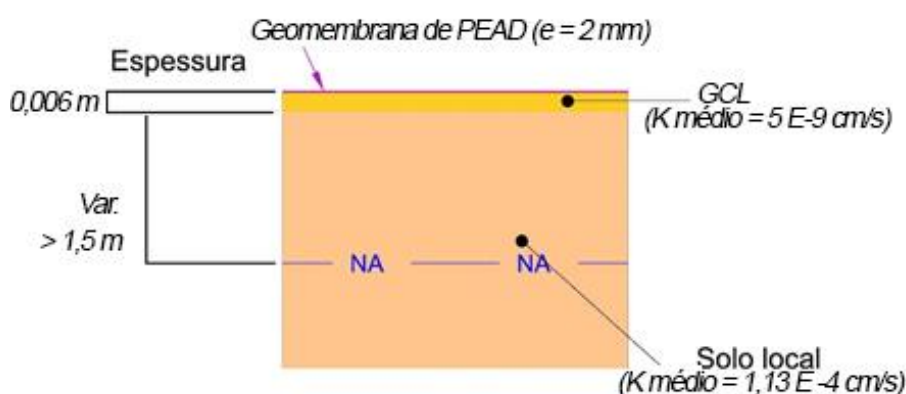


Figura 2-2. Esquema da camada não saturada sob o sistema de impermeabilização do aterro sanitário – Modelo conservador.

Na Tabela 2-3 são apresentadas as características das camadas estratigráficas analisadas juntamente com seus coeficientes de permeabilidade.

Material	Coefficiente de Permeabilidade $k_{\text{médio}}$ (cm/s)	Espessura da camada	Referência
Geoclayliner, GCL	5×10^{-9}	6 mm	Catálogo: Ober Geossintéticos
Solo local	$1,13 \times 10^{-4}$	Variável, não inferior a 2,56 m	HSN ENGENHARIA (2018)

Tabela 2-3. Coeficientes de permeabilidade das camadas estratigráficas analisadas.

Cabe ressaltar que no âmbito de projeto, define-se a zona insaturada como a distância entre a mais alta superfície potenciométrica de nível d'água atualizada (Abr/18) e a geomembrana de PEAD de espessura de 2 mm, conforme apresentada na Figura 2-1 e Figura 2-2.

Através da fórmula:
$$k = \frac{\sum L}{\frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2} + \dots + \frac{L_F}{K_F}}$$

Onde:

K_1 = coeficiente de permeabilidade intrínseco da camada; e

L_1 = espessura da camada.

Tem-se na Tabela 2-4 a seguir, as zonas insaturadas obtidas, juntamente com seus coeficientes de permeabilidade de fluxo perpendicular à estratificação.

Sondagem	Espessura da zona não saturada (m)	K_{eq} (cm/s)
SPR-04	6,11	5,01E-06
SPR-05	7,56	6,17E-06
SPR-06	7,71	6,29E-06
SPR-07	2,56	2,12E-06
SPR-08	7,06	5,77E-06
SPR-09	17,63	1,40E-05

Tabela 2-4. Espessura da zona insaturada das

Verifica-se na Tabela 2-4 que a menor espessura da zona insaturada corresponde à sondagem SPR-07 que possui coeficiente de permeabilidade de fluxo perpendicular à estratificação de $2,12 \times 10^{-6}$ cm/s.

Do mesmo modo, informa-se que o maior coeficiente de permeabilidade obtido foi de $1,40 \times 10^{-5}$ cm/s, na sondagem SP-09, que possui espessura de zona não saturada de 17,63 metros.

Portanto, reitera-se que o projeto em questão **atende** aos condicionantes hidrogeológicos contidos na norma NBR 13.896:97, que determina que,

obrigatoriamente, entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada de solo de espessura mínima de 1,50 m com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s.

3 EXIGÊNCIA TÉCNICA 1.14 - APRESENTAR ESTUDO QUE SUBSIDIE A DEFINIÇÃO DA QUANTIDADE E DA LOCAÇÃO DOS PIEZÔMETROS PARA MEDIÇÃO DE PORO-PRESSÃO. DEVE-SE UTILIZAR PIEZÔMETROS COM CÂMARAS DUPLAS, EM CONFORMIDADE COM A RESOLUÇÃO ADASA Nº 18 DE 09/08/2018, PARÁGRAFO ÚNICO DO ARTIGO 56.

Motivo: O projeto informa que serão instalados 4 piezômetros (2 em cotas inferiores e 2 em cotas superiores), sem maiores avaliações que embase essa definição. A Resolução ADASA nº 18 de 09/08/2018 estabelece o seguinte em seu Artigo 56:

“Art. 56. O monitoramento das pressões neutras deve aferir a pressão dos gases e o nível do chorume para avaliar a eficiência do sistema de drenagem interna e a estabilidade de taludes.

Parágrafo único. A aferição das pressões neutras deve ser realizada por Piezômetros distribuídos ao longo das massas críticas do maciço, capazes de aferir, separadamente, pressão de gás e nível de chorume.”

A análise de estabilidade a ser realizada periodicamente deverá ser correspondente à conformação do maciço de resíduos da Etapa 2, no cenário atual até sua conformação final, com a finalidade de refletir as condições das seções consideradas mais críticas, de acordo com a inclinação e altura do maciço. Nesse sentido, tendo-se como referência a conformação final do projeto executivo da fase 2, foram consideradas 12 seções críticas de análise de estabilidade, conforme apresentado no Anexo I, Folha 02/02.

Nestas seções críticas, recomenda-se a implantação de instrumentos geotécnicos que terão a função de verificar as condições geotécnicas atuais do maciço de resíduos. Neste atendimento, se fez necessário atualizar a quantidade de instrumentos

geotécnicos para atender a Etapa 2, ou seja, a instalação de **21 piezômetros** e de **36 marcos superficiais**, conforme apresentado no Anexo I, Folha 02/02.

Ressalta-se que a análise de estabilidade e o monitoramento da segurança estrutural não podem ser analisados apenas pela modelagem matemática, mas sim a partir de um conjunto de fatores, inclusive em deformações e deslocamentos de marcos superficiais conforme descrito em Benvenuto (2011).

Conforme solicitado, recomenda-se a instalação de piezômetros com câmaras duplas, tipo stand pipe ou sifão, aptos para leituras separadas de gases e lixiviados, em conformidade com a Resolução ADASA nº 18 de 09/08/2018, Parágrafo Único do Artigo 56, conforme apresentado a seguir na Figura 3-1. Cabe informar que este equipamento é adequado para aferição das pressões neutras internas do maciço, inclusive, separadamente, pressão de gás e nível de chorume.

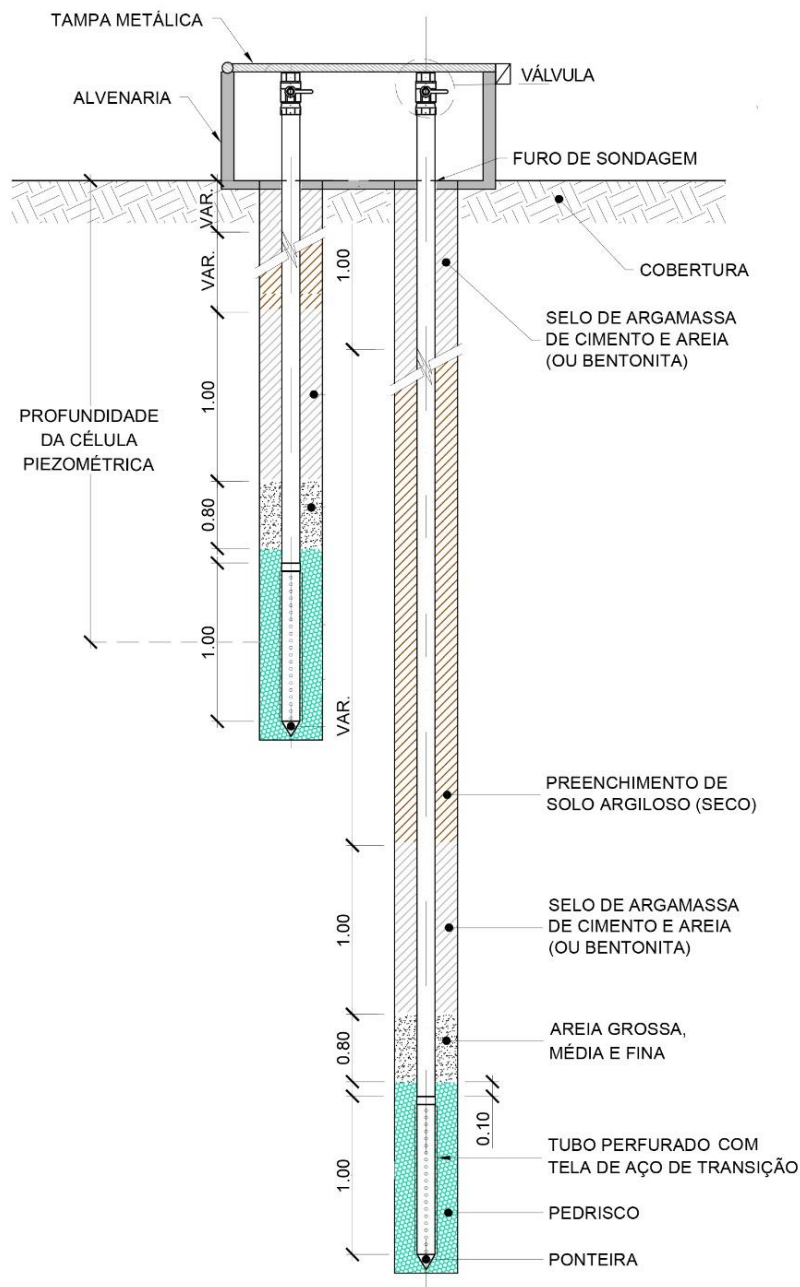


Figura 3-1. Esquema típico de piezômetro de duas câmaras.

4 ANÁLISE DE ESTABILIDADE

A análise de estabilidade realizada procurou reproduzir as condições atuais das seções S-S' e T-T', consideradas mais críticas, conforme sua geometria, inclinação e altura de resíduos. A cota máxima considerada foi de 1.025 m.

A base para o traçado da geometria das seções estudadas é o projeto da Etapa 2 do aterro, fornecido pelo interessado, que pode ser visualizado na Figura 4-1, a seguir.

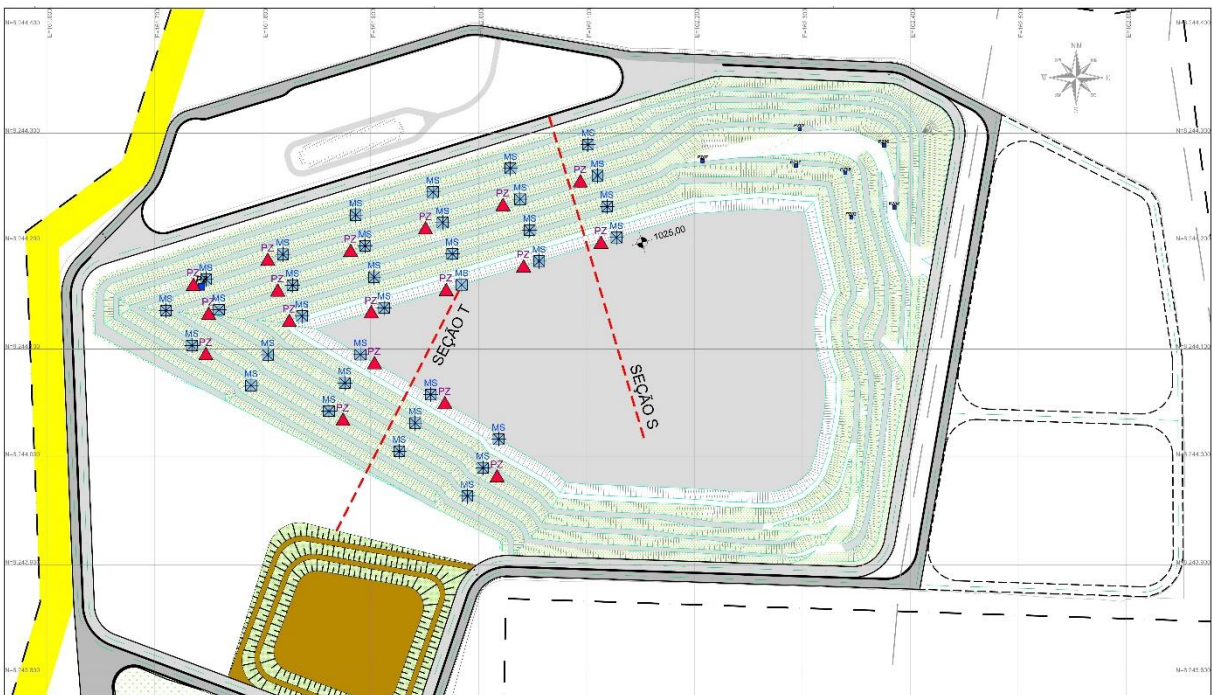


Figura 4-1. Localização das seções de análise de estabilidade.

4.1 Parâmetros adotados

Apesar da heterogeneidade aparente dos resíduos, os parâmetros de resistência médios que preponderam na estabilidade de grandes massas são os representativos dos maiores volumes, que no caso, são os resíduos de origem domiciliar.

No aterro de resíduos, as superfícies de ruptura consideradas estão preferencialmente dentro dos resíduos, resultando tangente aos solos de fundação, considerados, mais resistentes que os resíduos, conforme constatado nos resultados das sondagens

realizados nos solos e avaliação por dados de solos semelhantes publicados na literatura técnica.

Admitiram-se como parâmetros de cálculos os valores apresentados a seguir:

nº	Material	c' (kPa)	ϕ' (°)	γ (kN/m³)	Referência
1	Resíduo disposto	13,5	22°	10	Benvenuto & Cunha (1991)
2	Solo natural	18	36°	20	Pinto <i>et al</i> (1993)

Tabela 4-1: Parâmetros comuns para análise de estabilidade.

Onde:

c' = coesão média efetiva;

ϕ' = ângulo de atrito médio efetivo;

γ = peso específico médio.

Os valores dos parâmetros de resistência ao cisalhamento dos resíduos foram obtidos a partir da retroanálise de ruptura realizada no Aterro Sanitário Bandeirantes (Benvenuto e Cunha, 1991, 1992) e no Aterro Sanitário Sítio São João, na ocasião da ruptura, em 2007. Estes parâmetros tem sido referência para análises de estabilidade em aterros onde as condições operacionais não são adequadamente controladas ou são desconhecidas.

Deve ser considerado que os parâmetros apresentados representam o comportamento médio da massa de resíduos e, a aleatoriedade e variabilidade inerente às peculiaridades dos resíduos a serem dispostos, devem ser consideradas de maneira local, durante a operação do aterro, justificando-se assim o modelo de análise de estabilidade que se propõe a fazer, ou seja, rupturas gerais da massa de resíduos.

Devido a inexistência de dados de parâmetros de resistência ao cisalhamento dos solos naturais encontrados na área do empreendimento, adotou-se os parâmetros de resistência obtidos de estudos realizados em solos semelhantes no interior do Estado de São Paulo. Reitera-se que os solos de fundação do aterro em questão são considerados mais resistentes que os resíduos.

O peso específico dos resíduos depende de vários fatores podendo-se encontrar valores nos aterros variáveis entre $7 \leq \gamma \leq 13 \text{ kN/m}^3$ considerando-se a variação do grau de saturação dos resíduos por lixiviados, compactação e as pressões internas de gás. Foi adotado o valor de 10 kN/m^3 para o peso específico médio dos resíduos dispostos no aterro.

4.2 Método de análise

Para as análises de estabilidade foi usado o método de equilíbrio limite baseado no método das lamelas apresentado por Spencer (1967).

O programa computacional utilizado foi o *Slide*, com consideração de superfícies circulares, possibilidade de representação de vários tipos de materiais, possibilidades de simulação de poropressões por pontos, linhas piezométricas e coeficiente r_u de Bishop e Morgenstern (1960), com pesquisa de superfície crítica, de mínimo fator de segurança.

As superfícies circulares de ruptura consideradas nos estudos estiveram, em geral, no interior da massa de resíduos, tangenciando os solos de alteração de rocha, considerados mais resistentes. O software utilizado busca, automaticamente, a superfície de menor fator de segurança, de forma que, em todas as análises, são definidas superfícies mais críticas de cada seção.

4.3 Critérios de poropressões

O desempenho dos sistemas de drenagem de líquidos e gases é a base para a estabilidade dos aterros sanitários, adotando-se critérios de poropressões compatíveis com a concepção destes sistemas. Secundariamente, contribuem para as poropressões os sistemas de cobertura, provisórias e definitivas, além da operação da frente de trabalho.

O comportamento da massa de resíduos doméstico, neste caso predominante, é peculiar principalmente em função do fator “geração de gases” e suas pressões, como têm demonstrado os registros das instrumentações, através de piezômetros e medidas de deformações, em aterros sanitários em geral.

A introdução de poropressões, de líquidos e gases nos modelos de análise, pontualmente, por intermédio de linhas piezométricas “equivalentes”, ou a relação entre as poropressões de lixiviados e/ou gases e as tensões verticais produzidas pelo peso de resíduos sobre o ponto, fator r_u , são as formas adequadas para representar o modelo hidráulico de geração e movimentação de fluidos, função da geometria da massa de resíduos e seus sistemas de drenagem internos.

Deste modo, na análise de estabilidade foi adotado o fator de pressão neutra r_u constante dentro da massa de resíduos, com $r_u = u/\gamma z$, onde u é a poropressão, γ é o peso específico do material e z é a altura de material sobre o ponto considerado, usado por Bishop e Morgenstern (1960). Variou-se o fator r_u , de 0,00 a 0,60, de forma a obter a variação do fator de segurança do maciço para várias condições de poropressões.

No caso o modelo de poropressões utilizado foi apresentado por Benvenuto e Cipriano (2010), que se adequa aos resultados das sondagens realizadas.

No âmbito do monitoramento geotécnico do aterro sanitário são analisados os perfis de instalação dos piezômetros sifonados, bem como os dados de leituras já realizadas, de modo a obter o coeficiente r_u local.

4.4 Resultados obtidos

Com base na geometria das seções adotadas foi possível obter os Fatores de Segurança para o aterro, relativo à Etapa 2. Nesse sentido, na tabela a seguir são apresentados os valores de Fatores de Segurança em função da variação do valor de r_u das seções analisadas.

Fator de Segurança, F.S.		
r_u	Seção SS	Seção TT
0,00	1,87	1,82
0,10	1,72	1,67
0,20	1,57	1,52
0,30	1,42	1,37
0,40	1,26	1,21
0,50	1,06	1,05
0,60	0,95	0,90

Tabela 4-2: Valores de Fatores de Segurança, FS em função do r_u , considerando-se as superfícies circulares de rupturas hipotéticas.

Nos gráficos a seguir são apresentadas as variações de Fator de Segurança, FS em função do coeficiente r_u , nas seções analisadas.

