

CTRS-DF

São Paulo, 25 de Junho de 2012

**Ao**

**PROGRAMA BRASÍLIA SUSTENTÁVEL**

SAIN, Estação Rodoferroviária de Brasília, Sobreloja, Ala Norte

70631-900 – Brasília - DF

At.: **Sr. João Carlos Maldini Quijano**  
**Sr. Enivaldo Alves Silva**

Ref.: **Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito  
Federal – Relatório Final – Revisão 3**

Prezados Senhores,

Encaminhamos revisão do projeto executivo de implantação da primeira etapa do novo aterro sanitário e projeto básico de infra-estruturas de apoio (arquitetura, instalações hidráulicas e elétricas, barreira vegetal e estação de pré-tratamento de chorume) da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal – CTRS/DF, em cumprimento do Contrato n.º 027/2011-UGP/ADASA cuja entrega foi efetuada em 14 de março de 2012, incorporando e atendendo às observações pertinentes e dentro do escopo dos serviços formalizadas por V. Sas. até a data de 09 de maio de 2012 e, posteriormente, até a data 21 de junho de 2012.

Ressalta-se que até a presente data não foram encaminhadas informações relacionadas a assuntos suplementares ao presente, relativos ao acesso externo e investigações, a cargo da ADASA.

Nessa condição, consideramos todos os respectivos serviços devidamente finalizados.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos, mui,

Atenciosamente,

---

Luis Sergio Akira Kaimoto

**AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E  
SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL  
ADASA**

**PROGRAMA BRASÍLIA SUSTENTÁVEL**

**CONTRATO Nº 027/2011-UGP/ADASA PARA  
ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE  
IMPLANTAÇÃO DA PRIMEIRA ETAPA DO NOVO ATERRO  
SANITÁRIO E PROJETO BÁSICO DAS DEMAIS  
INFRAESTRUTURAS DE APOIO DA CENTRAL DE  
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DISTRITO  
FEDERAL – CTRS/DF**

**Relatório Final**

**Junho 2012**

**Revisão 3**

## **Relatório Final**

### **ÍNDICE**

#### **1. INTRODUÇÃO**

#### **2. IMPLANTAÇÃO GERAL**

- 2.1. Acesso de Ligação e Área de Infraestrutura de Apoio
- 2.2. Cerca de Mourão de Concreto e Fios
- 2.3. Barreira Vegetal
- 2.4. Sistemas de Abastecimento de Água e Coleta de Esgotos
- 2.5. Fornecimento de Energia

#### **3. ATERRO SANITÁRIO DA CTRS-DF**

- 3.1. Introdução
- 3.2. Caracterização da Área de Implantação
- 3.3. Plano de Avanço
- 3.4. Implantação dos Sistemas de Proteção Ambiental
  - 3.4.1. Sistema de Drenagem Sub-superficial
  - 3.4.2. Sistema de Impermeabilização da Fundação
  - 3.4.3. Execução de Diques em Aterro Compactado
  - 3.4.4. Sistema de Drenagem de Chorume na Fundação
  - 3.4.5. Execução das Células de Resíduos e Camada de Cobertura
  - 3.4.6. Sistema de Drenagem de Chorume e Gás nas Células de Resíduos
  - 3.4.7. Sistema de Drenagem das Águas Pluviais
- 3.5. Acessos e Pátio de Manobras
- 3.6. Monitoramento Geotécnico e Ambiental
- 3.7. Disposição de Resíduos de Serviços de Saúde

#### **4. MEMORIAIS DE CÁLCULO**

- 4.1. Análises de Estabilidade de Taludes
- 4.2. Estimativa das Vazões de Chorume
- 4.3. Sistema de Drenagem de Aguas Pluviais

#### **ANEXOS**

##### **1. Sistemas de Abastecimento de Água e Coleta de Esgotos**

##### **2. Fornecimento de Energia**

##### **3. Unidades de Infraestrutura de Apoio**

Arquitetura  
Instalações Elétricas – Relação de Cargas  
Instalações Hidráulicas

##### **4. Estação de Pré-Tratamento de Chorume**

Memorial Descritivo  
Avaliação Comparativa dos Custos de Operação/Investimento de Sistemas de  
Disposição de Lodo  
Critérios de Projeto Elétrico / Instrumentação

Especificação Técnica – Centro de Controle de Motores  
Especificação Técnica – Quadro de Distribuição de Iluminação e Tomadas  
Especificação Técnica – CLP: Controlador Lógico Programável  
Lista de Motores  
Lista de Instrumentos  
Folhas de Dados

- 5. Espécies indicadas para a formação da Barreira Vegetal**
- 6. Mudanças de espécies nativas fornecidas pelos viveiros particulares**
- 7. Boletins de sondagens executadas**
- 8. Desenhos de projeto**