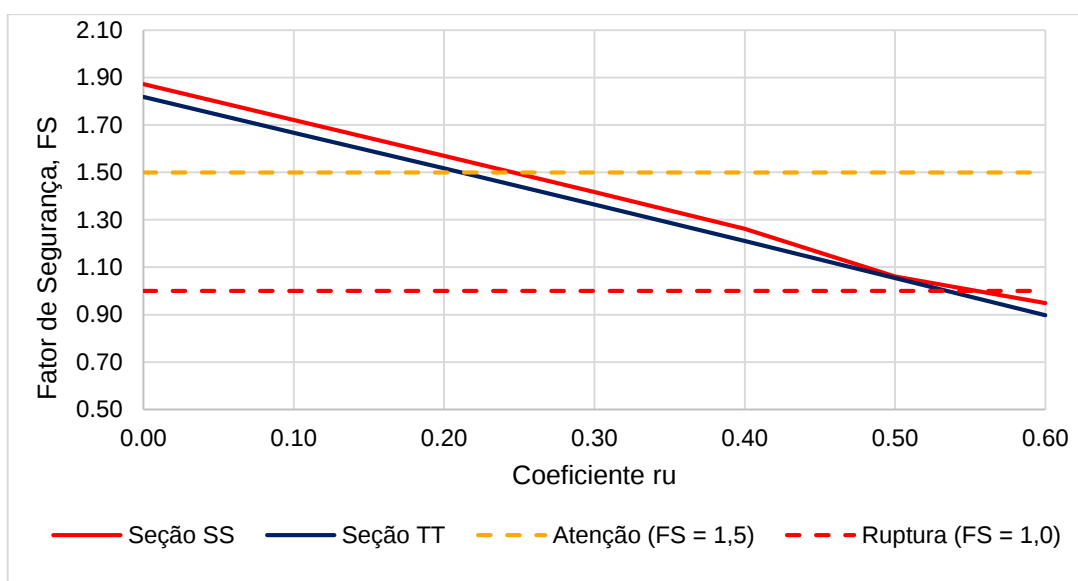


Gráfico 4-1. Variação de Fator de Segurança em função do coeficiente r_u para as Seções S-S' e T-T'.

Com relação às ações a serem tomadas em função do valor do Fator de Segurança, tem sido adotado as seguintes intervenções definidas na Tabela 4-3.

Condição	Intervenção
$F.S. \geq 1,5$	Inspeção Técnica Mensal com nova leitura de pressão.
$1,3 \geq F.S. \geq 1,5$	Inspeção Técnica Quinzenal/Semanal com nova leitura de pressão e ações de drenagem.
$1,1 \geq F.S. > 1,3$	Inspeção Técnica Semanal/Diária com nova leitura de pressão e ações de drenagem.
$F.S. < 1,1$	Eventual paralisação imediata dos trabalhos com ações de drenagem e demais medidas corretivas adequadas.

Tabela 4-3. Critérios de intervenção em função das condições de pressão interna do maciço de resíduos.

Nota-se que da mesma forma como já apresentado para a análise das velocidades dos marcos superficiais deve-se analisar essas orientações elencadas na Tabela 4-3, de forma conjunta com as análises dos deslocamentos, com definição de periodicidades de leitura e intervenções, dentro do caráter qualitativo das análises de estabilidade, perante as incertezas.

No entanto as indicações de Fator de Segurança devem ser analisadas de forma comparativa entre as seções, definindo as regiões de taludes mais críticas, hierarquizadas em relação às indicações de menor segurança.

Em aterros sanitários deste tipo, quando projetados e operados dentro das condições de projeto, apresentam r_u máximo em torno de 0,20, portanto, este fator se aplicado, na modelagem apresentada verifica-se que todas as seções apresentam valores de F.S. maiores do que 1,5, que é o valor recomendado pela Norma Técnica da ABNT NBR 11.682/09 de Estabilidade de Encostas, para controle de estabilidade de obras civis.

Nas figuras a seguir são apresentados os resultados obtidos de Fatores de Segurança para cada seção analisada ($r_u = 0,20$), considerando-se as simulações de superfícies de rupturas circulares.

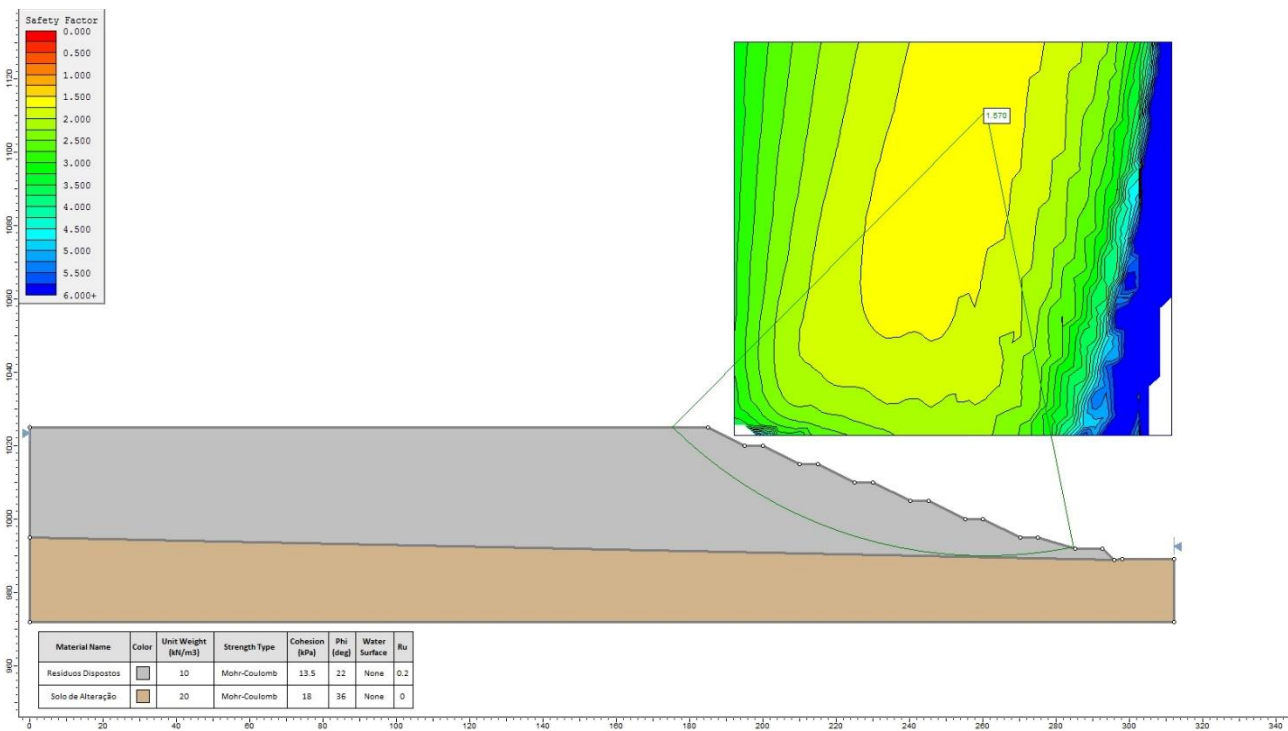


Figura 4-2. Fator de Segurança para Seção S-S' considerando a simulação de superfície de ruptura circular (FS=1,57).

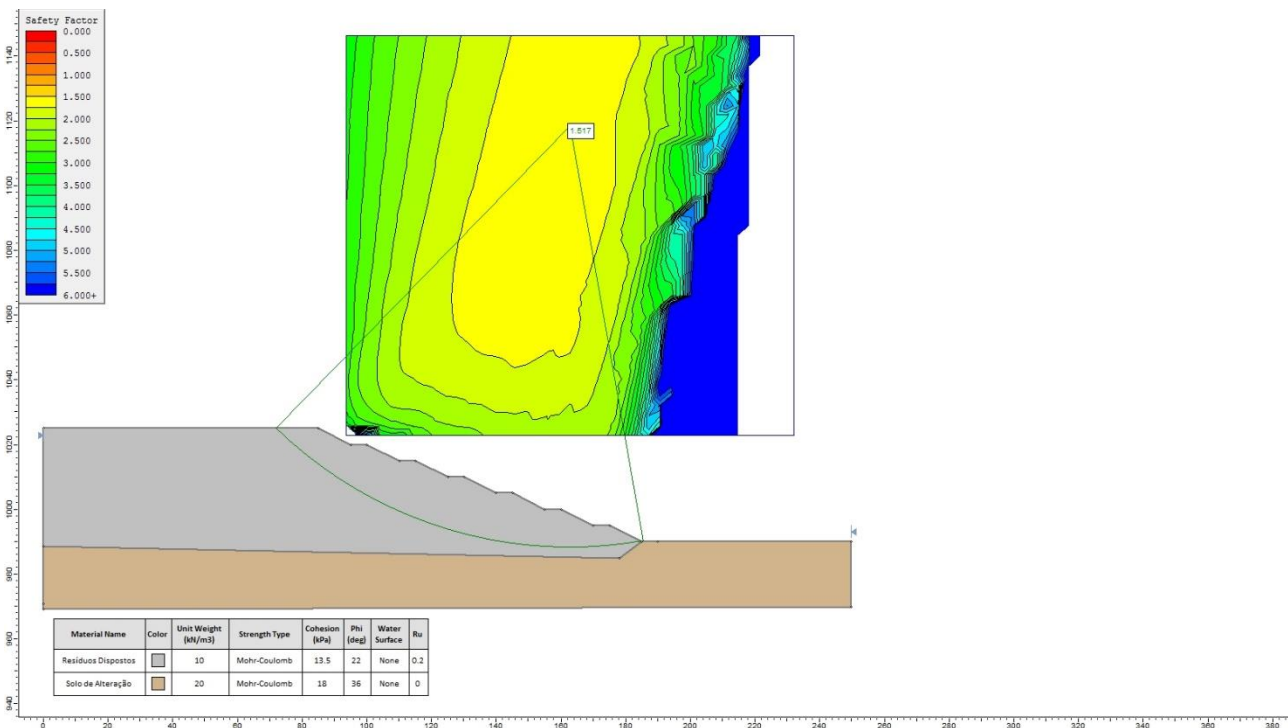


Figura 4-3. Fator de Segurança para Seção T-T' considerando a simulação de superfície de ruptura circular (FS=1,58).

4.5 Considerações finais

A modelagem apresentada para a estabilidade geotécnica do maciço de resíduos sólidos domiciliares, nas seções críticas analisadas, demonstra que o aterro denotará condições geotécnicas normais de estabilidade se seguidos os critérios de projeto.

Conforme descrito anteriormente, em geral, considerando aterros deste tipo e salvo os condicionantes geotécnicos, se projetados e operados dentro das condições de projeto, apresentam no interior do maciço de resíduos valores médios de r_u da ordem de 0,20, que se atribuídos na análise de estabilidade realizada, obtém-se Fatores de Segurança da ordem de 1,5, valor este, recomendado pela norma da ABNT – NBR 11.682/09 “Estabilidade de encostas”, para estabilidade de longo período.

Esta é uma das indicações de que o maciço se encontrará estável e previsível, inclusive em deformações e deslocamentos normais. Para se ter total garantia dos riscos previstos, considerados pequenos, ou seja, para a demonstração da garantia da estabilidade do maciço perante essas solicitações operacionais, recomenda-se a implementação/continuação do monitoramento geotécnico no aterro, durante sua operação.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 07p.

_____, ABNT. NBR 11682: Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____, ABNT. NBR 13.896: Aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 12p.

BENVENUTO C. et al. A Metodologia Geotécnica Aplicada à Disposição dos Resíduos Sólidos. In: GEOAMBIENTAL, 1994, Rio de Janeiro, RJ. Seminário sobre Geotecnia de Aterros para Disposição de Resíduos – Ênfase em Aterros Sanitários, COPPE-UFRJ: 1994.

BENVENUTO C.; CIPRIANO, M. A. Modelo reológico de comportamento de resíduos e aterros sanitários, segundo critérios de projeto e operação atuais no Brasil. Revista Limpeza Pública, São Paulo, Edição 74. Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública – ABLP, 2010.

BENVENUTO C. Monitoramento Geotécnico e a estabilidade dos aterros sanitários. Revista Limpeza Pública, São Paulo, Edição 77. Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública – ABLP, 2011.

BENVENUTO, C., MORETTI, M. E BENVENUTO, M. Fluxo de resíduos sólidos domiciliares em aterros sanitários no Brasil e análise de risco em áreas urbanas. Revista Limpeza Pública, Edição 93. Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública – ABLP, 2016.

BENVENUTO, C., MORETTI, M. E BENVENUTO, M. Instrumentação geotécnica e monitoramento da estabilidade de aterros sanitários. Revista Limpeza Pública, Edição 101. Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública – ABLP, 2019.

CONSÓRCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL. Projeto Executivo – Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal – CTRS-DF, Etapa 2. Brasília, 2019.

ANEXOS

Anexo I – Folhas;

Anexo II – Boletins de sondagens geotécnicas realizadas na área de implantação da Etapa 2 (HSN ENGENHARIA, 2018);

Anexo III – Boletins de ensaios de permeabilidade in situ realizados na área de implantação da Etapa 2 (HSN ENGENHARIA, 2018);

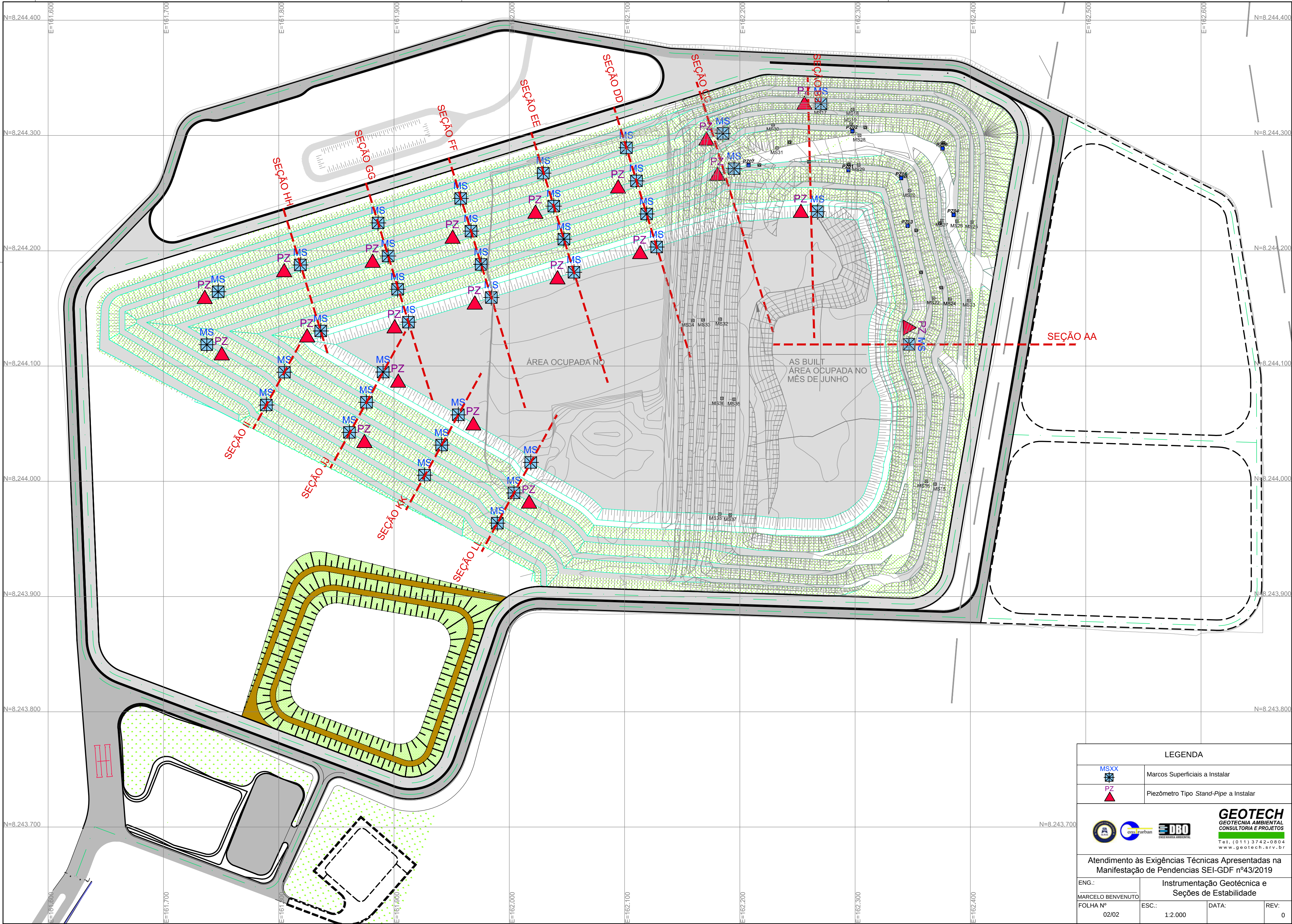
Anexo IV – Anotação de Responsabilidade Técnica – ART; e

Anexo V – Memorial de Análise de Estabilidade.

ANEXO I

Folha 01/02 - Locação das sondagens geotécnicas realizadas na área de implantação da Etapa 2; e

Folha 02/02 - Locação da instrumentação geotécnica a ser implantada na Etapa 2 do empreendimento (Marcos superficiais e piezômetros) e seções críticas de análise de estabilidade geotécnica; e



LEGENDA			
	MSXX	Marcos Superficiais a Instalar	
	PZ	Piezômetro Tipo Stand-Pipe a Instalar	

GEOTECH
 GEOTECNIA AMBIENTAL
 CONSULTORIA E PROJETOS
 Tel. (011) 3742-0804
 www.geotech.srv.br

Atendimento às Exigências Técnicas Apresentadas na Manifestação de Pendências SEI-GDF nº43/2019			
ENG.: MARCELO BENVENUTO		Instrumentação Geotécnica e Seções de Estabilidade	
FOLHA Nº: 02/02	ESC.: 1:2.000	DATA:	REV: 0

ANEXO II

Boletins de sondagens geotécnicas realizadas na área de implantação da Etapa 2 (HSN ENGENHARIA, 2018)

FURO SPR 9

A profundidade total perfurada foi de 23,00 metros com o nível da água encontrado em 20 metros.

BOLETIM DE MISTA (SONDAGEM ROTATIVA)											
				Cliente: GAE Engenharia							
				Local: ATERRO SANITARIO							
				Finalidade: Projeto de Fundação							
				Coroa: B1							
(A) NÚMERO DA AMOSTRA				TIPO DE COROA: BW							
(PG) PERFIL GRÁFICO				Comprim.do Revestimento: 1,00 m				Sondador: GLADSON			
(N) PENETRAÇÃO - cm				Laudo Nº : 037/2018				Furo SPR 09		Engenheiro responsável: Leonardo Neiva CREA: 22629/D-DF	
(NA) NÍVEL D'ÁGUA				Data: 19/04/2018							
(A) NÚMERO DA AMOSTRA				NA: 20,00m							
(PG) PERFIL GRÁFICO				Lim. da Sondagem.: 23,00m							
φ DO FURO	COTA (m)	DUREZA	Tam testem	NUM. FRAGMENTOS	ROD (%)	ALTERAÇÃO	FRATURAM.	NA - NÍVEL D'ÁGUA	CLASSIFICAÇÃO		
2	3,75	D1	0,40	-	-		F1B	20,00m	Argila arenosa siltosa, Cor Vermelha, MUITO MOLE.		
2	8,90	D1	0,40	-	-		F1		Argila Arenosa, com pouco Pedregulho, cor marrom, MOLE.		
2	16,70	D1	0,40	-	-		F1		Argila siltosa arenosa, Cor variegada, RIJA.		
2	23,00	D1	0,40	-	-	-	F1		Silte, Arenoso, Cor Variegada, DURO.		
IM PENETRÁVEL											

ANEXO III

Boletins de ensaios de permeabilidade in situ realizados na área de implantação da Etapa 2 (HSN ENGENHARIA, 2018)

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO "IN SITU"**ENSAIO DE INFILTRAÇÃO DO SOLO CAVA 1**

A Tabela abaixo apresenta os dados para o ensaio de infiltração in situ. Após os procedimentos de ensaio podemos afirmar que o coeficiente de infiltração é de **110,00 litros/m² x dia**.

ENSAIO DE INFILTRAÇÃO						
Boletim de Campo						
Nome da Obra: Aterro Sanitário						
Interessado: Gae Engenharia						
Localização do furo: CAVA 01		Latitude: 15° 86' 01,01		Longitude: 48° 15' 55,02		
Área do Furo: 0,09m		Data da Execução: 19/04/2018		Prof. Furo: 0,60		
Tempo		Descrição do Solo		Profundidade (cm)		Tipo
Inicial	Final			Inicial	Final	Avanço
00:00:00	01:05:00	Argila silto arenosa		15	14	P
Coeficiente de infiltração (cm / s) : 1,273E-04						
Coeficiente de infiltração (litros/m ² - dia) : 110,00						
OBSERVAÇÕES:						
Tipo de Avanço			Término dos Serviços			
T = Trado			1 - Profundidade desejada (X)			
P = Uso de ponteira			2 - Desmoronamento das paredes ()			
A = Uso de água			3 - Avanço inferior 5,0 cm em 10 min ()			
L = Uso de Lavagem			Operador Lemir Responsável Leonardo Neiva			



ENSAIO DE INFILTRAÇÃO DO SOLO CAVA 2

A Tabela abaixo apresenta os dados para o ensaio de infiltração in situ. Após os procedimentos de ensaio podemos afirmar que o coeficiente de infiltração é de **102,00 litros/m² x dia**.

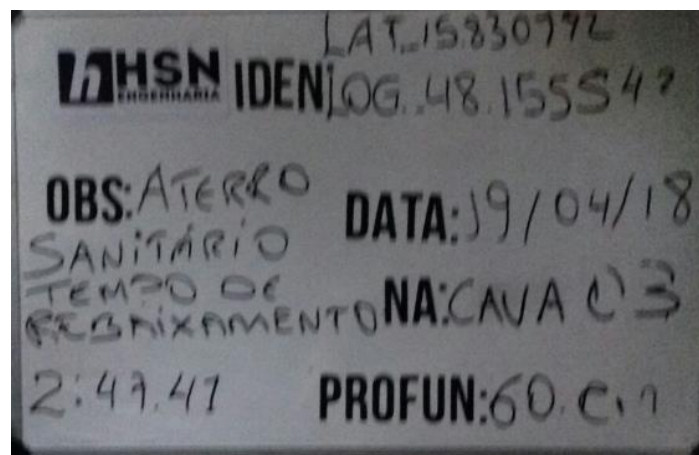
ENSAIO DE INFILTRAÇÃO						
Boletim de Campo						
Nome da Obra:						
Aterro Sanitário						
Interessado:						
Gae Engenharia						
Localização do furo:		Latitude		Longitude		
CAVA 02		15° 96' 20"		48° 15' 63,43		
Área do Furo: 0,09m		Data da Execução: 19/04/2018		Prof. Furo: 0,60		
Tempo		Descrição do Solo		Profundidade (cm)		Tipo
Inicial	Final			Inicial	Final	Avanço
00:00:00	01:31:00	Argila silto arenosa		15	14	P
Coeficiente de infiltração (cm / s) : 1,180E-04						
Coeficiente de infiltração (litros/m² - dia) : 102,00						
OBSERVAÇÕES:						
Tipo de Avanço			Término dos Serviços			
T = Trado			1 - Profundidade desejada (X)			
P = Uso de ponteira			2 - Desmoronamento das paredes ()			
A = Uso de água			3 - Avanço inferior 5,0 cm em 10 min ()			
L = Uso de Lavagem			Operador Responsável			
			Lemir Leonardo Neiva			



ENSAIO DE INFILTRAÇÃO DO SOLO CAVA 3

A Tabela abaixo apresenta os dados para o ensaio de infiltração in situ. Após os procedimentos de ensaio podemos afirmar que o coeficiente de infiltração é de **83,00 litros/m² x dia**.

ENSAIO DE INFILTRAÇÃO						
Boletim de Campo						
Nome da Obra: Aterro Sanitário						
Interessado: Gae Engenharia						
Localização do furo:		Latitude		Longitude		
CAVA 03		15° 83' 09,92		48° 15' 55"		
Área do Furo: 0,09m		Data da Execução: 19/04/2018		Prof. Furo: 0,60		
Tempo		Descrição do Solo		Profundidade (cm)		Tipo
Inicial	Final			Inicial	Final	Avanço
00:00:00	02:48:00	Argila silto arenosa		15	14	P
Coeficiente de infiltração (cm / s) : 9,603E-05						
Coeficiente de infiltração (litros/m ² - dia) : 83,00						
OBSERVAÇÕES:						
Tipo de Avanço			Término dos Serviços			
T = Trado			1 - Profundidade desejada (X)			
P = Uso de ponteira			2 - Desmoronamento das paredes ()			
A = Uso de água			3 - Avanço inferior 5,0 cm em 10 min ()			
L = Uso de Lavagem			Operador Lemir Responsável Leonardo Neiva			



ANEXO IV

Anotação de Responsabilidade Técnica – ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

CREA-SP

ART de Obra ou Serviço
28027230190309622

1. Responsável Técnico

MARCELO BENVENUTO

Título Profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **2613129417**

Registro: **5069305675-SP**

Empresa Contratada: **GEOTECH - GEOTECNIA AMBIENTAL CONSULTORIA E PROJS LTDA**

Registro: **0489910-SP**

2. Dados do Contrato

Contratante: **CONSÓRCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL S/A**

CPF/CNPJ: **21.267.443/0001-13**

Endereço: **Rua 31**

Nº: **150**

Complemento:

Bairro: **JARDIM GOIÁS**

Cidade: **Goiânia**

UF: **GO**

CEP: **74805-340**

Contrato: **PROP.TEC.CSA.PROJ.03.19R**

Celebrado em: **08/03/2019**

Vinculada à Art nº:

Valor:

Tipo de Contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional:

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: **Rodovia RODOVIA DF 180, KM 21**

Nº:

Complemento:

Bairro:

Cidade: **Brasília**

UF: **DISTRITO FEDERAL**

CEP:

Data de Início: **15/03/2019**

Previsão de Término: **22/03/2019**

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: **Ambiental**

Código:

Proprietário: **CONSÓRCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL S/A**

CPF/CNPJ: **21.267.443/0001-13**

Endereço: **Rua JOÃO DA CRUZ MELÃO**

Nº: **131**

Complemento:

Bairro: **JARDIM LEONOR**

Cidade: **São Paulo**

UF: **SP**

CEP: **05621-020**

Data de Início: **15/03/2019**

Previsão de Término: **22/03/2019**

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: **Ambiental**

Código:

Proprietário: **GEOTECH - GEOTECNIA AMBIENTAL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA**

CPF/CNPJ: **01.847.195/0001-72**

4. Atividade Técnica

Elaboração

1

Projeto executivo

Estudo Ambiental Aterro Sanitário

Quantidade

Unidade

121843,00000

metro quadrado

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

REVISÃO E ADEQUAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DO ATERRO SANITÁRIO DE BRASÍLIA/DF.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

0-NÃO DESTINADA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

São Paulo 18 de março de 2019

Local

data

MARCELO BENVENUTO CPF: 277.822.618-48

CONSÓRCIO SAMAMBAIA AMBIENTAL S/A - CPF/CNPJ: 21.267.443/0001-13

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.confea.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br

Tel: 0800 17 18 11

E-mail: acessar link Fale Conosco do site acima

**CREA-SP**
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
do Estado de São Paulo

Valor ART R\$ 226,50

Registrada em: 15/03/2019

Valor Pago R\$ 226,50

Nosso Número: 28027230190309622

Versão do sistema

Impresso em: 18/03/2019 16:02:50

ANEXO V

Memorial de Análise de Estabilidade

Project Summary

File Name: SeçãoSS
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:40:15

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.873360
Center: 260.792, 1111.202
Radius: 121.486
Left Slip Surface Endpoint: 175.188, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 284.757, 992.103
Resisting Moment=763552 kN-m
Driving Moment=407585 kN-m
Total Slice Area=1175.23 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.762670
Center: 242.908, 1071.035
Radius: 80.772
Left Slip Surface Endpoint: 176.538, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 270.175, 995.005
Resisting Horizontal Force=5880.67 kN
Driving Horizontal Force=3336.23 kN
Total Slice Area=1242.21 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.87336

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.38273	90.7536	Resíduos Dispostos	13.5	22	9.70021	18.172	11.5636	0	11.5636
2	4.38273	263.811	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.0456	31.9325	45.622	0	45.622
3	4.38273	393.113	Resíduos Dispostos	13.5	22	22.7394	42.599	72.0225	0	72.0225
4	4.38273	442.756	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.1554	47.1252	83.2251	0	83.2251
5	4.38273	487.888	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.4077	51.3444	93.6681	0	93.6681
6	4.38273	587.775	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.0779	60.0935	115.323	0	115.323
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.38273	621.872	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.256	64.1739	125.422	0	125.422	
9	4.38273	667.141	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.6171	68.597	136.37	0	136.37	
10	4.38273	705.797	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.7043	72.5071	146.048	0	146.048	
11	4.38273	680.495	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.8832	70.9688	142.24	0	142.24	
12	4.38273	665.981	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.5333	70.3133	140.618	0	140.618	
13	4.38273	702.315	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.5352	74.0637	149.901	0	149.901	
14	4.38273	666.453	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.1705	71.507	143.572	0	143.572	
15	4.38273	612.492	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.9195	67.2902	133.135	0	133.135	
16	4.38273	612.257	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.1898	67.7966	134.389	0	134.389	
17	4.38273	585.337	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.1771	65.8993	129.693	0	129.693	
18	4.38273	506.8	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.6448	59.2821	113.315	0	113.315	
19	4.38273	448.952	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.0657	54.4505	101.356	0	101.356	
20	4.38273	431.151	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.4157	53.2328	98.3422	0	98.3422	
21	4.38273	339.345	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.0862	45.1221	78.2675	0	78.2675	
22	4.38273	238.976	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.261	36.0828	55.8944	0	55.8944	
23	4.38273	198.897	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.3969	32.5907	47.2512	0	47.2512	
24	4.38273	135.323	Resíduos Dispostos	13.5	22	14.3108	26.8092	32.9416	0	32.9416	
25	4.38273	46.3096	Resíduos Dispostos	13.5	22	9.87212	18.494	12.3607	0	12.3607	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.76267

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	3.74549	93.2318	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.2406	18.0508	11.2635	0	11.2635
2	3.74549	266.632	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.9939	33.4799	49.4521	0	49.4521
3	3.74549	397.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.028	45.8788	80.1405	0	80.1405
4	3.74549	461.245	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.8684	52.6482	96.8952	0	96.8952
5	3.74549	507.313	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.8511	57.9056	109.908	0	109.908
6	3.74549	579.767	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.2554	65.669	129.123	0	129.123
7	3.74549	651.791	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.7116	73.5238	148.564	0	148.564
			Resíduos							

			Dispostos							
9	3.74549	665.576	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.6504	76.9413	157.023	0	157.023
10	3.74549	697.104	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.9684	81.0271	167.135	0	167.135
11	3.74549	732.215	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.5112	85.5093	178.229	0	178.229
12	3.74549	710.671	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.8415	84.3287	175.307	0	175.307
13	3.74549	679.299	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.5632	82.0755	169.73	0	169.73
14	3.74549	679.898	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.1086	83.037	172.11	0	172.11
15	3.74549	686.268	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.9927	84.5953	175.967	0	175.967
16	3.74549	637.623	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.5962	80.3711	165.512	0	165.512
17	3.74549	579.78	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.5857	75.0646	152.378	0	152.378
18	3.74549	550.999	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.2817	72.766	146.688	0	146.688
19	3.74549	532.841	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.6045	71.5723	143.734	0	143.734
20	3.74549	457.805	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.3666	64.1023	125.245	0	125.245
21	3.74549	372.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.4006	55.3489	103.58	0	103.58
22	3.74549	317.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.2114	49.7274	89.666	0	89.666
23	3.74549	271.962	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.6401	45.195	78.4478	0	78.4478
24	3.74549	170.287	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.3134	34.0431	50.8461	0	50.8461
25	3.74549	58.0017	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.1307	21.3824	19.5097	0	19.5097

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.87336

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	175.188	1025	0	0	0
2	179.571	1020.86	5.4809	0	0
3	183.954	1017.1	102.306	0	0
4	188.337	1013.69	248.832	0	0
5	192.719	1010.58	397.556	0	0
6	197.102	1007.75	542.79	0	0
7	201.485	1005.18	699.317	0	0
8	205.867	1002.84	839.825	0	0
9	210.25	1000.73	954.984	0	0
10	214.633	998.827	1054.25	0	0
11	219.016	997.125	1133.59	0	0
12	223.398	995.614	1182.87	0	0
13	227.781	994.287	1205.4	0	0

14	232.164	993.138	1204.89	0	0
15	236.547	992.16	1178.33	0	0
16	240.929	991.351	1129.03	0	0
17	245.312	990.706	1057.42	0	0
18	249.695	990.224	966.192	0	0
19	254.078	989.902	864.356	0	0
20	258.46	989.739	753.837	0	0
21	262.843	989.733	630.105	0	0
22	267.226	989.887	512.815	0	0
23	271.608	990.199	411.169	0	0
24	275.991	990.671	312.806	0	0
25	280.374	991.305	229.355	0	0
26	284.757	992.103	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.76267

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	176.538	1025	0	0	0
2	180.284	1020.02	17.6702	0	0
3	184.029	1015.74	158.136	0	0
4	187.775	1012.01	359.872	0	0
5	191.52	1008.72	566.437	0	0
6	195.266	1005.81	762.869	0	0
7	199.011	1003.23	955.946	0	0
8	202.757	1000.95	1138.69	0	0
9	206.502	998.933	1288.45	0	0
10	210.248	997.161	1403.01	0	0
11	213.993	995.616	1488.81	0	0
12	217.739	994.285	1544.15	0	0
13	221.484	993.156	1562.59	0	0
14	225.23	992.221	1546.61	0	0
15	228.975	991.474	1498.61	0	0
16	232.721	990.908	1418.18	0	0
17	236.466	990.52	1311.36	0	0
18	240.212	990.308	1184	0	0
19	243.957	990.27	1034.79	0	0
20	247.702	990.406	863.023	0	0
21	251.448	990.716	687.776	0	0
22	255.193	991.203	519.569	0	0
23	258.939	991.87	353.96	0	0
24	262.684	992.722	190.995	0	0
25	266.43	993.764	65.5667	0	0
26	270.175	995.005	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
297.965	989.184
295.931	988.978

292.516	992
285.101	992
275.1	995
270.185	995
260.096	1000
255.135	1000
245.148	1005
240.153	1005
230	1010
225	1010
215	1015
210	1015
200	1020
195	1020
185	1025
0	1025
0	994.897
0	972
312.183	972
312.183	989.184

Material Boundary

X	Y
0	994.897
295.931	988.978

Project Summary

File Name: SeçãoSS-0.1
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:40:15

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.1	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.721500
Center: 260.792, 1111.202
Radius: 121.486
Left Slip Surface Endpoint: 175.188, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 284.757, 992.103
Resisting Moment=701658 kN-m
Driving Moment=407585 kN-m
Total Slice Area=1175.23 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.612200
Center: 242.908, 1071.035
Radius: 80.772
Left Slip Surface Endpoint: 176.538, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 270.175, 995.005
Resisting Horizontal Force=5382.56 kN
Driving Horizontal Force=3338.64 kN
Total Slice Area=1242.21 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.7215

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.38273	90.7536	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.002	17.2184	11.2741	2.07071	9.20336
2	4.38273	263.811	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.1198	29.4717	45.5506	6.01932	39.5313
3	4.38273	393.113	Resíduos Dispostos	13.5	22	22.6536	38.9981	72.0797	8.96959	63.1101
4	4.38273	442.756	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.0232	43.0775	83.3092	10.1023	73.2069
5	4.38273	487.888	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.2364	46.8875	93.769	11.1321	82.6369
6	4.38273	587.775	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.7965	54.7376	115.478	13.4112	102.067
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.38273	621.872	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.9772	58.4918	125.548	14.1891	111.359	
9	4.38273	667.141	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.3045	62.4982	136.497	15.222	121.275	
10	4.38273	705.797	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.3678	66.0501	146.17	16.104	130.066	
11	4.38273	680.495	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.602	64.7319	142.33	15.5267	126.803	
12	4.38273	665.981	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.2935	64.2008	140.684	15.1956	125.489	
13	4.38273	702.315	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.2765	67.6145	149.963	16.0246	133.938	
14	4.38273	666.453	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.9778	65.3787	143.611	15.2063	128.404	
15	4.38273	612.492	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.8121	61.6505	133.152	13.9751	119.177	
16	4.38273	612.257	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.1059	62.1563	134.398	13.9698	120.429	
17	4.38273	585.337	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.146	60.5039	129.694	13.3555	116.339	
18	4.38273	506.8	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.7208	54.6074	113.308	11.5635	101.744	
19	4.38273	448.952	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.224	50.3092	101.35	10.2437	91.106	
20	4.38273	431.151	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.6135	49.2581	98.342	9.8375	88.5045	
21	4.38273	339.345	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.3963	41.9983	78.2787	7.74278	70.5359	
22	4.38273	238.976	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.6877	33.8923	55.9253	5.45267	50.4726	
23	4.38273	198.897	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.8789	30.7785	47.304	4.5382	42.7658	
24	4.38273	135.323	Resíduos Dispostos	13.5	22	14.8677	25.5947	33.0231	3.08764	29.9355	
25	4.38273	46.3096	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.523	18.1153	12.48	1.05664	11.4234	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.6122

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	3.74549	93.2318	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.491	16.9136	10.9381	2.48917	8.44892
2	3.74549	266.632	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.9875	30.6116	49.4716	7.11876	42.3529
3	3.74549	397.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.8467	41.67	80.336	10.6129	69.7231
4	3.74549	461.245	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.6268	47.7644	97.1221	12.3147	84.8074
5	3.74549	507.313	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.5793	52.5243	110.133	13.5446	96.5886
6	3.74549	579.767	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.9156	59.5154	129.371	15.4791	113.892
7	3.74549	651.791	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.3088	66.598	148.824	17.402	131.422
			Resíduos							