**ÍNDICE GERAL DOS DESENHOS**

**VOLUME 1/3**

**TÍTULO / ASSUNTO**

**FOLHA**

**IMPLANTAÇÃO INICIAL**

|   |                                                                         |     |
|---|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | IMPLANTAÇÃO DO ACESSO DE LIGAÇÃO E ÁREA DE INFRAESTRUTURA DE APOIO..... | 1/3 |
| 2 | PORTÃO E CERCA DE MOURÃO DE CONCRETO E FIOS - PLANTA E DETALHES .....   | 2/3 |
| 3 | IMPLANTAÇÃO DE BARREIRA VEGETAL .....                                   | 3/3 |

**ATERRO SANITÁRIO**

|     |                                                                              |        |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1   | LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO - PLANTA GERAL .....                           | 1/25   |
| 1A  | LOCAÇÃO DO ACESSO PERIMETRAL .....                                           | 1A/25  |
| 2   | ESCAVAÇÃO E ESTOCAGEM DE SOLOS - PLANTA GERAL .....                          | 2/25   |
| 3   | SISTEMA DE DRENAGEM SUB SUPERFICIAL - PLANTA E DETALHES .....                | 3/25   |
| 4   | SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO - PLANTA E DETALHES .....           | 4/25   |
| 5   | SISTEMA DE DRENAGEM DE CHORUME NA FUNDAÇÃO - PLANTA GERAL .....              | 5/25   |
| 6   | DRENAGEM DE CHORUME - DETALHES .....                                         | 6/25   |
| 7   | PLANO DE AVANÇO OPERACIONAL - PLANTA - IMPLANTAÇÃO ETAPA 1 - FASE 1 .....    | 7/25   |
| 8   | PLANO DE AVANÇO OPERACIONAL - PLANTA - IMPLANTAÇÃO ETAPA 1 - FASE 2 .....    | 8/25   |
| 9   | PLANO DE AVANÇO OPERACIONAL - PLANTA - IMPLANTAÇÃO ETAPA 1 - FASE 3 .....    | 9/25   |
| 10  | PLANO DE AVANÇO OPERACIONAL - PLANTA - IMPLANTAÇÃO ETAPA 1 .....             | 10/25  |
| 11  | ALTEAMENTO - PLANTA GERAL .....                                              | 11/25  |
| 12  | ALTEAMENTO - SEÇÕES C-C E D-D .....                                          | 12/25  |
| 13  | DRENAGEM DE CHORUME - DETALHES .....                                         | 13/25  |
| 14  | DRENAGEM SUPERFICIAL - PLANTA GERAL .....                                    | 14/25  |
| 15  | DRENAGEM SUPERFICIAL DAS UNIDADES DE APOIO - PLANTA GERAL .....              | 15/25  |
| 16  | SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL - DETALHES .....                             | 16/25  |
| 16A | SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL - DETALHES .....                             | 16A/25 |
| 16B | SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL – RESERVATÓRIOS – PLANTA.....                | 16B/25 |
| 17  | DETALHES DAS CAIXAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....                            | 17/25  |
| 18  | DETALHES DAS CAIXAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....                            | 18/25  |
| 19  | DETALHES DAS CAIXAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....                            | 19/25  |
| 20  | DETALHES DAS CAIXAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....                            | 20/25  |
| 21  | MONITORAMENTO GEOTÉCNICO E AMBIENTAL - PLANTA GERAL .....                    | 21/25  |
| 22  | MONITORAMENTO GEOTÉCNICO E AMBIENTAL - DETALHES .....                        | 22/25  |
| 23  | DISPOSIÇÃO EMERGENCIAL DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE - PLANTA .....       | 23/25  |
| 24  | DISPOSIÇÃO EMERGENCIAL DE RESÍDUOS DE SERV SAÚDE - SEQUENCIA EXECUTIVA ..... | 24/25  |
| 25  | DISPOSIÇÃO EMERGENCIAL DE RESÍDUOS DE SERV SAÚDE - SEÇÃO TÍPICA E DETALHES . | 25/25  |

**VOLUME 2/3**

**TÍTULO / ASSUNTO**

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – GERAL**

|   |                                                 |     |
|---|-------------------------------------------------|-----|
| 1 | ILUMINAÇÃO E FORÇA - IMPLANTAÇÃO PARTE I .....  | 1/3 |
| 2 | ILUMINAÇÃO E FORÇA - IMPLANTAÇÃO PARTE II ..... | 2/3 |
| 3 | DIAGRAMA GERAL .....                            | 3/3 |

|    |                                      |      |
|----|--------------------------------------|------|
| 3A | DIAGRAMA DOS QUADROS ELÉTRICOS ..... | 3A/3 |
|----|--------------------------------------|------|