			Dispostos								
9	3.74549	665.576	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.314	69.8308	157.194	17.7701	139.424	
10	3.74549	697.104	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.6319	73.5678	167.285	18.6118	148.673	
11	3.74549	732.215	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.1724	77.6635	178.359	19.5492	158.81	
12	3.74549	710.671	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.5738	76.6985	175.396	18.974	156.422	
13	3.74549	679.299	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.3772	74.7693	169.783	18.1364	151.647	
14	3.74549	679.898	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.9648	75.7166	172.144	18.1524	153.992	
15	3.74549	686.268	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.8854	77.2008	175.987	18.3225	157.665	
16	3.74549	637.623	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.5865	73.4945	165.515	17.0237	148.492	
17	3.74549	579.78	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.6801	68.8089	152.374	15.4794	136.894	
18	3.74549	550.999	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.4476	66.8218	146.687	14.711	131.976	
19	3.74549	532.841	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.8309	65.8276	143.742	14.2262	129.515	
20	3.74549	457.805	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.7043	59.1746	125.271	12.2228	113.049	
21	3.74549	372.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.8521	51.352	103.636	9.94912	93.6871	
22	3.74549	317.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.7466	46.3453	89.7585	8.46353	81.295	
23	3.74549	271.962	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.2473	42.3159	78.5827	7.26106	71.3216	
24	3.74549	170.287	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.0255	32.2851	51.0413	4.54645	46.4948	
25	3.74549	58.0017	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.9416	20.8645	19.7763	1.54857	18.2277	

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.7215

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	175.188	1025	0	0	0
2	179.571	1020.86	2.93928	0	0
3	183.954	1017.1	99.1323	0	0
4	188.337	1013.69	246.175	0	0
5	192.719	1010.58	395.68	0	0
6	197.102	1007.75	541.884	0	0
7	201.485	1005.18	699.966	0	0
8	205.867	1002.84	842.059	0	0
9	210.25	1000.73	958.622	0	0
10	214.633	998.827	1059.41	0	0
11	219.016	997.125	1140.35	0	0
12	223.398	995.614	1190.9	0	0
13	227.781	994.287	1214.48	0	0

14	232.164	993.138	1215.08	0	0
15	236.547	992.16	1189.31	0	0
16	240.929	991.351	1140.41	0	0
17	245.312	990.706	1069.09	0	0
18	249.695	990.224	977.913	0	0
19	254.078	989.902	875.668	0	0
20	258.46	989.739	764.387	0	0
21	262.843	989.733	639.724	0	0
22	267.226	989.887	521.019	0	0
23	271.608	990.199	417.452	0	0
24	275.991	990.671	316.915	0	0
25	280.374	991.305	230.943	0	0
26	284.757	992.103	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.6122

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	176.538	1025	0	0	0
2	180.284	1020.02	15.133	0	0
3	184.029	1015.74	155.746	0	0
4	187.775	1012.01	358.947	0	0
5	191.52	1008.72	567.227	0	0
6	195.266	1005.81	765.401	0	0
7	199.011	1003.23	960.47	0	0
8	202.757	1000.95	1145.41	0	0
9	206.502	998.933	1297.11	0	0
10	210.248	997.161	1413.33	0	0
11	213.993	995.616	1500.72	0	0
12	217.739	994.285	1557.6	0	0
13	221.484	993.156	1577.24	0	0
14	225.23	992.221	1562.1	0	0
15	228.975	991.474	1514.77	0	0
16	232.721	990.908	1434.85	0	0
17	236.466	990.52	1328.17	0	0
18	240.212	990.308	1200.54	0	0
19	243.957	990.27	1050.8	0	0
20	247.702	990.406	878.266	0	0
21	251.448	990.716	701.822	0	0
22	255.193	991.203	531.961	0	0
23	258.939	991.87	364.343	0	0
24	262.684	992.722	199.041	0	0
25	266.43	993.764	70.7811	0	0
26	270.175	995.005	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
297.965	989.184
295.931	988.978

292.516	992
285.101	992
275.1	995
270.185	995
260.096	1000
255.135	1000
245.148	1005
240.153	1005
230	1010
225	1010
215	1015
210	1015
200	1020
195	1020
185	1025
0	1025
0	994.897
0	972
312.183	972
312.183	989.184

Material Boundary

X	Y
0	994.897
295.931	988.978

Project Summary

File Name: SeçãoSS-0.2
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:40:15

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.2	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.569780
Center: 260.792, 1111.202
Radius: 121.486
Left Slip Surface Endpoint: 175.188, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 284.757, 992.103
Resisting Moment=639818 kN-m
Driving Moment=407585 kN-m
Total Slice Area=1175.23 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.461540
Center: 242.908, 1071.035
Radius: 80.772
Left Slip Surface Endpoint: 176.538, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 270.175, 995.005
Resisting Horizontal Force=4886.02 kN
Driving Horizontal Force=3343.06 kN
Total Slice Area=1242.21 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.56978

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.38273	90.7536	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.3499	16.2471	10.9407	4.14142	6.79926
2	4.38273	263.811	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.2045	27.0073	45.4702	12.0386	33.4316
3	4.38273	393.113	Resíduos Dispostos	13.5	22	22.5523	35.4022	72.149	17.9392	54.2098
4	4.38273	442.756	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.8676	39.0366	83.4099	20.2045	63.2054
5	4.38273	487.888	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.0347	42.4386	93.8895	22.2641	71.6254
6	4.38273	587.775	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.4653	49.3936	115.662	26.8223	88.8397
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.38273	621.872	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.6477	52.8195	125.698	28.3783	97.3192	
9	4.38273	667.141	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.9347	56.4095	136.649	30.444	106.205	
10	4.38273	705.797	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.969	59.6029	146.317	32.2081	114.109	
11	4.38273	680.495	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.2678	58.5023	142.438	31.0534	111.385	
12	4.38273	665.981	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.0076	58.0938	140.765	30.3911	110.374	
13	4.38273	702.315	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.9676	61.1706	150.038	32.0492	117.989	
14	4.38273	666.453	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.7466	59.2539	143.658	30.4127	113.245	
15	4.38273	612.492	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.6817	56.0124	133.172	27.9502	105.222	
16	4.38273	612.257	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.0032	56.5171	134.411	27.9395	106.471	
17	4.38273	585.337	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.1061	55.1088	129.697	26.711	102.986	
18	4.38273	506.8	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.8085	49.9323	113.3	23.1271	90.1731	
19	4.38273	448.952	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.4102	46.1675	101.342	20.4873	80.8548	
20	4.38273	431.151	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.847	45.2834	98.3415	19.675	78.6665	
21	4.38273	339.345	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.7649	38.8754	78.2919	15.4856	62.8063	
22	4.38273	238.976	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.1966	31.7042	55.9624	10.9053	45.0571	
23	4.38273	198.897	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.4551	28.9704	47.3669	9.0764	38.2905	
24	4.38273	135.323	Resíduos Dispostos	13.5	22	15.535	24.3866	33.1207	6.17528	26.9454	
25	4.38273	46.3096	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.305	17.7463	12.6233	2.11327	10.51	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.46154

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	3.74549	93.2318	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.7885	15.7678	10.5914	4.97835	5.61305
2	3.74549	266.632	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.995	27.762	49.5372	14.2375	35.2997
3	3.74549	397.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.6544	37.4949	80.6154	21.2259	59.3895
4	3.74549	461.245	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.3646	42.9176	97.4405	24.6293	72.8112
5	3.74549	507.313	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.2811	47.1801	110.451	27.0892	83.3613
6	3.74549	579.767	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.5377	53.4013	129.717	30.9581	98.7594
7	3.74549	651.791	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.8562	59.713	149.185	34.804	114.381
			Resíduos							

			Dispostos							
9	3.74549	665.576	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.9353	62.7517	157.442	35.5401	121.902
10	3.74549	697.104	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.2518	66.1373	167.505	37.2236	130.282
11	3.74549	732.215	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.7878	69.8438	178.554	39.0984	139.456
12	3.74549	710.671	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.2714	69.089	175.536	37.9481	137.588
13	3.74549	679.299	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.1695	67.4786	169.874	36.2729	133.602
14	3.74549	679.898	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.8056	68.4083	172.208	36.3048	135.903
15	3.74549	686.268	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.7682	69.8151	176.03	36.645	139.385
16	3.74549	637.623	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.5842	66.6231	165.532	34.0475	131.484
17	3.74549	579.78	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.801	62.5554	152.375	30.9588	121.416
18	3.74549	550.999	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.6533	60.8779	146.686	29.422	117.264
19	3.74549	532.841	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.1086	60.0818	143.746	28.4524	115.294
20	3.74549	457.805	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.1155	54.2458	125.295	24.4456	100.849
21	3.74549	372.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.401	47.3553	103.693	19.8982	83.7949
22	3.74549	317.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.3974	42.9655	89.8565	16.9271	72.9294
23	3.74549	271.962	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.9864	39.4417	78.73	14.5221	64.2079
24	3.74549	170.287	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.8944	30.538	51.2635	9.09289	42.1706
25	3.74549	58.0017	Resíduos Dispostos	13.5	22	13.9342	20.3654	20.0896	3.09715	16.9925

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.56978

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	175.188	1025	0	0	0
2	179.571	1020.86	0.012203	0	0
3	183.954	1017.1	95.4923	0	0
4	188.337	1013.69	243.161	0	0
5	192.719	1010.58	393.602	0	0
6	197.102	1007.75	540.965	0	0
7	201.485	1005.18	700.896	0	0
8	205.867	1002.84	844.878	0	0
9	210.25	1000.73	963.119	0	0
10	214.633	998.827	1065.73	0	0
11	219.016	997.125	1148.57	0	0
12	223.398	995.614	1200.66	0	0
13	227.781	994.287	1225.51	0	0

14	232.164	993.138	1227.46	0	0
15	236.547	992.16	1202.66	0	0
16	240.929	991.351	1154.26	0	0
17	245.312	990.706	1083.31	0	0
18	249.695	990.224	992.226	0	0
19	254.078	989.902	889.52	0	0
20	258.46	989.739	777.355	0	0
21	262.843	989.733	651.602	0	0
22	267.226	989.887	531.224	0	0
23	271.608	990.199	425.372	0	0
24	275.991	990.671	322.241	0	0
25	280.374	991.305	233.252	0	0
26	284.757	992.103	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.46154

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	176.538	1025	0	0	0
2	180.284	1020.02	12.4301	0	0
3	184.029	1015.74	153.539	0	0
4	187.775	1012.01	358.831	0	0
5	191.52	1008.72	569.517	0	0
6	195.266	1005.81	770.145	0	0
7	199.011	1003.23	967.99	0	0
8	202.757	1000.95	1155.97	0	0
9	206.502	998.933	1310.42	0	0
10	210.248	997.161	1429.05	0	0
11	213.993	995.616	1518.79	0	0
12	217.739	994.285	1577.98	0	0
13	221.484	993.156	1599.51	0	0
14	225.23	992.221	1585.84	0	0
15	228.975	991.474	1539.74	0	0
16	232.721	990.908	1460.9	0	0
17	236.466	990.52	1354.81	0	0
18	240.212	990.308	1227.28	0	0
19	243.957	990.27	1077.3	0	0
20	247.702	990.406	904.255	0	0
21	251.448	990.716	726.738	0	0
22	255.193	991.203	555.207	0	0
23	258.939	991.87	385.46	0	0
24	262.684	992.722	217.608	0	0
25	266.43	993.764	86.1273	0	0
26	270.175	995.005	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
297.965	989.184
295.931	988.978

292.516	992
285.101	992
275.1	995
270.185	995
260.096	1000
255.135	1000
245.148	1005
240.153	1005
230	1010
225	1010
215	1015
210	1015
200	1020
195	1020
185	1025
0	1025
0	994.897
0	972
312.183	972
312.183	989.184

Material Boundary

X	Y
0	994.897
295.931	988.978

Project Summary

File Name: SeçãoSS-0.3
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:40:15

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.3	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.416880
Center: 251.850, 1092.458
Radius: 102.454
Left Slip Surface Endpoint: 174.737, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 279.285, 993.745
Resisting Moment=503672 kN-m
Driving Moment=355480 kN-m
Total Slice Area=1240.91 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.311990
Center: 242.908, 1071.035
Radius: 80.772
Left Slip Surface Endpoint: 176.538, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 270.175, 995.005
Resisting Horizontal Force=4388.99 kN
Driving Horizontal Force=3345.28 kN
Total Slice Area=1242.21 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.41688

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.18189	94.1063	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.7296	15.2026	10.9651	6.75099	4.21413
2	4.18189	271.963	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.6834	25.0552	48.1103	19.5101	28.6002
3	4.18189	417.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.679	33.5503	79.587	29.9609	49.6261
4	4.18189	481.491	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.6622	37.7771	94.6291	34.5411	60.088
5	4.18189	522.935	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.8069	40.8159	105.124	37.5143	67.6092
6	4.18189	606.628	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.6878	46.3147	124.738	43.5182	81.2194
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.18189	674.746	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.5376	51.7694	143.125	48.4049	94.7201	
9	4.18189	683.874	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.4344	53.04	146.924	49.0597	97.8648	
10	4.18189	742.755	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.4612	57.3287	161.764	53.2837	108.48	
11	4.18189	736.791	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.7204	57.6959	162.245	52.8558	109.389	
12	4.18189	705.144	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.8325	56.4379	156.861	50.5856	106.275	
13	4.18189	707.454	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.4172	57.2663	159.077	50.7513	108.326	
14	4.18189	720.747	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.4958	58.7945	163.813	51.7049	112.108	
15	4.18189	668.863	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.6142	56.1286	153.493	47.9829	105.51	
16	4.18189	613.06	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.4984	53.1308	142.069	43.9796	98.0899	
17	4.18189	611.633	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.8649	53.65	143.252	43.8773	99.3747	
18	4.18189	565.056	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.1038	51.1548	133.735	40.5359	93.1989	
19	4.18189	480.641	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.4923	46.0377	115.014	34.4802	80.5335	
20	4.18189	415.361	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.7206	42.1105	100.611	29.7971	70.8135	
21	4.18189	386.969	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.6885	40.6481	94.9544	27.7604	67.194	
22	4.18189	289.25	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.2026	34.2922	72.2126	20.7502	51.4624	
23	4.18189	178.211	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.9413	26.8376	45.7961	12.7845	33.0116	
24	4.18189	115.614	Resíduos Dispostos	13.5	22	16.0095	22.6836	31.0241	8.29393	22.7302	
25	4.18189	48.5592	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.7753	18.101	14.8714	3.48354	11.3879	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.31199

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	3.74549	93.2318	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.112	14.5789	10.1379	7.46752	2.67033
2	3.74549	266.632	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.9668	24.8842	49.5331	21.3563	28.1768
3	3.74549	397.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.3811	33.2997	80.8449	31.8388	49.0061
4	3.74549	461.245	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.0037	38.0526	97.7138	36.944	60.7698
5	3.74549	507.313	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.874	41.8184	110.724	40.6338	70.0905
6	3.74549	579.767	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.0302	47.2713	130.024	46.4372	83.5869
7	3.74549	651.791	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.2544	52.8134	149.51	52.206	97.304
			Resíduos							

			Dispostos							
9	3.74549	665.576	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.4215	55.6566	157.651	53.3102	104.341
10	3.74549	697.104	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.7345	58.6912	167.688	55.8354	111.852
11	3.74549	732.215	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.2634	62.0091	178.712	58.6476	120.064
12	3.74549	710.671	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.8485	61.4648	175.639	56.9221	118.717
13	3.74549	679.299	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.8646	60.1739	169.931	54.4093	115.522
14	3.74549	679.898	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.5611	61.0877	172.241	54.4573	117.784
15	3.74549	686.268	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.576	62.4192	176.047	54.9675	121.079
16	3.74549	637.623	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.5369	59.7439	165.529	51.0712	114.458
17	3.74549	579.78	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.9098	56.2972	152.365	46.4382	105.927
18	3.74549	550.999	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.8701	54.9331	146.683	44.133	102.55
19	3.74549	532.841	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.4177	54.3396	143.76	42.6786	101.082
20	3.74549	457.805	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.596	49.3256	125.34	36.6685	88.6713
21	3.74549	372.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.0589	43.373	103.786	29.8474	73.9384
22	3.74549	317.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.188	39.6063	90.0061	25.3906	64.6155
23	3.74549	271.962	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.893	36.5954	78.9461	21.7832	57.1629
24	3.74549	170.287	Resíduos Dispostos	13.5	22	21.9712	28.826	51.5724	13.6393	37.9331
25	3.74549	58.0017	Resíduos Dispostos	13.5	22	15.1744	19.9087	20.5078	4.64572	15.862

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.41688

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	174.737	1025	0	0	0
2	178.919	1020.5	4.51649	0	0
3	183.101	1016.49	123.328	0	0
4	187.283	1012.91	309.704	0	0
5	191.465	1009.69	502.93	0	0
6	195.647	1006.79	686.863	0	0
7	199.829	1004.19	874.86	0	0
8	204.011	1001.86	1052.53	0	0
9	208.192	999.77	1198.64	0	0
10	212.374	997.914	1315.03	0	0
11	216.556	996.274	1411.16	0	0
12	220.738	994.841	1473.5	0	0
13	224.92	993.606	1500.85	0	0

14	229.102	992.561	1498.24	0	0
15	233.284	991.7	1465.9	0	0
16	237.466	991.018	1404.98	0	0
17	241.648	990.513	1320.11	0	0
18	245.829	990.18	1209.48	0	0
19	250.011	990.02	1080.1	0	0
20	254.193	990.03	943.142	0	0
21	258.375	990.211	800.725	0	0
22	262.557	990.564	647.331	0	0
23	266.739	991.091	508.172	0	0
24	270.921	991.794	396.834	0	0
25	275.103	992.677	302.544	0	0
26	279.285	993.745	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.31199

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	176.538	1025	0	0	0
2	180.284	1020.02	8.89406	0	0
3	184.029	1015.74	149.972	0	0
4	187.775	1012.01	356.984	0	0
5	191.52	1008.72	569.735	0	0
6	195.266	1005.81	772.48	0	0
7	199.011	1003.23	972.786	0	0
8	202.757	1000.95	1163.5	0	0
9	206.502	998.933	1320.37	0	0
10	210.248	997.161	1441.02	0	0
11	213.993	995.616	1532.69	0	0
12	217.739	994.285	1593.75	0	0
13	221.484	993.156	1616.69	0	0
14	225.23	992.221	1603.92	0	0
15	228.975	991.474	1558.47	0	0
16	232.721	990.908	1480.06	0	0
17	236.466	990.52	1373.86	0	0
18	240.212	990.308	1245.65	0	0
19	243.957	990.27	1094.6	0	0
20	247.702	990.406	920.138	0	0
21	251.448	990.716	740.576	0	0
22	255.193	991.203	566.336	0	0
23	258.939	991.87	393.348	0	0
24	262.684	992.722	221.75	0	0
25	266.43	993.764	85.7876	0	0
26	270.175	995.005	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
297.965	989.184
295.931	988.978

292.516	992
285.101	992
275.1	995
270.185	995
260.096	1000
255.135	1000
245.148	1005
240.153	1005
230	1010
225	1010
215	1015
210	1015
200	1020
195	1020
185	1025
0	1025
0	994.897
0	972
312.183	972
312.183	989.184

Material Boundary

X	Y
0	994.897
295.931	988.978

Project Summary

File Name: SeçãoSS-0.4
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:40:15

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.4	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.261560
Center: 251.850, 1092.458
Radius: 102.454
Left Slip Surface Endpoint: 174.737, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 279.285, 993.745
Resisting Moment=448459 kN-m
Driving Moment=355480 kN-m
Total Slice Area=1240.91 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.162680
Center: 242.908, 1071.035
Radius: 80.772
Left Slip Surface Endpoint: 176.538, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 270.175, 995.005
Resisting Horizontal Force=3893.61 kN
Driving Horizontal Force=3348.82 kN
Total Slice Area=1242.21 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.26156