## **UNIDADES DE INFRAESTRUTURA E APOIO**

### **ARQUITETURA**

|   |                                                               |     |
|---|---------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | PLANTA TÉRREO - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                   | 1/8 |
| 2 | PLANTA COBERTURA - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                | 2/8 |
| 3 | CORTES - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                          | 3/8 |
| 4 | ELEVAÇÕES E DETALHES - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....            | 4/8 |
| 5 | PLANTA, CORTES E VISTAS - UNIDADE DE PESAGEM E CONTROLE ..... | 5/8 |
| 6 | PLANTA, CORTES E VISTAS - PORTARIA E GUARITA .....            | 6/8 |
| 7 | PLANTA TÉRREO E CORTES - PRÉDIO OFICINA .....                 | 7/8 |
| 8 | PLANTA COBERTURA E ELEVAÇÕES - PRÉDIO OFICINA .....           | 8/8 |

### **INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS**

|   |                                                        |     |
|---|--------------------------------------------------------|-----|
| 1 | AGUA FRIA - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                | 1/7 |
| 2 | ESGOTO - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                   | 2/7 |
| 3 | AGUA FRIA E ESGOTO - OFICINA .....                     | 3/7 |
| 4 | AGUA FRIA E ESGOTO - GUARITA, PORTARIA E BALANÇA ..... | 4/7 |
| 5 | IMPLANTAÇÃO INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS SANITÁRIAS .....   | 5/7 |
| 6 | IMPLANTAÇÃO INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS SANITÁRIAS .....   | 6/7 |
| 7 | RESERVATÓRIO ELEVADO .....                             | 7/7 |

## **VOLUME 3/3**

### **TÍTULO / ASSUNTO**

### **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

|    |                                                        |       |
|----|--------------------------------------------------------|-------|
| 1  | ILUMINAÇÃO - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....               | 1/12  |
| 2  | TOMADAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                  | 2/12  |
| 3  | LÓGICA, TELEFONIA E TV - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....   | 3/12  |
| 4  | SPDA - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                     | 4/12  |
| 5  | SPDA - OFICINA, PORTARIA E GUARITA .....               | 5/12  |
| 6  | ILUMINAÇÃO - OFICINA, PORTARIA E GUARITA .....         | 6/12  |
| 7  | TOMADAS - OFICINA, PORTARIA E GUARITA .....            | 7/12  |
| 8  | LÓGICA E TELEFONIA - OFICINA, PORTARIA E GUARITA ..... | 8/12  |
| 9  | ILUMINAÇÃO - BALANÇA .....                             | 9/12  |
| 10 | TOMADAS - BALANÇA .....                                | 10/12 |
| 11 | LÓGICA E TELEFONIA - BALANÇA .....                     | 11/12 |
| 12 | SPDA - BALANÇA .....                                   | 12/12 |

### **ESTAÇÃO DE PRÉ-TRATAMENTO DE CHORUME**

|   |                                                                            |      |
|---|----------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 | P & I .....                                                                | 1/14 |
| 2 | PERFIL HIDRÁULICO .....                                                    | 2/14 |
| 3 | LAY OUT .....                                                              | 3/14 |
| 4 | ARRANJO GERAL - DESCARTE DE LODO E CHORUME PRÉ-TRATADO PARA E.T.E. CAESB . | 4/14 |
| 5 | ARRANJO GERAL DAS TUBULAÇÕES .....                                         | 5/14 |
| 6 | ARRANJO DE TUBULAÇÃO - PLANTA PARCIAL 1 .....                              | 6/14 |

|    |                                                         |       |
|----|---------------------------------------------------------|-------|
| 7  | ARRANJO DE TUBULAÇÃO - PLANTA PARCIAL 2 .....           | 7/14  |
| 8  | ARRANJO DE TUBULAÇÃO - PLANTA PARCIAL 3 .....           | 8/14  |
| 9  | DIAGRAMA UNIFILAR - CCM 440V .....                      | 9/14  |
| 10 | DISTRIBUIÇÃO BÁSICA DE ILUMINAÇÃO EXTERNA .....         | 10/14 |
| 11 | ROTA BÁSICA DE CABOS DE ELÉTRICA E INSTRUMENTAÇÃO ..... | 11/14 |
| 12 | DETALHES DAS OBRAS CIVIS .....                          | 12/14 |
| 13 | DETALHES DAS OBRAS CIVIS .....                          | 13/14 |
| 14 | DETALHES DAS OBRAS CIVIS .....                          | 14/14 |

## **CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DISTRITO FEDERAL**

### **1. INTRODUÇÃO**

O trabalho a seguir apresentado contempla a execução do Contrato n.027/2011-UGP/ADASA para a elaboração do projeto executivo de implantação da primeira etapa do novo aterro sanitário e anteprojeto das demais infraestruturas de apoio da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal – CTRS/DF.

A Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal - CTRS-DF – a ser implantada na Região Administrativa de Samambaia, em Brasília, Distrito Federal, entre o córrego Melchior e a rodovia DF-180, próxima às estações de tratamento de esgotos ETE Melchior e ETE Samambaia, receberá, inicialmente, uma demanda média estimada de cerca de 55.000 t/mês provenientes de coleta domiciliar, bens inservíveis, resíduos de poda e manutenção de jardim, pomar ou horta, lixo oriundo de eventos realizados em áreas públicas, excrementos oriundos da defecação de animais em logradouros e lixo que possa ser tipificado como domiciliar produzido em estabelecimentos comerciais, de serviços ou industriais.

A CTRS-DF contará, além do aterro sanitário, com Estação de Pré-Tratamento de chorume e unidades de infra-estrutura de apoio, contemplando prédio administrativo com auditório, centro de educação ambiental, refeitórios, sanitários, vestiários, administração cedente e administração concessionária, prédio da unidade de paisagem e controle, prédio da oficina, manutenção e almoxarifado e prédio da portaria, conforme descrito a seguir.

### **2. IMPLANTAÇÃO GERAL**

#### **2.1. Acesso de Ligação e Área de Infraestrutura de Apoio**

Está prevista a construção de uma via de acesso de ligação ao CTRS-DF a partir da Rodovia DF 180. O acesso de terá duas pistas com 7,00 m, passeios laterais para pedestres e canteiro central medindo 6,00 m. Esta via de acesso terá aproximadamente, 520 metros de extensão, apresentando pavimentação asfáltica em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), com no mínimo 5 cm de espessura, sistema subterrâneo de águas pluviais, sistema de iluminação de acordo com os padrões do GDF e arborização nos dois lados.

O objetivo da implantação desse acesso é otimizar as condições de tráfego considerando o fluxo de veículos que decorrerá da operação do CTRS-DF e, ademais, otimizando as condições de infra-estrutura, de modo a resguardar as condições de suporte e pavimentação.

Deve-se ressaltar que os projetos associados ao acesso de ligação do CTRS-DF à Rodovia DF 180 não fazem parte do objeto deste projeto e serão apresentados em etapa posterior, sendo o apresentado nos desenhos apenas uma indicação para avaliação e detalhamento por parte da ADASA. Ressalta-se, também, que a ADASA deverá solicitar autorização para a implantação desse acesso até a Rodovia citada.

## **2.2. Cerca de Mourão de Concreto e Fios**

O cercamento da área deve abranger todo o perímetro do CTRS-DF, contando com mourões de concreto pré fabricado, com 2,90 m de altura e espaçados de 2,50 m. Os mourões deverão ser enterrados a uma profundidade de 0,70 m, chumbados com concreto. O fechamento será efetuado através de tela metálica do tipo alambrado. A presença de animais no interior da área deve ser evitada, devido à contaminação direta a que estes estarão submetidos e à possibilidade de se tornarem vetores transmissores de doenças.

## **2.3. Barreira Vegetal**

### **2.3.1. Apresentação**

O “Projeto de Recuperação Florestal da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Brasília” foi desenvolvido por solicitação da ADASA – Agência Reguladora de Águas Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal e tem como objetivo a formação de uma barreira visual (anteparo visual) e a valorização do aspecto paisagístico no entorno da área do futuro aterro.

Foram selecionadas espécies vegetais nativas da região para utilização na maior parte dessa barreira, com exceção do trecho leste, onde serão utilizadas espécies exóticas de rápido crescimento, devido à previsão de expansão futura do aterro.

A área a ser reflorestada compreende um total de 8,35 ha, sendo 5,63 ha com espécies nativas (5.641 mudas) e 2,72 ha com *Pinus elliottii* (2.722 mudas).

### **2.3.2. Diagnóstico**

#### **2.3.2.1. Inserção regional**

O Cerrado constitui um extenso bioma, que ocupa cerca de dois milhões de quilômetros quadrados do território nacional, situados no “Domínio Morfoclimático” descrito por Ab’Saber (1970), como “chapadões recobertos por cerrados e penetrados por florestas de galerias”. Esse bioma abrange uma série de formações vegetais: campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado, cerradões, florestas estacionais e matas de galeria.

A área “core” dos Cerrados compreende principalmente os estados de Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal, sendo esse último particularmente importante como área nuclear desse bioma (Ferri, 1977; Rizzini, 1979; Pádua, s.d.).

A flora desse bioma é bastante rica, sendo que a existência de universidades e instituições de pesquisa na região possibilitou a realização de uma série de estudos e levantamentos sobre a sua composição.

Para Redford & Fonseca (1986) o Cerrado é caracterizado por uma flora antiga e rica em endemismos, a qual está entre as mais ricas do mundo em número de espécies de plantas vasculares por unidade de área.