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.18189	94.1063	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.1749	14.0979	10.4811	9.00132	1.47974
2	4.18189	271.963	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.7538	22.3975	48.0355	26.0134	22.0221
3	4.18189	417.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.4546	29.5894	79.7706	39.9479	39.8227
4	4.18189	481.491	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.3352	33.2234	94.8719	46.0549	48.817
5	4.18189	522.935	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.4296	35.8656	105.376	50.019	55.3568
6	4.18189	606.628	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.1674	40.5811	125.053	58.0243	67.0282
			Resíduos							

			Dispostos							
8	4.18189	674.746	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.9586	45.3639	143.406	64.5399	78.866
9	4.18189	683.874	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.882	46.5289	147.162	65.413	81.7495
10	4.18189	742.755	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.8313	50.2496	162.004	71.045	90.9585
11	4.18189	736.791	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.1517	50.6538	162.433	70.4745	91.9587
12	4.18189	705.144	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.3778	49.6774	156.99	67.4474	89.5422
13	4.18189	707.454	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.0068	50.471	159.175	67.6684	91.5066
14	4.18189	720.747	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.1093	51.8618	163.889	68.9399	94.9488
15	4.18189	668.863	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.3804	49.6808	153.528	63.9771	89.5506
16	4.18189	613.06	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.4226	47.2108	142.077	58.6395	83.4371
17	4.18189	611.633	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.8428	47.741	143.252	58.503	84.7495
18	4.18189	565.056	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.2199	45.6936	133.73	54.0479	79.6819
19	4.18189	480.641	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.8121	41.3944	115.015	45.9736	69.0411
20	4.18189	415.361	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.2056	38.1062	100.632	39.7295	60.9026
21	4.18189	386.969	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.2731	36.9298	95.0047	37.0139	57.9908
22	4.18189	289.25	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.9998	31.5387	72.3144	27.6669	44.6475
23	4.18189	178.211	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.964	25.1858	45.9695	17.046	28.9235
24	4.18189	115.614	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.1744	21.6665	31.2714	11.0586	20.2128
25	4.18189	48.5592	Resíduos Dispostos	13.5	22	14.0837	17.7674	15.2068	4.64472	10.5621

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.16268

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	3.74549	93.2318	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.4936	13.3634	9.61854	9.95669	-0.338151
2	3.74549	266.632	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.935	22.0154	49.5513	28.475	21.0763
3	3.74549	397.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.0574	29.1337	81.1464	42.4518	38.6946
4	3.74549	461.245	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.573	33.2213	98.0706	49.2586	48.812
5	3.74549	507.313	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.3852	36.491	111.083	54.1784	56.9048
6	3.74549	579.767	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.4177	41.1794	130.425	61.9162	68.5089
7	3.74549	651.791	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.5242	45.954	149.935	69.608	80.3267
			Resíduos							

			Dispostos							
9	3.74549	665.576	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.7919	48.5906	157.932	71.0802	86.8523
10	3.74549	697.104	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.0976	51.2714	167.935	74.4472	93.4875
11	3.74549	732.215	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.6149	54.1982	178.928	78.1969	100.732
12	3.74549	710.671	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.3224	53.8581	175.786	75.8961	99.8899
13	3.74549	679.299	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.4821	52.8811	170.017	72.5457	97.4715
14	3.74549	679.898	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.2513	53.7755	172.295	72.6097	99.6852
15	3.74549	686.268	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.3294	55.029	176.078	73.29	102.788
16	3.74549	637.623	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.4699	52.867	165.532	68.095	97.4368
17	3.74549	579.78	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.038	50.0394	152.356	61.9177	90.438
18	3.74549	550.999	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.1339	48.9882	146.68	58.844	87.8364
19	3.74549	532.841	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.7982	48.5979	143.775	56.9048	86.8704
20	3.74549	457.805	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.1948	44.4083	125.392	48.8913	76.5007
21	3.74549	372.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.8857	39.3982	103.897	39.7965	64.1002
22	3.74549	317.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.187	36.2605	90.1883	33.8541	56.3342
23	3.74549	271.962	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.0446	33.7696	79.2132	29.0442	50.169
24	3.74549	170.287	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.3477	27.1459	51.9606	18.1858	33.7748
25	3.74549	58.0017	Resíduos Dispostos	13.5	22	16.7701	19.4982	21.0405	6.19429	14.8462

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.26156

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	174.737	1025	0	0	0
2	178.919	1020.5	0.456998	0	0
3	183.101	1016.49	118.642	0	0
4	187.283	1012.91	306.572	0	0
5	191.465	1009.69	501.897	0	0
6	195.647	1006.79	688.086	0	0
7	199.829	1004.19	879.019	0	0
8	204.011	1001.86	1059.97	0	0
9	208.192	999.77	1209.02	0	0
10	212.374	997.914	1328.1	0	0
11	216.556	996.274	1427.18	0	0
12	220.738	994.841	1492.09	0	0
13	224.92	993.606	1521.43	0	0

14	229.102	992.561	1520.57	0	0
15	233.284	991.7	1489.83	0	0
16	237.466	991.018	1429.84	0	0
17	241.648	990.513	1345.23	0	0
18	245.829	990.18	1234.62	0	0
19	250.011	990.02	1104.68	0	0
20	254.193	990.03	966.332	0	0
21	258.375	990.211	821.829	0	0
22	262.557	990.564	665.921	0	0
23	266.739	991.091	523.333	0	0
24	270.921	991.794	407.564	0	0
25	275.103	992.677	308.157	0	0
26	279.285	993.745	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.16268

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	176.538	1025	0	0	0
2	180.284	1020.02	4.8454	0	0
3	184.029	1015.74	146.061	0	0
4	187.775	1012.01	355.333	0	0
5	191.52	1008.72	570.78	0	0
6	195.266	1005.81	776.3	0	0
7	199.011	1003.23	979.821	0	0
8	202.757	1000.95	1174.12	0	0
9	206.502	998.933	1334.17	0	0
10	210.248	997.161	1457.54	0	0
11	213.993	995.616	1551.84	0	0
12	217.739	994.285	1615.47	0	0
13	221.484	993.156	1640.4	0	0
14	225.23	992.221	1629	0	0
15	228.975	991.474	1584.61	0	0
16	232.721	990.908	1506.99	0	0
17	236.466	990.52	1400.9	0	0
18	240.212	990.308	1272.08	0	0
19	243.957	990.27	1119.91	0	0
20	247.702	990.406	943.89	0	0
21	251.448	990.716	761.953	0	0
22	255.193	991.203	584.46	0	0
23	258.939	991.87	407.515	0	0
24	262.684	992.722	231.291	0	0
25	266.43	993.764	89.7008	0	0
26	270.175	995.005	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
297.965	989.184
295.931	988.978

292.516	992
285.101	992
275.1	995
270.185	995
260.096	1000
255.135	1000
245.148	1005
240.153	1005
230	1010
225	1010
215	1015
210	1015
200	1020
195	1020
185	1025
0	1025
0	994.897
0	972
312.183	972
312.183	989.184

Material Boundary

X	Y
0	994.897
295.931	988.978

Project Summary

File Name: SeçãoSS-0.5
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:40:15

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.5	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.106160
Center: 248.869, 1095.136
Radius: 105.213
Left Slip Surface Endpoint: 170.442, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 278.160, 994.082
Resisting Moment=435622 kN-m
Driving Moment=393813 kN-m
Total Slice Area=1370.98 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.013770
Center: 242.908, 1071.035
Radius: 80.772
Left Slip Surface Endpoint: 176.538, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 270.175, 995.005
Resisting Horizontal Force=3400.74 kN
Driving Horizontal Force=3354.54 kN
Total Slice Area=1242.21 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10616

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.37492	100.722	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.8528	13.1111	10.5487	11.5113	-0.962592
2	4.37492	291.009	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.1488	20.0754	49.5336	33.2588	16.2748
3	4.37492	460.643	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.0763	26.6322	85.1493	52.6458	32.5035
4	4.37492	590.865	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.9404	32.0127	113.349	67.5286	45.8204
5	4.37492	636.517	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.1224	34.4264	124.541	72.7461	51.7948
6	4.37492	670.182	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.9208	36.4157	133.312	76.5935	56.7185
			Resíduos							

			Dispostos							
8	4.37492	788.227	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.3644	42.4372	161.707	90.0846	71.6222
9	4.37492	779.371	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.7125	42.8222	161.647	89.0725	72.575
10	4.37492	804.19	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.2705	44.5456	168.75	91.909	76.8406
11	4.37492	839.199	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.2271	46.7099	178.108	95.9101	82.1974
12	4.37492	802.758	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.5094	45.916	171.978	91.7453	80.2324
13	4.37492	769.186	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.8561	45.1934	166.353	87.9085	78.4441
14	4.37492	791.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.3533	46.8495	173.018	90.4751	82.5429
15	4.37492	746.825	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.2125	45.5876	164.772	85.3529	79.4194
16	4.37492	676.257	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.9894	43.1285	150.621	77.2878	73.3332
17	4.37492	650.525	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.5235	42.6132	146.405	74.347	72.0575
18	3.89963	554.583	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.8996	41.923	141.457	71.1073	70.3493
19	4.20639	513.152	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.7186	38.4043	122.637	60.9968	61.6404
20	4.20639	427.688	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.4463	34.7846	103.519	50.8379	52.6812
21	4.20639	397.685	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.5759	33.8218	97.5697	47.2716	50.2981
22	4.20639	310.699	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.0766	29.9511	77.6497	36.9318	40.7179
23	4.20639	194.591	Resíduos Dispostos	13.5	22	22.1181	24.4662	50.2726	23.1304	27.1422
24	4.20639	106.237	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.3143	20.2586	29.3561	12.6281	16.728
25	4.20639	48.2385	Resíduos Dispostos	13.5	22	15.8473	17.5296	15.7076	5.73396	9.97365

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.01377

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	3.74549	93.2318	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.953	12.1176	9.02433	12.4459	-3.42157
2	3.74549	266.632	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.9028	19.1631	49.6103	35.5938	14.0165
3	3.74549	397.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.6717	25.0114	81.5563	53.0647	28.4916
4	3.74549	461.245	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.0539	28.4402	98.5515	61.5733	36.9782
5	3.74549	507.313	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.7909	31.2149	111.569	67.7231	43.846
6	3.74549	579.767	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.6666	35.144	130.966	77.3953	53.5708
7	3.74549	651.791	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.623	39.1548	150.508	87.0101	63.4978
			Resíduos							

			Dispostos							
9	3.74549	665.576	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.0049	41.5695	158.325	88.8503	69.4743
10	3.74549	697.104	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.2964	43.8926	168.283	93.059	75.2244
11	3.74549	732.215	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.7938	46.4244	179.237	97.7461	81.4908
12	3.74549	710.671	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.6509	46.2795	176.002	94.8702	81.1321
13	3.74549	679.299	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.9884	45.6079	170.152	90.6821	79.4698
14	3.74549	679.898	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.8465	46.4778	172.385	90.7621	81.6229
15	3.74549	686.268	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.002	47.6492	176.135	91.6125	84.5222
16	3.74549	637.623	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.3704	45.9951	165.547	85.1187	80.4282
17	3.74549	579.78	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.1881	43.7828	152.35	77.3971	74.9528
18	3.74549	550.999	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.4587	43.0434	146.677	73.555	73.1225
19	3.74549	532.841	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.2744	42.8565	143.791	71.131	72.6599
20	3.74549	457.805	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.9578	39.4942	125.452	61.1141	64.3377
21	3.74549	372.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.9513	35.4326	104.031	49.7456	54.2851
22	3.74549	317.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.4847	32.932	90.4135	42.3177	48.0958
23	3.74549	271.962	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.5507	30.9714	79.5486	36.3053	43.2433
24	3.74549	170.287	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.1638	25.5103	52.4588	22.7322	29.7266
25	3.74549	58.0017	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.8941	19.1542	21.7376	7.74286	13.9948

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10616

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	170.442	1025	0	0	0
2	174.817	1020.4	-3.2794	0	0
3	179.192	1016.3	120.14	0	0
4	183.567	1012.64	326.493	0	0
5	187.942	1009.36	571.886	0	0
6	192.317	1006.41	802.557	0	0
7	196.692	1003.77	1010.68	0	0
8	201.067	1001.41	1213.45	0	0
9	205.442	999.303	1386.11	0	0
10	209.817	997.439	1518.15	0	0
11	214.191	995.802	1618.25	0	0
12	218.566	994.381	1686.58	0	0
13	222.941	993.167	1713.69	0	0

14	227.316	992.154	1703.56	0	0
15	231.691	991.334	1660.06	0	0
16	236.066	990.704	1583.56	0	0
17	240.441	990.261	1479.84	0	0
18	244.816	990.001	1349.38	0	0
19	248.716	989.923	1212.63	0	0
20	252.922	990.001	1057.04	0	0
21	257.128	990.247	899.251	0	0
22	261.335	990.664	730.019	0	0
23	265.541	991.252	570.456	0	0
24	269.747	992.015	439.066	0	0
25	273.954	992.957	334.389	0	0
26	278.16	994.082	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.01377

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	176.538	1025	0	0	0
2	180.284	1020.02	0.212751	0	0
3	184.029	1015.74	141.875	0	0
4	187.775	1012.01	354.217	0	0
5	191.52	1008.72	573.296	0	0
6	195.266	1005.81	782.572	0	0
7	199.011	1003.23	990.433	0	0
8	202.757	1000.95	1189.56	0	0
9	206.502	998.933	1353.98	0	0
10	210.248	997.161	1481.16	0	0
11	213.993	995.616	1579.16	0	0
12	217.739	994.285	1646.45	0	0
13	221.484	993.156	1674.31	0	0
14	225.23	992.221	1665.06	0	0
15	228.975	991.474	1622.43	0	0
16	232.721	990.908	1546.25	0	0
17	236.466	990.52	1440.71	0	0
18	240.212	990.308	1311.49	0	0
19	243.957	990.27	1158.26	0	0
20	247.702	990.406	980.624	0	0
21	251.448	990.716	795.961	0	0
22	255.193	991.203	614.546	0	0
23	258.939	991.87	432.717	0	0
24	262.684	992.722	250.685	0	0
25	266.43	993.764	101.872	0	0
26	270.175	995.005	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
297.965	989.184
295.931	988.978

292.516	992
285.101	992
275.1	995
270.185	995
260.096	1000
255.135	1000
245.148	1005
240.153	1005
230	1010
225	1010
215	1015
210	1015
200	1020
195	1020
185	1025
0	1025
0	994.897
0	972
312.183	972
312.183	989.184

Material Boundary

X	Y
0	994.897
295.931	988.978

Project Summary

File Name: SeçãoSS-0.6
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:40:15

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.6	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 0.949236
Center: 248.869, 1095.136
Radius: 105.213
Left Slip Surface Endpoint: 170.442, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 278.160, 994.082
Resisting Moment=373822 kN-m
Driving Moment=393813 kN-m
Total Slice Area=1370.98 m2

Method: janbu simplified

FS: 0.865940
Center: 242.908, 1071.035
Radius: 80.772
Left Slip Surface Endpoint: 176.538, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 270.175, 995.005
Resisting Horizontal Force=2910.36 kN
Driving Horizontal Force=3360.93 kN
Total Slice Area=1242.21 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 0.949236

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.37492	100.722	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.5466	11.9097	9.87736	13.8136	-3.93624
2	4.37492	291.009	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.2929	17.3642	49.4748	39.9105	9.56432
3	4.37492	460.643	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.7343	22.5295	85.5238	63.175	22.3488
4	4.37492	590.865	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.24	26.8064	113.969	81.0343	32.9343
5	4.37492	636.517	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.3383	28.7982	125.16	87.2953	37.8643
6	4.37492	670.182	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.0927	30.4635	133.898	91.9122	41.986
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.37492	788.227	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.2918	35.3987	162.303	108.102	54.2009	
9	4.37492	779.371	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.7372	35.8215	162.135	106.887	55.2477	
10	4.37492	804.19	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.2882	37.2938	169.182	110.291	58.8915	
11	4.37492	839.199	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.2095	39.1175	178.498	115.092	63.4056	
12	4.37492	802.758	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.6808	38.6157	172.258	110.094	62.1639	
13	4.37492	769.186	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.2084	38.1673	166.544	105.49	61.0541	
14	4.37492	791.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.7185	39.6007	173.172	108.57	64.6017	
15	4.37492	746.825	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.7964	38.7254	164.859	102.423	62.4355	
16	4.37492	676.257	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.8684	36.8953	150.651	92.7454	57.9054	
17	4.37492	650.525	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.5664	36.6086	146.412	89.2164	57.1959	
18	3.89963	554.583	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.1115	36.1768	141.456	85.3287	56.1271	
19	4.20639	513.152	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.2688	33.4784	122.645	73.1962	49.4483	
20	4.20639	427.688	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.3358	30.6943	103.563	61.0055	42.5573	
21	4.20639	397.685	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.6456	30.0391	97.6618	56.7259	40.9359	
22	4.20639	310.699	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.4853	27.0393	77.8291	44.3181	33.511	
23	4.20639	194.591	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.9379	22.7227	50.5832	27.7564	22.8268	
24	4.20639	106.237	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.463	19.4243	29.8168	15.1537	14.6631	
25	4.20639	48.2385	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.2425	17.3164	16.3267	6.88075	9.44592	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 0.86594

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	3.74549	93.2318	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.4903	10.8159	8.29162	14.935	-6.64338
2	3.74549	266.632	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.8335	16.3087	49.6643	42.7125	6.9518
3	3.74549	397.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.1575	20.9189	82.0402	63.6776	18.3626
4	3.74549	461.245	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.3658	23.6971	99.1266	73.8879	25.2387
5	3.74549	507.313	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.0009	25.979	112.154	81.2677	30.8866
6	3.74549	579.767	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.6697	29.1559	131.624	92.8743	38.7499
7	3.74549	651.791	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.425	32.4078	151.21	104.412	46.7985
			Resíduos							

			Dispostos							
9	3.74549	665.576	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.9387	34.5845	158.806	106.62	52.1863
10	3.74549	697.104	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.2044	36.5465	168.713	111.671	57.0419
11	3.74549	732.215	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.6681	38.6799	179.618	117.295	62.3227
12	3.74549	710.671	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.7155	38.7209	176.268	113.844	62.4242
13	3.74549	679.299	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.2826	38.3461	170.315	108.819	61.4958
14	3.74549	679.898	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.2539	39.1872	172.493	108.915	63.5776
15	3.74549	686.268	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.5081	40.2732	176.201	109.935	66.2659
16	3.74549	637.623	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.1796	39.1228	165.561	102.142	63.4193
17	3.74549	579.78	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.3336	37.5243	152.339	92.8765	59.4622
18	3.74549	550.999	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.8413	37.098	146.673	88.266	58.4072
19	3.74549	532.841	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.8645	37.1181	143.814	85.3572	58.4567
20	3.74549	457.805	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.9455	34.5904	125.537	73.3369	52.2006
21	3.74549	372.644	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.3642	31.4892	104.22	59.6947	44.525
22	3.74549	317.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.2296	29.6408	90.731	50.7812	39.9498
23	3.74549	271.962	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.5996	28.2293	80.0224	43.5663	36.4561
24	3.74549	170.287	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.6673	23.9582	53.1635	27.2787	25.8848
25	3.74549	58.0017	Resíduos Dispostos	13.5	22	21.8587	18.9284	22.7271	9.29144	13.4356