Rizzini (1963) apresentou dados sobre a composição da flora lenhosa do cerrado, referentes a 537 espécies, pertencentes a 242 gêneros e 70 famílias botânicas. Heringer (1977) citou 774 espécies de arbusto e árvores, pertencentes a 261 gêneros. Filgueiras & Pereira (1990) apresentaram uma lista de espécies vegetais nativas e introduzidas na área do Distrito Federal, contendo 2.366 espécies de plantas superiores.

Quanto aos estudos realizados especificamente em Brasília, podem ser citados: Ratter (1980;), Fonseca & Silva Junior (2004); Jesus, Felizatto e Scipione (2011), entre outros.

Ratter (1980) estudou a composição florística das diferentes fitofisionomias da Fazenda Água Limpa (UnB): cerrado *sensu lato* (Campo limpo, campo sujo, cerrado e cerradão), campos úmidos, campos com murundus e matas ciliares.

Fonseca & Silva Junior (2004) realizaram estudos fitossociológicos e de similaridade florística entre trechos de Cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília (DF). As espécies mais importantes no interflúvio foram: *Ouratea hexasperma*, *Miconia ferruginata* e *Dalbergia miscolobium*; enquanto que no vale foram: *Eriotheca pubescens*, *Ouratea hexasperma* e *Schefflera macrocarpa*.

Jesus, Felizatto e Scipione (2011) estudaram a riqueza e diversidade florística da vegetação arbórea em área de Cerrado *sensu stricto* e Cerradão no Distrito Federal. No Cerrado *sensu stricto* foram registradas 81 espécies pertencentes a 37 famílias botânicas, sendo as espécies mais importantes: *Qualea parviflora*, *Ouratea hexasperma*, *Psidium myrsinoides*, *Kielmeyera coriacea* e *Sclerolobium paniculatum*. No Cerradão foram registradas 126 espécies pertencentes a 42 famílias botânicas, sendo as espécies mais importantes: *Emmotum nitens*, *Callisthene major*, *Virola sebifera*, *Simarouba versicolor* e *Maprounea guianensis*.

#### **2.3.2.2. Caracterização da área de recuperação**

Foi realizada uma visita técnica em 19.01.12, com o objetivo de colher elementos para subsidiar a elaboração desse projeto. A gleba, com área de 74,39 ha, situa-se próximo na Região Urbana de Samambaia, próximo à ETE Melchior, com acesso a partir pela Rodovia DF 180. Sua topografia é plana, com pouca elevação no sentido córrego – ETE. Seu solo pertence à classe Latossolo Vermelho-Amarelo.

Durante a visita ao local foi constatada a situação já apresentada no EIA-RIMA, que descreve a gleba como uma área antropizada, com predominância de pastagens, espécies do cerrado em regeneração e presença de espécies exóticas como a mamona (*Ricinus communis*), (Fotos 1 e 2).



**Foto 1.** Pastagem com exemplares do cerrado.





**Foto 2.** Pastagem e mamonas ao fundo.

Os estudos de vegetação apresentados no EIA-RIMA contemplaram o censo dos exemplares arbóreos com altura superior a 2,50 m (dois metros e meio) ou com circunferência a 30 cm (trinta centímetros) do solo superior a 20 cm (vinte centímetros) de diâmetro, conforme dispõe o Decreto nº 14.783/93.

Nos quatro trechos do trabalho foram contabilizadas 2.840 (duas mil oitocentas e quarenta) árvores pertencentes a 78 espécies, sendo 74 nativas e 4 exóticas (eucalipto, mangueira, monguba e pinheiro), apresentadas na Tabela 1. As espécies com maior abundância foram: pau-terra-da-folha-larga (*Qualea grandiflora*) – 601 indivíduos, araticum (*Annona crassiflora*) – 155, lobeira (*Solanum lycocarpum*) – 210.

Durante a vistoria realizada em 19.01.12 foi verificada, na porção sudeste, uma elevada densidade de exemplares pertencentes a espécies do Cerrado, tais como: angico (*Anadenanthera macrocarpa*), araticum (*Annona coriacea*), bicuíba (*Virola*), lobeira (*Solanum lycocarpum*), pau-santo (*Kielmeyera* sp.), pau-terra-folha-larga (*Qualea grandiflora*), pimenta-de-macaco (*Xylopia aromatica*), quina (*Strychnos pseudoquina*), entre outras.



**Foto 3.** Trecho com maior densidade de exemplares do cerrado.



**Foto 4.** Trecho com maior densidade de exemplares do cerrado.

No trecho sul, sobre as cotas mais baixas, próximo ao Rio Melchior, ocorre um remanescente florestal (Floresta Estacional Semidecidual), contendo espécies como: almecega (*Protium heptaphyllum*), angico (*Anadenanthera*), bicuíba (*Virola*), copaíba (*Copaifera langsdorfii*), gabioba (*Campomanesia* sp.), marinheiro (*Guarea* sp.), veludo-branco (*Guettarda viburnoides*), (Foto 5).



**Foto 5.** Maciço florestal.

A porção leste, próxima à ETE Melchior (CAESB) é mais antropizada, ocorrendo a proliferação de mamonas (*Ricinus communis*), espécie invasora que se desenvolve em terrenos beneficia de substratos ricos em nitrogênio (Foto 6).





**Foto 6.** Área com predomínio de mamonas (*Ricinus communis*).

**Tabela 1.** Espécies arbóreas nativas identificadas no EIA-RIMA.

| Nº | Nome Científico                 | Família        | Nome popular         |
|----|---------------------------------|----------------|----------------------|
| 01 | <i>Acosmium dasycarpum</i>      | Leguminosae    | chapadinha           |
| 02 | <i>Aegiphila lhotzkiana</i>     | Verbenaceae    | tamanqueiro          |
| 03 | <i>Agonandra brasiliensis</i>   | Opiliaceae     | tinge-cuia           |
| 04 | <i>Andira paniculata</i>        | Leguminosae    | angelim              |
| 05 | <i>Annona crassiflora</i>       | Annonaceae     | araticum             |
| 06 | <i>Aspidosperma subincanum</i>  | Apocynaceae    | peroba               |
| 07 | <i>Aspidosperma macrocarpon</i> | Apocynaceae    | peroba               |
| 08 | <i>Aspidosperma tomentosum</i>  | Apocynaceae    | orelha-de-elefante   |
| 09 | <i>Austroplenckia populnea</i>  | Celastraceae   | paliteira            |
| 10 | <i>Bauhinia SP.</i>             | Leguminosae    | Pata-de-vaca         |
| 11 | <i>Bowdichia virgiloides</i>    | Leguminosae    | sucupira-preta       |
| 12 | <i>Brosimum gaudichaudii</i>    | Moraceae       | mama-cadela          |
| 13 | <i>Byrsonima coccolobifolia</i> | Malpighiaceae  | murici               |
| 14 | <i>Byrsonima verbascifolia</i>  | Malpighiaceae  | murici               |
| 15 | <i>Caryocar brasiliense</i>     | Caryocaraceae  | pequi                |
| 16 | <i>Casearia sylvestris</i>      | Flacourtiaceae | casearia             |
| 17 | <i>Chrysophyllum sp.</i>        | Sapotaceae     | aguaí                |
| 18 | <i>Connarus suberosus</i>       | Connaraceae    | falsa-copaíba        |
| 19 | <i>Curatella americana</i>      | Dilleniaceae   | lixeira              |
| 20 | <i>Dalbergia miscolobium</i>    | Leguminosae    | jacarandá-do-cerrado |

|    |                                 |                 |                      |
|----|---------------------------------|-----------------|----------------------|
| 21 | <i>Davilla elliptica</i>        | Dilleniaceae    | lixerinha            |
| 22 | <i>Dimorphandra mollis</i>      | Leguminosae     | faveiro              |
| 23 | <i>Diospyros burchellii</i>     | Ebenaceae       | olho-de-boi          |
| 24 | <i>Enterolobium gummiferum</i>  | Leguminosae     | orelha-de-macaco     |
| 25 | <i>Eremanthus glomerulatus</i>  | Compositae      | eremantus            |
| 26 | <i>Eriotheca pubescens</i>      | Bombacaceae     | paineira-do-cerrado  |
| 27 | <i>Erythroxylum deciduum</i>    | Erythroxylaceae | babão                |
| 28 | <i>Erythroxylum suberosum</i>   | Erythroxylaceae | babão                |
| 29 | <i>Erythroxylum tortuosum</i>   | Erythroxylaceae | babão                |
| 30 | <i>Guapira noxia</i>            | Nyctaginaceae   | guapira              |
| 31 | <i>Hymenaea stigonocarpa</i>    | Leguminosae     | jatobá-do-cerrado    |
| 32 | <i>Kielmeyera coriacea</i>      | Guttiferae      | pau-santo            |
| 33 | <i>Kielmeyera speciosa</i>      | Guttiferae      | pau-santo            |
| 34 | <i>Lafoensia pacari</i>         | Lythraceae      | pacari               |
| 35 | <i>Luehea SP.</i>               | Tiliaceae       | Açoita-cavalo        |
| 36 | <i>Machaerium acutifolium</i>   | Leguminosae     | jacarandá-muchiba    |
| 37 | <i>Machaerium opacum</i>        | Leguminosae     | jacarandá-muchiba    |
| 38 | <i>Magonia pubescens</i>        | Sapindaceae     | tingui               |
| 39 | <i>Mimosa clausenii</i>         | Leguminosae     | mimosa               |
| 40 | <i>Neea theifera</i>            | Nyctaginaceae   | nea                  |
| 41 | <i>Ouratea hexasperma</i>       | Ochnaceae       | vassoura-de-bruxa    |
| 42 | <i>Palicourea rigida</i>        | Rubiaceae       | bate-caixa           |
| 43 | <i>Peltophorum dubium</i>       | Leguminosae     | cambuí               |
| 44 | <i>Piptocarpha rotundifolia</i> | Compositae      | coração-de-negro     |
| 45 | <i>Platymenia reticulata</i>    | Leguminosae     | vinhático            |
| 46 | <i>Pouteria ramiflora</i>       | Sapotaceae      | abiu                 |
| 47 | <i>Pseudobombax longiflorum</i> | Bombacaceae     | embiruçu             |
| 48 | <i>Psidium myrsinoides</i>      | Myrtaceae       | goiabinha            |
| 49 | <i>Psidium pohlianum</i>        | Myrtaceae       | goiabinha            |
| 50 | <i>Psidium tomentosum</i>       | Myrtaceae       | goiabinha            |
| 51 | <i>Psidium warmingianum</i>     | Myrtaceae       | goiabinha-do-cerrado |
| 52 | <i>Pterodon pubescens</i>       | Leguminosae     | sucupira-branca      |