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 0.949236

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	170.442	1025	0	0	0
2	174.817	1020.4	-9.16143	0	0
3	179.192	1016.3	113.743	0	0
4	183.567	1012.64	323.425	0	0
5	187.942	1009.36	574.466	0	0
6	192.317	1006.41	810.981	0	0
7	196.692	1003.77	1024.9	0	0
8	201.067	1001.41	1234.48	0	0
9	205.442	999.303	1413.81	0	0
10	209.817	997.439	1551.77	0	0
11	214.191	995.802	1657.64	0	0
12	218.566	994.381	1731.77	0	0
13	222.941	993.167	1763.64	0	0

14	227.316	992.154	1757.32	0	0
15	231.691	991.334	1717.54	0	0
16	236.066	990.704	1643.71	0	0
17	240.441	990.261	1541.29	0	0
18	244.816	990.001	1411.39	0	0
19	248.716	989.923	1274.48	0	0
20	252.922	990.001	1117.23	0	0
21	257.128	990.247	956.294	0	0
22	261.335	990.664	783.117	0	0
23	265.541	991.252	618.057	0	0
24	269.747	992.015	479.224	0	0
25	273.954	992.957	365.459	0	0
26	278.16	994.082	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 0.86594

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	176.538	1025	0	0	0
2	180.284	1020.02	-5.49978	0	0
3	184.029	1015.74	136.569	0	0
4	187.775	1012.01	352.536	0	0
5	191.52	1008.72	575.96	0	0
6	195.266	1005.81	789.762	0	0
7	199.011	1003.23	1002.9	0	0
8	202.757	1000.95	1207.95	0	0
9	206.502	998.933	1377.73	0	0
10	210.248	997.161	1509.57	0	0
11	213.993	995.616	1612.14	0	0
12	217.739	994.285	1683.95	0	0
13	221.484	993.156	1715.42	0	0
14	225.23	992.221	1708.76	0	0
15	228.975	991.474	1668.23	0	0
16	232.721	990.908	1593.73	0	0
17	236.466	990.52	1488.72	0	0
18	240.212	990.308	1358.76	0	0
19	243.957	990.27	1203.91	0	0
20	247.702	990.406	1023.87	0	0
21	251.448	990.716	835.314	0	0
22	255.193	991.203	648.363	0	0
23	258.939	991.87	459.644	0	0
24	262.684	992.722	269.401	0	0
25	266.43	993.764	110.367	0	0
26	270.175	995.005	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
297.965	989.184
295.931	988.978

292.516	992
285.101	992
275.1	995
270.185	995
260.096	1000
255.135	1000
245.148	1005
240.153	1005
230	1010
225	1010
215	1015
210	1015
200	1020
195	1020
185	1025
0	1025
0	994.897
0	972
312.183	972
312.183	989.184

Material Boundary

X	Y
0	994.897
295.931	988.978

Project Summary

File Name: SeçãoTT-0.0
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:42:05

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.819760
Center: 166.287, 1124.686
Radius: 135.915
Left Slip Surface Endpoint: 73.899, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 184.898, 990.051
Resisting Moment=874652 kN-m
Driving Moment=480642 kN-m
Total Slice Area=1216.76 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.729810
Center: 152.428, 1075.313
Radius: 88.351
Left Slip Surface Endpoint: 79.802, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 181.343, 991.828
Resisting Horizontal Force=6429 kN
Driving Horizontal Force=3716.59 kN
Total Slice Area=1364.76 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.81976

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.43995	87.4283	Resíduos Dispostos	13.5	22	9.8545	17.9328	10.9716	0	10.9716
2	4.43995	255.004	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.092	31.1033	43.5697	0	43.5697
3	4.43995	396.421	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.3768	42.5401	71.8768	0	71.8768
4	4.43995	451.355	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.0348	47.3771	83.8488	0	83.8488
5	4.43995	485.462	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.8151	50.6168	91.8673	0	91.8673
6	4.43995	575.829	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.1058	58.4249	111.193	0	111.193
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.43995	625.52	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.9593	63.6176	124.046	0	124.046	
9	4.43995	655.065	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.6136	66.628	131.496	0	131.496	
10	4.43995	709.5	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.4256	71.7451	144.161	0	144.161	
11	4.43995	688.637	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.7818	70.5735	141.262	0	141.262	
12	4.43995	668.66	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.1572	69.437	138.449	0	138.449	
13	4.43995	708.593	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.3326	73.3957	148.247	0	148.247	
14	4.43995	681.964	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.3761	71.655	143.939	0	143.939	
15	4.43995	629.017	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.1402	67.5863	133.868	0	133.868	
16	4.43995	628.296	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.3789	68.0206	134.943	0	134.943	
17	4.43995	611.743	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.8487	67.0558	132.555	0	132.555	
18	4.43995	537.918	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.5105	60.981	117.52	0	117.52	
19	4.43995	484.064	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.1034	56.6007	106.678	0	106.678	
20	4.43995	474.045	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.8312	56.1054	105.452	0	105.452	
21	4.43995	388.274	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.7746	48.7234	87.1811	0	87.1811	
22	4.43995	294.7	Resíduos Dispostos	13.5	22	22.2666	40.5199	66.8767	0	66.8767	
23	4.43995	263.95	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.8734	37.9845	60.6014	0	60.6014	
24	4.43995	180.501	Resíduos Dispostos	13.5	22	16.7725	30.522	42.1308	0	42.1308	
25	4.43995	61.2583	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.7717	19.6018	15.1026	0	15.1026	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.72981

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.06165	109.832	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.7679	18.6264	12.6882	0	12.6882
2	4.06165	292.807	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.4342	33.6175	49.7927	0	49.7927
3	4.06165	390.655	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.5284	42.4295	71.6029	0	71.6029
4	4.06165	466.229	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.6977	49.6416	89.4534	0	89.4534
5	4.06165	580.647	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.8354	60.2587	115.732	0	115.732
6	4.06165	658.723	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.3172	68.0113	134.92	0	134.92
7	4.06165	684.035	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.2202	71.3031	143.068	0	143.068
			Resíduos							

			Dispostos							
9	4.06165	782.053	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.4694	82.113	169.823	0	169.823
10	4.06165	791.748	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.5892	84.05	174.617	0	174.617
11	4.06165	773.476	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.2156	83.4039	173.018	0	173.018
12	4.06165	777.436	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.995	84.7521	176.355	0	176.355
13	4.06165	806.195	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.113	88.4157	185.423	0	185.423
14	4.06165	767.053	Resíduos Dispostos	13.5	22	49.5322	85.6813	178.655	0	178.655
15	4.06165	715.834	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.2308	81.7003	168.802	0	168.802
16	4.06165	710.1	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.4178	82.0238	169.602	0	169.602
17	4.06165	687.371	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.6381	80.6751	166.264	0	166.264
18	4.06165	611.69	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.8046	74.0438	149.851	0	149.851
19	4.06165	538.037	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.0042	67.4698	133.58	0	133.58
20	4.06165	515.949	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.1401	65.9751	129.88	0	129.88
21	4.06165	440.196	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.0849	58.9604	112.519	0	112.519
22	4.06165	333.782	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.1078	48.6212	86.9281	0	86.9281
23	4.06165	245.368	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.0877	39.9374	65.4348	0	65.4348
24	4.06165	190.587	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.016	34.6238	52.2833	0	52.2833
25	4.06165	67.6006	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.6358	21.8576	20.6857	0	20.6857

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.81976

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	73.8992	1025	0	0	0
2	78.3392	1021.06	-0.437602	0	0
3	82.7791	1017.45	81.1597	0	0
4	87.2191	1014.14	215.854	0	0
5	91.659	1011.09	355.823	0	0
6	96.0989	1008.3	489.468	0	0
7	100.539	1005.73	632.431	0	0
8	104.979	1003.38	766.579	0	0
9	109.419	1001.24	877.675	0	0
10	113.859	999.29	971.946	0	0
11	118.299	997.525	1051.82	0	0
12	122.739	995.937	1104.4	0	0
13	127.179	994.519	1131.64	0	0

14	131.619	993.267	1138.64	0	0
15	136.058	992.175	1121.38	0	0
16	140.498	991.24	1082.08	0	0
17	144.938	990.458	1022.03	0	0
18	149.378	989.827	942.502	0	0
19	153.818	989.344	850.812	0	0
20	158.258	989.008	748.876	0	0
21	162.698	988.818	632.354	0	0
22	167.138	988.774	517.666	0	0
23	171.578	988.874	412.334	0	0
24	176.018	989.12	304.99	0	0
25	180.458	989.512	214.189	0	0
26	184.898	990.051	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.72981

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	79.8022	1025	0	0	0
2	83.8639	1019.59	24.8395	0	0
3	87.9255	1014.94	177.619	0	0
4	91.9872	1010.87	369.001	0	0
5	96.0488	1007.29	572.729	0	0
6	100.11	1004.12	798.092	0	0
7	104.172	1001.3	1017.79	0	0
8	108.234	998.81	1207.12	0	0
9	112.295	996.603	1365.67	0	0
10	116.357	994.661	1502.49	0	0
11	120.419	992.965	1601.15	0	0
12	124.48	991.499	1658.67	0	0
13	128.542	990.252	1679.32	0	0
14	132.604	989.215	1663.82	0	0
15	136.665	988.38	1611.66	0	0
16	140.727	987.741	1527.52	0	0
17	144.789	987.293	1410.6	0	0
18	148.85	987.035	1263.93	0	0
19	152.912	986.964	1100.55	0	0
20	156.974	987.079	926.506	0	0
21	161.035	987.383	732.042	0	0
22	165.097	987.876	538.008	0	0
23	169.159	988.561	364.131	0	0
24	173.22	989.444	212.485	0	0
25	177.282	990.53	74.2995	0	0
26	181.343	991.828	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
190	990
185	990

175	995
170	995
160	1000
155	1000
145	1005
140	1005
130	1010
125	1010
115	1015
110	1015
100	1020
95	1020
85	1025
0	1025
0	988.561
0	970.767
0	969.233
249.656	970
249.656	990

Material Boundary

X	Y
0	988.561
178.067	985
185	990

Project Summary

File Name: SeçãoTT-0.1
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:42:05

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.1	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.668240
Center: 162.822, 1118.514
Radius: 130.479
Left Slip Surface Endpoint: 71.829, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 185.380, 990.000
Resisting Moment=849800 kN-m
Driving Moment=509399 kN-m
Total Slice Area=1368.41 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.581440
Center: 152.428, 1075.313
Radius: 88.351
Left Slip Surface Endpoint: 79.802, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 181.343, 991.828
Resisting Horizontal Force=5881.71 kN
Driving Horizontal Force=3719.22 kN
Total Slice Area=1364.76 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.66824

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.71044	102.76	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.4969	17.5113	12.1099	2.18153	9.92833
2	4.71044	298.764	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.2159	30.3885	48.1429	6.34259	41.8003
3	4.71044	474.504	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.3625	42.3107	81.3825	10.0735	71.309
4	4.71044	560.721	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.1373	48.608	98.7992	11.9038	86.8954
5	4.71044	597.602	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.9991	51.714	107.27	12.6867	94.5831
6	4.71044	684.856	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.9224	58.259	125.322	14.5391	110.783
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.71044	748.368	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.3478	63.9733	140.813	15.8874	124.926	
9	4.71044	781.427	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.1348	66.9544	148.893	16.5892	132.304	
10	4.71044	831.285	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.6499	71.1503	160.337	17.6477	142.689	
11	4.71044	801.172	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.7735	69.6883	156.079	17.0084	139.071	
12	4.71044	788.261	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.6082	69.4125	155.123	16.7343	138.388	
13	4.71044	821.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.4171	72.4301	163.287	17.4294	145.857	
14	4.71044	768.842	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.5132	69.2539	154.318	16.3221	137.996	
15	4.71044	716.777	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.5703	66.0128	145.191	15.2168	129.974	
16	4.71044	727.381	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.3919	67.3833	148.808	15.4419	133.366	
17	4.71044	659.03	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.657	62.8209	136.064	13.9908	122.074	
18	4.71044	573.265	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.0775	56.8495	119.464	12.1701	107.294	
19	4.71044	555.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.5581	55.9829	116.942	11.7931	105.149	
20	4.71044	475.724	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.1538	50.3038	101.192	10.0993	91.0926	
21	4.71044	360.709	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.0424	41.7767	77.645	7.65765	69.9873	
22	4.71044	307.424	Resíduos Dispostos	13.5	22	22.7527	37.957	67.0596	6.52643	60.5332	
23	4.71044	220.072	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.8017	31.3657	48.8912	4.67201	44.2192	
24	4.71044	79.3483	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.2152	20.3779	18.708	1.68452	17.0235	
25	0.500605	0.418807	Solo de Alteração	18	36	12.0642	20.1261	2.92628	0	2.92628	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.58144

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.06165	109.832	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.0075	17.4077	12.376	2.70412	9.67188
2	4.06165	292.807	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.4221	30.7149	49.8174	7.20906	42.6084
3	4.06165	390.655	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.4066	38.5976	71.7368	9.61815	62.1187
4	4.06165	466.229	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.5043	45.0778	89.6366	11.4788	78.1578
5	4.06165	580.647	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.5182	54.5884	115.993	14.2958	101.697
6	4.06165	658.723	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.9338	61.5715	135.199	16.2181	118.981
7	4.06165	684.035	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.8466	64.5965	143.31	16.8413	126.468
			Resíduos							

			Dispostos								
9	4.06165	782.053	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.057	74.4179	170.032	19.2546	150.777	
10	4.06165	791.748	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.2106	76.2421	174.785	19.4933	155.292	
11	4.06165	773.476	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.9048	75.7586	173.139	19.0434	154.095	
12	4.06165	777.436	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.7247	77.0552	176.446	19.1409	157.305	
13	4.06165	806.195	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.8558	80.4254	185.495	19.849	165.646	
14	4.06165	767.053	Resíduos Dispostos	13.5	22	49.3646	78.0671	178.694	18.8853	159.809	
15	4.06165	715.834	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.163	74.5854	168.816	17.6242	151.192	
16	4.06165	710.1	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.4011	74.962	169.607	17.483	152.124	
17	4.06165	687.371	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.6897	73.8369	166.262	16.9235	149.339	
18	4.06165	611.69	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.9723	67.9581	149.848	15.0601	134.788	
19	4.06165	538.037	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.2812	62.1208	133.587	13.2468	120.341	
20	4.06165	515.949	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.4791	60.8524	129.904	12.703	117.201	
21	4.06165	440.196	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.5271	54.6025	112.57	10.8379	101.732	
22	4.06165	333.782	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.669	45.3383	87.0203	8.21788	78.8024	
23	4.06165	245.368	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.7464	37.5535	65.5756	6.04109	59.5345	
24	4.06165	190.587	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.7442	32.8057	52.4755	4.69237	47.7831	
25	4.06165	67.6006	Resíduos Dispostos	13.5	22	13.4632	21.2912	20.9482	1.66436	19.2839	

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.66824

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	71.8289	1025	0	0	0
2	76.5394	1020.64	3.47915	0	0
3	81.2498	1016.68	108.428	0	0
4	85.9603	1013.08	282.194	0	0
5	90.6707	1009.8	469.023	0	0
6	95.3811	1006.82	643.276	0	0
7	100.092	1004.1	818.922	0	0
8	104.802	1001.65	982.846	0	0
9	109.512	999.423	1115.49	0	0
10	114.223	997.424	1224.36	0	0
11	118.933	995.638	1310.14	0	0
12	123.644	994.056	1360.64	0	0
13	128.354	992.67	1379.99	0	0

14	133.065	991.474	1371.18	0	0
15	137.775	990.462	1332.16	0	0
16	142.486	989.63	1266.9	0	0
17	147.196	988.974	1174.52	0	0
18	151.906	988.493	1063	0	0
19	156.617	988.183	939.768	0	0
20	161.327	988.044	798.241	0	0
21	166.038	988.075	653.313	0	0
22	170.748	988.276	519.931	0	0
23	175.459	988.649	387.975	0	0
24	180.169	989.194	272.928	0	0
25	184.88	989.913	202.028	0	0
26	185.38	990	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.58144

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	79.8022	1025	0	0	0
2	83.8639	1019.59	22.1985	0	0
3	87.9255	1014.94	175.181	0	0
4	91.9872	1010.87	367.652	0	0
5	96.0488	1007.29	572.879	0	0
6	100.11	1004.12	800.429	0	0
7	104.172	1001.3	1022.55	0	0
8	108.234	998.81	1214.08	0	0
9	112.295	996.603	1374.66	0	0
10	116.357	994.661	1513.65	0	0
11	120.419	992.965	1614.23	0	0
12	124.48	991.499	1673.29	0	0
13	128.542	990.252	1695.24	0	0
14	132.604	989.215	1680.97	0	0
15	136.665	988.38	1629.63	0	0
16	140.727	987.741	1545.87	0	0
17	144.789	987.293	1429.1	0	0
18	148.85	987.035	1282.32	0	0
19	152.912	986.964	1118.34	0	0
20	156.974	987.079	943.25	0	0
21	161.035	987.383	747.476	0	0
22	165.097	987.876	551.687	0	0
23	169.159	988.561	375.522	0	0
24	173.22	989.444	221.121	0	0
25	177.282	990.53	79.807	0	0
26	181.343	991.828	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
190	990
185	990

175	995
170	995
160	1000
155	1000
145	1005
140	1005
130	1010
125	1010
115	1015
110	1015
100	1020
95	1020
85	1025
0	1025
0	988.561
0	970.767
0	969.233
249.656	970
249.656	990

Material Boundary

X	Y
0	988.561
178.067	985
185	990

Project Summary

File Name: SeçãoTT-0.2
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:42:05

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.2	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.516550
Center: 162.822, 1118.514
Radius: 130.479
Left Slip Surface Endpoint: 71.829, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 185.380, 990.000
Resisting Moment=772531 kN-m
Driving Moment=509399 kN-m
Total Slice Area=1368.41 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.430600
Center: 148.963, 1069.142
Radius: 83.216
Left Slip Surface Endpoint: 78.419, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 180.628, 992.186
Resisting Horizontal Force=5800.18 kN
Driving Horizontal Force=4054.38 kN
Total Slice Area=1513.61 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.51655

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.71044	102.76	Resíduos Dispostos	13.5	22	10.8718	16.4876	11.7578	4.36306	7.3947
2	4.71044	298.764	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.3222	27.7865	48.0456	12.6852	35.3604
3	4.71044	474.504	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.2381	38.2749	81.467	20.1469	61.3201
4	4.71044	560.721	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.9181	43.8557	98.9406	23.8076	75.133
5	4.71044	597.602	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.7578	46.6457	107.412	25.3735	82.0384
6	4.71044	684.856	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.5902	52.4577	125.502	29.0782	96.4236
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.71044	748.368	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.9928	57.618	140.971	31.7749	109.196	
9	4.71044	781.427	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.7685	60.3109	149.039	33.1785	115.861	
10	4.71044	831.285	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.2521	64.0774	160.479	35.2954	125.184	
11	4.71044	801.172	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.4478	62.8576	156.181	34.0169	122.164	
12	4.71044	788.261	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.3316	62.6815	155.197	33.4687	121.728	
13	4.71044	821.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.134	65.4148	163.352	34.8588	128.494	
14	4.71044	768.842	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.3264	62.6736	154.353	32.6442	121.709	
15	4.71044	716.777	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.4777	59.8699	145.203	30.4336	114.77	
16	4.71044	727.381	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.3199	61.1472	148.815	30.8838	117.931	
17	4.71044	659.03	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.6947	57.1659	136.059	27.9817	108.077	
18	4.71044	573.265	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.2406	51.9276	119.452	24.3402	95.1118	
19	4.71044	555.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.771	51.2154	116.935	23.5862	93.3489	
20	4.71044	475.724	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.4799	46.2243	101.194	20.1987	80.9955	
21	4.71044	360.709	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.5126	38.6911	77.6655	15.3153	62.3502	
22	4.71044	307.424	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.3016	35.3381	67.1041	13.0529	54.0512	
23	4.71044	220.072	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.4581	29.5092	48.9682	9.34402	39.6242	
24	4.71044	79.3483	Resíduos Dispostos	13.5	22	13.0213	19.7475	18.832	3.36904	15.463	
25	0.500605	0.418807	Solo de Alteração	18	36	13.3808	20.2927	3.15555	0	3.15555	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.4306

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.08838	121.511	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.4599	16.3945	13.1083	5.94419	7.16406
2	4.08838	339.018	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.9472	29.9671	57.3419	16.5845	40.7574
3	4.08838	461.405	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.9411	38.542	84.5527	22.5715	61.9812
4	4.08838	542.592	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.3264	44.8155	104.052	26.5431	77.5087
5	4.08838	640.233	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.5377	52.2709	127.281	31.3196	95.9614
6	4.08838	744.777	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.1859	60.3512	152.395	36.4338	115.961
7	4.08838	775.65	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.4983	63.6593	162.093	37.9441	124.149
			Resíduos							

			Dispostos							
9	4.08838	856.382	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.0453	71.5948	185.683	41.8934	143.79
10	4.08838	884.619	Resíduos Dispostos	13.5	22	52.2568	74.7586	194.895	43.2747	151.62
11	4.08838	864.909	Resíduos Dispostos	13.5	22	52.0732	74.4959	193.281	42.3105	150.97
12	4.08838	850.757	Resíduos Dispostos	13.5	22	52.1237	74.5682	192.767	41.6183	151.149
13	4.08838	882.868	Resíduos Dispostos	13.5	22	54.5354	78.0184	202.878	43.1891	159.689
14	4.08838	850.953	Resíduos Dispostos	13.5	22	53.6271	76.719	198.101	41.6279	156.473
15	4.08838	794.489	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.3657	73.4837	187.331	38.8657	148.465
16	4.08838	766.296	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.5519	72.3195	183.07	37.4865	145.583
17	4.08838	755.134	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.6379	72.4426	182.828	36.9405	145.888
18	4.08838	677.059	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.0121	67.2555	166.171	33.1211	133.05
19	4.08838	590.367	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.8006	61.2306	147.018	28.8802	118.137
20	4.08838	553.522	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.3172	59.1084	139.963	27.0778	112.885
21	4.08838	485.23	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.9793	54.3332	124.803	23.737	101.066
22	4.08838	370.324	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.8126	45.5111	97.3462	18.1159	79.2303
23	4.08838	261.649	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.837	36.9624	70.8712	12.7996	58.0716
24	4.08838	199.772	Resíduos Dispostos	13.5	22	22.5217	32.2195	56.1052	9.77266	46.3326
25	4.08838	73.634	Resíduos Dispostos	13.5	22	15.1292	21.6438	23.7587	3.60211	20.1566

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.51655

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	71.8289	1025	0	0	0
2	76.5394	1020.64	0.152381	0	0
3	81.2498	1016.68	104.169	0	0
4	85.9603	1013.08	278.76	0	0
5	90.6707	1009.8	467.01	0	0
6	95.3811	1006.82	642.744	0	0
7	100.092	1004.1	820.354	0	0
8	104.802	1001.65	986.48	0	0
9	109.512	999.423	1121.04	0	0
10	114.223	997.424	1231.83	0	0
11	118.933	995.638	1319.62	0	0
12	123.644	994.056	1371.71	0	0
13	128.354	992.67	1392.36	0	0

14	133.065	991.474	1384.86	0	0
15	137.775	990.462	1346.64	0	0
16	142.486	989.63	1281.73	0	0
17	147.196	988.974	1189.59	0	0
18	151.906	988.493	1077.79	0	0
19	156.617	988.183	953.705	0	0
20	161.327	988.044	811.09	0	0
21	166.038	988.075	664.552	0	0
22	170.748	988.276	528.89	0	0
23	175.459	988.649	394.277	0	0
24	180.169	989.194	276.052	0	0
25	184.88	989.913	201.24	0	0
26	185.38	990	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.4306

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	78.4188	1025	0	0	0
2	82.5071	1019.06	31.2036	0	0
3	86.5955	1014.05	232.95	0	0
4	90.6839	1009.74	487.385	0	0
5	94.7723	1005.99	750.083	0	0
6	98.8607	1002.7	1019.91	0	0
7	102.949	999.804	1288.98	0	0
8	107.037	997.258	1520.26	0	0
9	111.126	995.025	1709.15	0	0
10	115.214	993.076	1867	0	0
11	119.303	991.391	1982.45	0	0
12	123.391	989.952	2048.28	0	0
13	127.479	988.746	2068.18	0	0
14	131.568	987.764	2045.21	0	0
15	135.656	986.996	1978.67	0	0
16	139.745	986.438	1873.93	0	0
17	143.833	986.084	1732.65	0	0
18	147.921	985.932	1553.98	0	0
19	152.01	985.981	1354.15	0	0
20	156.098	986.232	1142.82	0	0
21	160.186	986.686	910.871	0	0
22	164.275	987.346	673.62	0	0
23	168.363	988.219	459.037	0	0
24	172.452	989.309	276.412	0	0
25	176.54	990.628	110.631	0	0
26	180.628	992.186	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
190	990
185	990

175	995
170	995
160	1000
155	1000
145	1005
140	1005
130	1010
125	1010
115	1015
110	1015
100	1020
95	1020
85	1025
0	1025
0	988.561
0	970.767
0	969.233
249.656	970
249.656	990

Material Boundary

X	Y
0	988.561
178.067	985
185	990

Project Summary

File Name: SeçãoTT-0.3
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:42:05

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.3	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.365040
Center: 162.822, 1118.514
Radius: 130.479
Left Slip Surface Endpoint: 71.829, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 185.380, 990.000
Resisting Moment=695348 kN-m
Driving Moment=509399 kN-m
Total Slice Area=1368.41 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.280340
Center: 148.963, 1069.142
Radius: 83.216
Left Slip Surface Endpoint: 78.419, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 180.628, 992.186
Resisting Horizontal Force=5195.63 kN
Driving Horizontal Force=4058.02 kN
Total Slice Area=1513.61 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.36504

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.71044	102.76	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.311	15.4399	11.3461	6.5446	4.80152
2	4.71044	298.764	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.4455	25.1789	47.9339	19.0278	28.9061
3	4.71044	474.504	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.0887	34.2471	81.5713	30.2204	51.3509
4	4.71044	560.721	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.6555	39.1159	99.1128	35.7114	63.4014
5	4.71044	597.602	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.468	41.59	107.585	38.0602	69.5251
6	4.71044	684.856	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.191	46.6721	125.721	43.6173	82.104
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.71044	748.368	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.5645	51.277	141.164	47.6623	93.5014	
9	4.71044	781.427	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.3254	53.6808	149.219	49.7677	99.4509	
10	4.71044	831.285	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.7701	57.0178	160.653	52.9431	107.71	
11	4.71044	801.172	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.0513	56.0366	156.307	51.0253	105.282	
12	4.71044	788.261	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.9937	55.958	155.29	50.203	105.087	
13	4.71044	821.001	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.7872	58.4062	163.435	52.2881	111.147	
14	4.71044	768.842	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.0956	56.0972	154.398	48.9662	105.432	
15	4.71044	716.777	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.3607	53.7289	145.22	45.6503	99.57	
16	4.71044	727.381	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.2276	54.9123	148.825	46.3257	102.499	
17	4.71044	659.03	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.7357	51.5107	136.052	41.9725	94.0799	
18	4.71044	573.265	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.4349	47.005	119.438	36.5103	82.9277	
19	4.71044	555.507	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.0264	46.4474	116.927	35.3793	81.5477	
20	4.71044	475.724	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.8746	42.145	101.197	30.298	70.8988	
21	4.71044	360.709	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.0852	35.6073	77.6906	22.9729	54.7177	
22	4.71044	307.424	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.9722	32.723	67.158	19.5793	47.5787	
23	4.71044	220.072	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.2629	27.6597	49.0624	14.016	35.0464	
24	4.71044	79.3483	Resíduos Dispostos	13.5	22	14.0131	19.1285	18.9845	5.05356	13.9309	
25	0.500605	0.418807	Solo de Alteração	18	36	15.0177	20.4997	3.44058	0	3.44058	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.28034

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.08838	121.511	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.7322	15.0213	12.6815	8.91628	3.76524
2	4.08838	339.018	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.822	26.6593	57.4471	24.8767	32.5704
3	4.08838	461.405	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.6286	34.0937	84.8285	33.8573	50.9712
4	4.08838	542.592	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.9165	39.5836	104.374	39.8147	64.5591
5	4.08838	640.233	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.0026	46.0956	127.656	46.9794	80.6768
6	4.08838	744.777	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.5194	53.159	152.81	54.6507	98.1595
7	4.08838	775.65	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.8455	56.1372	162.447	56.9161	105.531
			Resíduos							

			Dispostos							
9	4.08838	856.382	Resíduos Dispostos	13.5	22	49.3926	63.2393	185.949	62.8401	123.109
10	4.08838	884.619	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.6304	66.1045	195.113	64.9121	130.201
11	4.08838	864.909	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.5553	66.0083	193.429	63.4658	129.963
12	4.08838	850.757	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.7043	66.1991	192.862	62.4274	130.435
13	4.08838	882.868	Resíduos Dispostos	13.5	22	54.1433	69.3218	202.947	64.7836	138.164
14	4.08838	850.953	Resíduos Dispostos	13.5	22	53.3625	68.3221	198.131	62.4418	135.69
15	4.08838	794.489	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.262	65.6328	187.332	58.2985	129.033
16	4.08838	766.296	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.567	64.7429	183.06	56.2298	126.83
17	4.08838	755.134	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.7498	64.977	182.821	55.4107	127.41
18	4.08838	677.059	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.305	60.5665	166.175	49.6817	116.494
19	4.08838	590.367	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.2777	55.4102	147.052	43.3203	103.731
20	4.08838	553.522	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.9175	53.6687	140.038	40.6167	99.4211
21	4.08838	485.23	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.7333	49.5918	124.936	35.6055	89.3304
22	4.08838	370.324	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.7551	41.9377	97.5598	27.1739	70.3859
23	4.08838	261.649	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.9471	34.5015	71.1799	19.1994	51.9805
24	4.08838	199.772	Resíduos Dispostos	13.5	22	23.7523	30.411	56.5152	14.659	41.8562
25	4.08838	73.634	Resíduos Dispostos	13.5	22	16.505	21.1321	24.2931	5.40316	18.8899

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.36504

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	71.8289	1025	0	0	0
2	76.5394	1020.64	-3.73714	0	0
3	81.2498	1016.68	99.2127	0	0
4	85.9603	1013.08	274.822	0	0
5	90.6707	1009.8	464.802	0	0
6	95.3811	1006.82	642.344	0	0
7	100.092	1004.1	822.343	0	0
8	104.802	1001.65	991.151	0	0
9	109.512	999.423	1128.07	0	0
10	114.223	997.424	1241.2	0	0
11	118.933	995.638	1331.47	0	0
12	123.644	994.056	1385.53	0	0
13	128.354	992.67	1407.8	0	0

14	133.065	991.474	1401.92	0	0
15	137.775	990.462	1364.73	0	0
16	142.486	989.63	1300.29	0	0
17	147.196	988.974	1208.5	0	0
18	151.906	988.493	1096.41	0	0
19	156.617	988.183	971.323	0	0
20	161.327	988.044	827.423	0	0
21	166.038	988.075	678.953	0	0
22	170.748	988.276	540.529	0	0
23	175.459	988.649	402.684	0	0
24	180.169	989.194	280.572	0	0
25	184.88	989.913	200.95	0	0
26	185.38	990	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.28034

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	78.4188	1025	0	0	0
2	82.5071	1019.06	27.467	0	0
3	86.5955	1014.05	230.092	0	0
4	90.6839	1009.74	486.785	0	0
5	94.7723	1005.99	752.126	0	0
6	98.8607	1002.7	1025.09	0	0
7	102.949	999.804	1297.77	0	0
8	107.037	997.258	1532.27	0	0
9	111.126	995.025	1723.96	0	0
10	115.214	993.076	1884.61	0	0
11	119.303	991.391	2002.59	0	0
12	123.391	989.952	2070.34	0	0
13	127.479	988.746	2091.68	0	0
14	131.568	987.764	2069.96	0	0
15	135.656	986.996	2004.11	0	0
16	139.745	986.438	1899.41	0	0
17	143.833	986.084	1757.67	0	0
18	147.921	985.932	1578.15	0	0
19	152.01	985.981	1376.77	0	0
20	156.098	986.232	1163.16	0	0
21	160.186	986.686	928.406	0	0
22	164.275	987.346	687.698	0	0
23	168.363	988.219	468.837	0	0
24	172.452	989.309	281.144	0	0
25	176.54	990.628	109.624	0	0
26	180.628	992.186	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
190	990
185	990

175	995
170	995
160	1000
155	1000
145	1005
140	1005
130	1010
125	1010
115	1015
110	1015
100	1020
95	1020
85	1025
0	1025
0	988.561
0	970.767
0	969.233
249.656	970
249.656	990

Material Boundary

X	Y
0	988.561
178.067	985
185	990

Project Summary

File Name: SeçãoTT-0.4
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:42:05

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.4	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.210600
Center: 159.358, 1112.342
Radius: 125.161
Left Slip Surface Endpoint: 69.711, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 185.769, 990.000
Resisting Moment=649090 kN-m
Driving Moment=536172 kN-m
Total Slice Area=1533.57 m2

Method: janbu simplified

FS: 1.130390
Center: 148.963, 1069.142
Radius: 83.216
Left Slip Surface Endpoint: 78.419, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 180.628, 992.186
Resisting Horizontal Force=4593.5 kN
Driving Horizontal Force=4063.66 kN
Total Slice Area=1513.61 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.2106

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.79045	111.643	Resíduos Dispostos	13.5	22	11.9416	14.4564	11.6895	9.32216	2.36729
2	4.79045	323.834	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.1028	23.1259	50.8647	27.04	23.8247
3	4.79045	515.229	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.8576	31.3032	87.0858	43.0214	44.0644
4	4.79045	650.802	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.9549	37.474	113.679	54.3416	59.3379
5	4.79045	694.804	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.0439	40.003	123.613	58.0158	65.5973
6	4.79045	751.59	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.6023	43.1002	136.021	62.7574	73.2632
			Resíduos							

			Dispostos								
8	4.79045	855.265	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.4822	49.0077	159.299	71.4143	87.8847	
9	4.79045	863.758	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.3904	50.1072	162.729	72.1234	90.606	
10	4.79045	928.996	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.4001	53.7508	177.195	77.5707	99.6241	
11	4.79045	907.34	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.1947	53.5021	174.771	75.7624	99.0088	
12	4.79045	875.631	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.5761	52.7532	170.27	73.1148	97.1551	
13	4.79045	910.007	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.4747	55.0517	178.829	75.9852	102.844	
14	4.79045	866.389	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.353	53.6938	171.826	72.3431	99.4831	
15	4.79045	799.916	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.2828	51.1875	160.073	66.7926	93.28	
16	4.79045	802.316	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.9139	51.9516	162.164	66.993	95.1712	
17	4.79045	741.01	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.9639	49.5909	151.202	61.874	89.328	
18	4.79045	643.567	Resíduos Dispostos	13.5	22	37.4716	45.3631	132.602	53.7376	78.8639	
19	4.79045	611.427	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.6097	44.3197	127.335	51.0538	76.2814	
20	4.79045	535.398	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.872	41.0054	112.784	44.7055	68.0782	
21	4.79045	409.577	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.9338	35.0273	87.4813	34.1995	53.2818	
22	4.79045	339.197	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.2704	31.803	73.6243	28.3228	45.3015	
23	4.79045	250.321	Resíduos Dispostos	13.5	22	22.7259	27.512	55.5825	20.9017	34.6808	
24	4.79045	97.3836	Resíduos Dispostos	13.5	22	16.2316	19.65	23.3532	8.13148	15.2218	
25	1.08702	2.38392	Solo de Alteração	18	36	18.5338	22.437	6.10705	0	6.10705	

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.13039

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.08838	121.511	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.0538	13.6255	12.199	11.8884	0.310607
2	4.08838	339.018	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.6761	23.3721	57.6032	33.1689	24.4343
3	4.08838	461.405	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.2579	29.6817	85.1942	45.1431	40.0511
4	4.08838	542.592	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.426	34.3932	104.799	53.0862	51.7126
5	4.08838	640.233	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.3576	39.9679	128.15	62.6392	65.5104
6	4.08838	744.777	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.7112	46.0195	153.356	72.8676	80.4887
7	4.08838	775.65	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.0493	48.6625	162.918	75.8882	87.0303
			Resíduos							

			Dispostos							
9	4.08838	856.382	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.5876	54.9229	186.312	83.7868	102.525
10	4.08838	884.619	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.8534	57.4842	195.414	86.5495	108.865
11	4.08838	864.909	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.9085	57.5465	193.64	84.6211	109.019
12	4.08838	850.757	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.1762	57.8491	193.004	83.2365	109.768
13	4.08838	882.868	Resíduos Dispostos	13.5	22	53.6458	60.6407	203.056	86.3782	116.677
14	4.08838	850.953	Resíduos Dispostos	13.5	22	53.0215	59.935	198.186	83.2557	114.931
15	4.08838	794.489	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.121	57.7867	187.345	77.7314	109.613
16	4.08838	766.296	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.574	57.1683	183.056	74.973	108.083
17	4.08838	755.134	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.878	57.512	182.814	73.8809	108.933
18	4.08838	677.059	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.6628	53.8775	166.18	66.2422	99.9378
19	4.08838	590.367	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.8713	49.5917	147.091	57.7604	89.3302
20	4.08838	553.522	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.6703	48.2341	140.125	54.1556	85.9697
21	4.08838	485.23	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.6864	44.8611	125.096	47.474	77.6215
22	4.08838	370.324	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.9565	38.3841	97.8222	36.2318	61.5904
23	4.08838	261.649	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.3725	32.072	71.5665	25.5992	45.9673
24	4.08838	199.772	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.3422	28.6466	57.0345	19.5453	37.4892
25	4.08838	73.634	Resíduos Dispostos	13.5	22	18.2967	20.6824	24.9813	7.20422	17.7771

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.2106

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	69.7109	1025	0	0	0
2	74.5013	1020.34	-2.70447	0	0
3	79.2918	1016.14	119.33	0	0
4	84.0822	1012.35	325.803	0	0
5	88.8727	1008.92	567.767	0	0
6	93.6631	1005.81	793.587	0	0
7	98.4536	1003	1005.2	0	0
8	103.244	1000.47	1211.25	0	0
9	108.034	998.188	1380.09	0	0
10	112.825	996.153	1513.04	0	0
11	117.615	994.347	1620.37	0	0
12	122.406	992.761	1686.03	0	0
13	127.196	991.384	1711.7	0	0