|    |                                    |              |                            |
|----|------------------------------------|--------------|----------------------------|
| 53 | <i>Qualea grandiflora</i>          | Vochysiaceae | pau-terra-da-folha-larga   |
| 54 | <i>Qualea parviflora</i>           | Vochysiaceae | pau-terra-da-folha-pequena |
| 55 | <i>Roupala montana</i>             | Proteaceae   | carne-de-vaca              |
| 56 | <i>Rourea induta</i>               | Connaraceae  | rourea                     |
| 57 | <i>Salacia crassifolia</i>         | Celastraceae | bacupari-do-cerrado        |
| 58 | <i>Salvertia convallariaeodora</i> | Vochysiaceae | colher-de-vaqueiro         |
| 59 | <i>Schefflera macrocarpa</i>       | Araliaceae   | mandiocão                  |
| 60 | <i>Sclerolobium aureum</i>         | Leguminosae  | carvoeiro                  |
| 61 | <i>Sclerolobium paniculatum</i>    | Leguminosae  | carvoeiro                  |
| 62 | <i>Solanum lycocarpum</i>          | Solanaceae   | lobeira                    |
| 63 | <i>Strychnos pseudoquina</i>       | Loganiaceae  | falsa-quina                |
| 64 | <i>Stryphnodendron adstringens</i> | Leguminosae  | barbatimão                 |
| 65 | <i>Styrax ferrugineus</i>          | Styracaceae  | laranjinha-do-cerrado      |
| 66 | <i>Tabebuia aurea</i>              | Bignoniaceae | ipê-amarelo                |
| 67 | <i>Tabebuia ochracea</i>           | Bignoniaceae | ipê amarelo-do-cerrado     |
| 68 | <i>Terminalia argêntea</i>         | Combretaceae | capitão                    |
| 69 | <i>Tocoyena formosa</i>            | Rubiaceae    | jenipapo-bravo             |
| 70 | <i>Vellozia flavicans</i>          | Velloziaceae | canela-de-ema              |
| 71 | <i>Vernonia sp.</i>                | Compositae   | assa-peixe                 |
| 72 | <i>Vochysia rufa</i>               | Vochysiaceae | pau-doce                   |
| 73 | <i>Xylopia aromatica</i>           | Annonaceae   | pimenta-de-macaco          |
| 74 | <i>Zanthoxylum riedelianum</i>     | Rutaceae     | mamica-de-porca            |

### 2.3.3. Seleção de Espécies

Nos trechos norte, sul e oeste, a largura da barreira vegetal é de 20 m, totalizando uma área de 73.573 m<sup>2</sup> (7,36 ha), onde serão plantadas espécies nativas. No trecho leste, onde está prevista uma futura ampliação do aterro, deverão ser plantadas espécies exóticas de rápido crescimento (*Pinus elliottii*), numa faixa com 30 m de largura, totalizando 26.760,7 m<sup>2</sup> (2,68 ha).

Com base nos levantamentos realizados no Inventário Florestal apresentado no Estudo de Impacto Ambiental da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Brasília (SLU, 2011) e também os levantamentos de flora publicados sobre a região (Ratter, 1980; Fonseca & Silva Junior, 2004; Silva Junior, 2005; Silva Junior & Silva Pereira, 2009; Felizatto e Scipione, 2008) foram selecionadas espécies arbóreas nativas típicas da região, pertencentes às formações de

Cerrado, Cerradão e Floresta Estacional. Evitou-se o uso de espécies com frutos grandes, que possam ser muito atrativas para uma fauna de roedores e outros mamíferos.