14	131.987	990.211	1703.71	0	0
15	136.777	989.235	1658.96	0	0
16	141.568	988.452	1581.79	0	0
17	146.358	987.859	1472.57	0	0
18	151.148	987.451	1337.99	0	0
19	155.939	987.228	1188.08	0	0
20	160.729	987.189	1017.73	0	0
21	165.52	987.333	839.245	0	0
22	170.31	987.662	671.951	0	0
23	175.101	988.176	508.301	0	0
24	179.891	988.878	360.457	0	0
25	184.682	989.77	261.87	0	0
26	185.769	990	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.13039

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	78.4188	1025	0	0	0
2	82.5071	1019.06	23.242	0	0
3	86.5955	1014.05	227.17	0	0
4	90.6839	1009.74	486.857	0	0
5	94.7723	1005.99	755.686	0	0
6	98.8607	1002.7	1032.78	0	0
7	102.949	999.804	1310.19	0	0
8	107.037	997.258	1548.99	0	0
9	111.126	995.025	1744.46	0	0
10	115.214	993.076	1908.92	0	0
11	119.303	991.391	2030.4	0	0
12	123.391	989.952	2100.92	0	0
13	127.479	988.746	2124.4	0	0
14	131.568	987.764	2104.62	0	0
15	135.656	986.996	2040.02	0	0
16	139.745	986.438	1935.71	0	0
17	143.833	986.084	1793.76	0	0
18	147.921	985.932	1613.54	0	0
19	152.01	985.981	1410.52	0	0
20	156.098	986.232	1194.32	0	0
21	160.186	986.686	956.295	0	0
22	164.275	987.346	711.446	0	0
23	168.363	988.219	487.327	0	0
24	172.452	989.309	293.288	0	0
25	176.54	990.628	114.499	0	0
26	180.628	992.186	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
190	990
185	990

175	995
170	995
160	1000
155	1000
145	1005
140	1005
130	1010
125	1010
115	1015
110	1015
100	1020
95	1020
85	1025
0	1025
0	988.561
0	970.767
0	969.233
249.656	970
249.656	990

Material Boundary

X	Y
0	988.561
178.067	985
185	990

Project Summary

File Name: SeçãoTT-0.5
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:42:05

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.5	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.054440
Center: 155.893, 1109.257
Radius: 122.719
Left Slip Surface Endpoint: 66.669, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 184.947, 990.026
Resisting Moment=600292 kN-m
Driving Moment=569298 kN-m
Total Slice Area=1704.09 m2

Method: janbu simplified

FS: 0.981256
Center: 148.963, 1069.142
Radius: 83.216
Left Slip Surface Endpoint: 78.419, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 180.628, 992.186
Resisting Horizontal Force=3994.02 kN
Driving Horizontal Force=4070.32 kN
Total Slice Area=1513.61 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.05444

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.73113	112.214	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.5163	13.1977	11.1108	11.8591	-0.74829
2	4.73113	325.287	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.2852	20.3351	51.2948	34.3773	16.9175
3	4.73113	517.145	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.7004	27.0995	88.3135	54.6534	33.6601
4	4.73113	689.534	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.7429	33.471	122.302	72.8721	49.4298
5	4.73113	777.108	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.2488	37.1677	140.707	82.1271	58.5798
6	4.73113	806.885	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.9325	38.9431	148.248	85.2741	62.9738
			Resíduos							

			Dispostos							
8	4.73113	944.344	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.982	45.3219	178.563	99.8012	78.7619
9	4.73113	935.835	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.4168	45.7804	178.799	98.9019	79.8969
10	4.73113	955.596	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.8226	47.2627	184.556	100.99	83.5658
11	4.73113	1001.16	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.1629	49.7304	195.479	105.806	89.6735
12	4.73113	963.073	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.5045	49.0362	189.735	101.78	87.9555
13	4.73113	937.76	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.272	48.791	186.454	99.1053	87.3482
14	4.73113	962.544	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.8874	50.4944	193.289	101.725	91.5639
15	4.73113	901.683	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.2786	48.798	182.658	95.2926	87.3655
16	4.73113	837.473	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.4794	46.9009	171.177	88.5067	82.67
17	4.73113	837.335	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.1238	47.5803	172.844	88.4921	84.3518
18	4.73113	758.843	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.6699	44.9929	158.145	80.1968	77.9477
19	4.73113	660.433	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.3372	41.4787	139.046	69.7966	69.2498
20	4.73113	629.91	Resíduos Dispostos	13.5	22	38.6789	40.7846	134.103	66.5708	67.5319
21	4.73113	537.705	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.442	37.3715	115.91	56.8263	59.0841
22	4.73113	408.653	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.5552	32.2186	89.5181	43.1877	46.3304
23	4.73113	341.189	Resíduos Dispostos	13.5	22	28.1562	29.689	76.127	36.0579	40.0691
24	4.73113	238.118	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.1354	25.4493	54.7407	25.1651	29.5756
25	4.73113	80.9008	Resíduos Dispostos	13.5	22	17.5878	18.5453	21.0375	8.54985	12.4877

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 0.981256

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.08838	121.511	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.4242	12.1914	11.6215	14.8605	-3.23903
2	4.08838	339.018	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.4805	20.0967	57.7885	41.4612	16.3273
3	4.08838	461.405	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.7835	25.3002	85.6353	56.4288	29.2065
4	4.08838	542.592	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.7984	29.2399	105.315	66.3578	38.9576
5	4.08838	640.233	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.5323	33.885	128.754	78.299	50.4547
6	4.08838	744.777	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.6749	38.9312	154.029	91.0845	62.9443
7	4.08838	775.65	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.0208	41.2332	163.502	94.8602	68.6421
			Resíduos							

			Dispostos								
9	4.08838	856.382	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.5339	46.6429	186.765	104.734	82.0311	
10	4.08838	884.619	Resíduos Dispostos	13.5	22	49.8288	48.8948	195.792	108.187	87.6051	
11	4.08838	864.909	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.0447	49.1067	193.906	105.776	88.1299	
12	4.08838	850.757	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.4598	49.514	193.183	104.046	89.1375	
13	4.08838	882.868	Resíduos Dispostos	13.5	22	52.9638	51.971	203.192	107.973	95.2188	
14	4.08838	850.953	Resíduos Dispostos	13.5	22	52.5385	51.5537	198.256	104.07	94.1858	
15	4.08838	794.489	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.8957	49.9417	187.36	97.1642	90.1963	
16	4.08838	766.296	Resíduos Dispostos	13.5	22	50.5402	49.5929	183.049	93.7163	89.333	
17	4.08838	755.134	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.002	50.046	182.806	92.3511	90.4545	
18	4.08838	677.059	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.0906	47.1892	166.186	82.8028	83.3836	
19	4.08838	590.367	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.6146	43.7783	147.142	72.2005	74.9416	
20	4.08838	553.522	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.629	42.8112	140.242	67.6945	72.5478	
21	4.08838	485.23	Resíduos Dispostos	13.5	22	40.9191	40.1521	125.309	59.3425	65.9662	
22	4.08838	370.324	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.5329	34.8669	98.1748	45.2898	52.885	
23	4.08838	261.649	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.2645	29.6972	72.0885	31.999	40.0895	
24	4.08838	199.772	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.4726	26.9577	57.7406	24.4316	33.309	
25	4.08838	73.634	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.7237	20.3352	25.923	9.00527	16.9177	

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.05444

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	66.669	1025	0	0	0
2	71.4001	1020.26	-6.78413	0	0
3	76.1313	1015.99	120.254	0	0
4	80.8624	1012.15	337.826	0	0
5	85.5935	1008.67	612.301	0	0
6	90.3246	1005.52	887.428	0	0
7	95.0558	1002.68	1133.44	0	0
8	99.7869	1000.11	1364.09	0	0
9	104.518	997.809	1571.42	0	0
10	109.249	995.747	1733.64	0	0
11	113.98	993.916	1858.47	0	0
12	118.711	992.305	1949.21	0	0
13	123.443	990.905	1993.81	0	0

14	128.174	989.709	1996.98	0	0
15	132.905	988.71	1962.51	0	0
16	137.636	987.903	1889.89	0	0
17	142.367	987.285	1784.26	0	0
18	147.098	986.853	1644.47	0	0
19	151.829	986.605	1480.92	0	0
20	156.56	986.539	1303.05	0	0
21	161.292	986.656	1103.52	0	0
22	166.023	986.956	900.288	0	0
23	170.754	987.441	711.701	0	0
24	175.485	988.111	526.8	0	0
25	180.216	988.972	364.975	0	0
26	184.947	990.026	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 0.981256

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	78.4188	1025	0	0	0
2	82.5071	1019.06	18.185	0	0
3	86.5955	1014.05	223.659	0	0
4	90.6839	1009.74	486.958	0	0
5	94.7723	1005.99	760.027	0	0
6	98.8607	1002.7	1042.18	0	0
7	102.949	999.804	1325.42	0	0
8	107.037	997.258	1569.54	0	0
9	111.126	995.025	1769.7	0	0
10	115.214	993.076	1938.94	0	0
11	119.303	991.391	2064.8	0	0
12	123.391	989.952	2138.79	0	0
13	127.479	988.746	2164.96	0	0
14	131.568	987.764	2147.64	0	0
15	135.656	986.996	2084.6	0	0
16	139.745	986.438	1980.78	0	0
17	143.833	986.084	1838.52	0	0
18	147.921	985.932	1657.33	0	0
19	152.01	985.981	1452.14	0	0
20	156.098	986.232	1232.49	0	0
21	160.186	986.686	990.111	0	0
22	164.275	987.346	739.721	0	0
23	168.363	988.219	508.536	0	0
24	172.452	989.309	305.926	0	0
25	176.54	990.628	117.255	0	0
26	180.628	992.186	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
190	990
185	990

175	995
170	995
160	1000
155	1000
145	1005
140	1005
130	1010
125	1010
115	1015
110	1015
100	1020
95	1020
85	1025
0	1025
0	988.561
0	970.767
0	969.233
249.656	970
249.656	990

Material Boundary

X	Y
0	988.561
178.067	985
185	990

Project Summary

File Name: SeçãoTT-0.6
Slide Modeler Version: 6.025
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2019, 09:42:05

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Resíduos Dispostos	Solo de Alteração
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	10	20
Cohesion [kPa]	13.5	18
Friction Angle [deg]	22	36
Water Surface	None	None
Ru Value	0.6	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 0.897330
Center: 155.893, 1109.257
Radius: 122.719
Left Slip Surface Endpoint: 66.669, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 184.947, 990.026
Resisting Moment=510848 kN-m
Driving Moment=569298 kN-m
Total Slice Area=1704.09 m2

Method: janbu simplified

FS: 0.832680
Center: 145.498, 1069.142
Radius: 83.435
Left Slip Surface Endpoint: 74.696, 1025.000
Right Slip Surface Endpoint: 179.288, 992.856
Resisting Horizontal Force=3644.23 kN
Driving Horizontal Force=4376.51 kN
Total Slice Area=1651.76 m2

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 0.89733

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.73113	112.214	Resíduos Dispostos	13.5	22	13.3087	11.9423	10.3756	14.231	-3.85545
2	4.73113	325.287	Resíduos Dispostos	13.5	22	19.5113	17.508	51.173	41.2528	9.92018
3	4.73113	517.145	Resíduos Dispostos	13.5	22	25.4241	22.8139	88.6368	65.5841	23.0527
4	4.73113	689.534	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.0255	27.8401	122.939	87.4465	35.4928
5	4.73113	777.108	Resíduos Dispostos	13.5	22	34.3451	30.8189	141.418	98.5526	42.8657
6	4.73113	806.885	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.0152	32.3175	148.904	102.329	46.5749
			Resíduos							

			Dispostos							
8	4.73113	944.344	Resíduos Dispostos	13.5	22	41.8197	37.5261	179.228	119.761	59.4671
9	4.73113	935.835	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.3599	38.0108	179.348	118.682	60.6665
10	4.73113	955.596	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.7924	39.2962	185.036	121.188	63.8482
11	4.73113	1001.16	Resíduos Dispostos	13.5	22	46.0908	41.3587	195.92	126.967	68.9533
12	4.73113	963.073	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.6275	40.9429	190.06	122.137	67.923
13	4.73113	937.76	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.5555	40.8783	186.69	118.926	67.764
14	4.73113	962.544	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.1984	42.3525	193.482	122.069	71.413
15	4.73113	901.683	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.8498	41.1424	182.769	114.351	68.4176
16	4.73113	837.473	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.3188	39.7686	171.225	106.208	65.0172
17	4.73113	837.335	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.0666	40.4396	172.868	106.191	66.6775
18	4.73113	758.843	Resíduos Dispostos	13.5	22	42.918	38.5116	158.142	96.2362	61.9058
19	4.73113	660.433	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.9368	35.8365	139.041	83.7559	55.2848
20	4.73113	629.91	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.4631	35.4114	134.118	79.885	54.2325
21	4.73113	537.705	Resíduos Dispostos	13.5	22	36.5572	32.8039	115.97	68.1915	47.779
22	4.73113	408.653	Resíduos Dispostos	13.5	22	32.0795	28.7859	89.6592	51.8253	37.8339
23	4.73113	341.189	Resíduos Dispostos	13.5	22	29.9445	26.8701	76.3618	43.2695	33.0923
24	4.73113	238.118	Resíduos Dispostos	13.5	22	26.2597	23.5636	55.1063	30.1981	24.9082
25	4.73113	80.9008	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.1456	18.0772	21.589	10.2598	11.3292

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 0.83268

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	4.18369	127.432	Resíduos Dispostos	13.5	22	12.9659	10.7964	11.584	18.2756	-6.69157
2	4.18369	361.836	Resíduos Dispostos	13.5	22	20.7155	17.2494	61.1724	51.8924	9.28001
3	4.18369	547.961	Resíduos Dispostos	13.5	22	27.595	22.9778	102.044	78.5853	23.4583
4	4.18369	641.33	Resíduos Dispostos	13.5	22	31.8765	26.5429	124.258	91.9757	32.2823
5	4.18369	704.242	Resíduos Dispostos	13.5	22	35.2533	29.3547	140.24	100.998	39.2418
6	4.18369	803.343	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.9339	33.2522	164.099	115.211	48.8882
7	4.18369	878.587	Resíduos Dispostos	13.5	22	43.9059	36.5596	183.076	126.002	57.0742
			Resíduos							

			Dispostos							
9	4.18369	905.828	Resíduos Dispostos	13.5	22	47.4941	39.5474	194.378	129.908	64.4699
10	4.18369	967.452	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.1402	42.5834	210.73	138.746	71.9844
11	4.18369	962.399	Resíduos Dispostos	13.5	22	52.2351	43.4951	212.262	138.022	74.2402
12	4.18369	929.409	Resíduos Dispostos	13.5	22	52.1739	43.4442	207.405	133.29	74.1148
13	4.18369	928.245	Resíduos Dispostos	13.5	22	53.3825	44.4505	209.729	133.123	76.6055
14	4.18369	936.692	Resíduos Dispostos	13.5	22	55.015	45.8099	214.305	134.335	79.9696
15	4.18369	877.243	Resíduos Dispostos	13.5	22	53.7178	44.7297	203.105	125.809	77.2963
16	4.18369	813.392	Resíduos Dispostos	13.5	22	52.1365	43.413	190.689	116.652	74.0371
17	4.18369	803.6	Resíduos Dispostos	13.5	22	52.947	44.0879	190.955	115.247	75.7081
18	4.18369	743.714	Resíduos Dispostos	13.5	22	51.4363	42.83	179.253	106.659	72.5944
19	4.18369	646.721	Resíduos Dispostos	13.5	22	48.0644	40.0223	158.394	92.7489	65.6451
20	4.18369	569.245	Resíduos Dispostos	13.5	22	45.4972	37.8846	141.992	81.6378	60.3541
21	4.18369	523.92	Resíduos Dispostos	13.5	22	44.4502	37.0128	133.334	75.1375	58.1961
22	4.18369	406.444	Resíduos Dispostos	13.5	22	39.5989	32.9732	106.488	58.2898	48.1979
23	4.18369	274.906	Resíduos Dispostos	13.5	22	33.7338	28.0895	75.5357	39.4254	36.1103
24	4.18369	192.183	Resíduos Dispostos	13.5	22	30.2576	25.1949	56.5078	27.5617	28.9461
25	4.18369	79.7185	Resíduos Dispostos	13.5	22	24.8677	20.7069	29.2704	11.4328	17.8376

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 0.89733

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	66.669	1025	0	0	0
2	71.4001	1020.26	-13.7414	0	0
3	76.1313	1015.99	112.139	0	0
4	80.8624	1012.15	332.835	0	0
5	85.5935	1008.67	613.629	0	0
6	90.3246	1005.52	896.057	0	0
7	95.0558	1002.68	1149.1	0	0
8	99.7869	1000.11	1387.36	0	0
9	104.518	997.809	1602.68	0	0
10	109.249	995.747	1772.01	0	0
11	113.98	993.916	1903.59	0	0
12	118.711	992.305	2001.16	0	0
13	123.443	990.905	2051.4	0	0

14	128.174	989.709	2059.29	0	0
15	132.905	988.71	2029.33	0	0
16	137.636	987.903	1959.86	0	0
17	142.367	987.285	1856.01	0	0
18	147.098	986.853	1717.52	0	0
19	151.829	986.605	1553.74	0	0
20	156.56	986.539	1373.91	0	0
21	161.292	986.656	1171.53	0	0
22	166.023	986.956	963.802	0	0
23	170.754	987.441	768.617	0	0
24	175.485	988.111	575.727	0	0
25	180.216	988.972	404.077	0	0
26	184.947	990.026	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 0.83268

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	74.6961	1025	0	0	0
2	78.8798	1018.91	16.3354	0	0
3	83.0635	1013.79	242.509	0	0
4	87.2472	1009.41	574.79	0	0
5	91.4309	1005.6	915.084	0	0
6	95.6146	1002.26	1235.24	0	0
7	99.7982	999.335	1548.29	0	0
8	103.982	996.769	1834.49	0	0
9	108.166	994.525	2066.74	0	0
10	112.349	992.574	2247.2	0	0
11	116.533	990.896	2387.02	0	0
12	120.717	989.472	2470.77	0	0
13	124.9	988.289	2497.84	0	0
14	129.084	987.337	2474.2	0	0
15	133.268	986.608	2400.36	0	0
16	137.451	986.096	2279.73	0	0
17	141.635	985.796	2118.75	0	0
18	145.819	985.708	1914.25	0	0
19	150.003	985.829	1677.4	0	0
20	154.186	986.161	1423.79	0	0
21	158.37	986.706	1156.05	0	0
22	162.554	987.469	868.399	0	0
23	166.737	988.456	597.684	0	0
24	170.921	989.675	364.508	0	0
25	175.105	991.137	155.331	0	0
26	179.288	992.856	0	0	0

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
190	990
185	990

175	995
170	995
160	1000
155	1000
145	1005
140	1005
130	1010
125	1010
115	1015
110	1015
100	1020
95	1020
85	1025
0	1025
0	988.561
0	970.767
0	969.233
249.656	970
249.656	990

Material Boundary

X	Y
0	988.561
178.067	985
185	990