No Anexo 5 são apresentadas uma listagem máxima contendo 105 espécies nativas da região, passíveis de utilização na composição da barreira vegetal do futuro aterro. Foram indicadas as espécies disponíveis nos viveiros da região em março de 2.012.

Recomenda-se a utilização do maior número possível de espécies, num mínimo de 26 (sendo 6 de pequeno porte, 10 de médio porte e 10 de grande porte). No entanto a composição final dependerá da disponibilidade de mudas no mercado, por ocasião do plantio. Sabe-se que a produção de mudas de espécies do cerrado não é muito intensa e diversificada.

#### **2.3.4. Procedimentos**

##### **a) Aquisição das mudas**

As mudas devem ser bem formadas, apresentar porte de 30 a 50 cm, sistema radicular bem desenvolvido, bom estado fitossanitário e torrão livre de ervas daninhas.

Poderão ser utilizadas mudas em tubetes grandes, que, no entanto deverão ser plantadas rapidamente (de acordo com o cronograma estabelecido) e/ou em saquinhos plásticos, as quais podem permanecer mais tempo em viveiro de espera, sendo recomendadas para os plantios de enriquecimento florestal.

No total serão plantadas 5.641 mudas de espécies arbóreas nativas (sendo 1.482 mudas pertencentes a espécies de pequeno porte, 2.103 de médio porte e 2.056 de grande porte) e 2.722 mudas de espécies exóticas (*Pinus elliottii*).

##### **b) Época do plantio**

Os plantios deverão ser executados na época chuvosa, a fim de facilitar o pegamento.

##### **c) Limpeza do terreno**

Deverá ser realizada a capina nos locais onde for necessário (áreas com capim alto e presença de espécies invasoras, como a mamona (*Ricinus communis*)).

Na etapa de manutenção do plantio, poderá ser feito somente o coroamento ao redor da cova, diminuindo a competição com as mudas a serem plantadas.

##### **d) Combate a formigas e cupins**

A inspeção da área de plantio e identificação de formigueiros e cupinzeiros deverá ser feita de forma contínua durante todo o período de condução dos plantios, para definição do método mais adequado de tratamento, caso seja necessário.

No caso das formigas cortadeiras e saúvas os porta-isca deverão ser utilizados apenas nos períodos secos. Na época chuvosa é recomendável o polvilhamento das entradas dos formigueiros.

##### **e) Alinhamento e marcação das covas**

Serão utilizados espaçamentos diferenciados, em função do porte das espécies quando adultas:

- Pequeno porte: 3m (entre plantas) x 2 m (entre linhas);
- Médio porte: 3 m (entre plantas) x 3 m (entre linhas);

- Grande porte: 3 m (entre plantas) x 4 m (entre linhas);
- Plantio misto de médio e grande porte: 3 m (entre plantas) x 3 m (entre linhas);
- Pinheiros (*Pinus elliottii*): 3 m (entre plantas) x 3 m (entre linhas).

Como a barreira vegetal possui trechos com dimensões e características distintas, foram estabelecidos diferentes arranjos de plantios.

**Área 1: Total: 2.342 mudas**

- 2 linhas de espécies de pequeno porte (790 mudas)
- 2 linhas de espécies de médio porte (780 mudas)
- 2 linhas de espécies de grande porte (772 mudas)

**Área 2: Total: 1.991 mudas**

- 2 linhas de espécies de pequeno porte (692 mudas)
- 2 linhas de espécies de médio porte (669 mudas)
- 2 linhas de espécies de grande porte (630 mudas)

**Área 3: Total: 1.308 mudas**

- 9 linhas de espécies de médio e grande porte, misturadas (654 de médio porte e 654 de grande porte).

**Área 4: Total: 2.722 mudas**

- 9 linhas de mudas de pinheiros (*Pinus elliottii*).

As covas deverão ser estaqueadas com estacas de bambu ou madeira (mais durável). A forma de disposição das mudas é denominada “quincôncio”, conforme demonstrados nas figuras 1 a 4.

Ressalta-se que, durante a etapa de limpeza do terreno, os exemplares nativos presentes, deverão ser preservados, recebendo os mesmos cuidados discriminados adiante.

Nos locais onde ocorrerem exemplares pertencentes à espécies arbóreas nativas, estes deverão ser considerados como elemento integrante do reflorestamento a ser implantado, respeitando-se o espaçamento recomendado entre mudas, naquele trecho.

A área a ser reflorestada compreende um total de 83.475 m<sup>2</sup> (8,35 ha), sendo 56.284 m<sup>2</sup> (5,63 ha) com espécies nativas (5.641 mudas) e 27.191 m<sup>2</sup> (2,72 ha) com *Pinus elliottii* (2.722 mudas).



**- ÁREA 1 - DETALHE DOS PLANTIOS -**  
(TOTAL: 2.342 MUDAS)

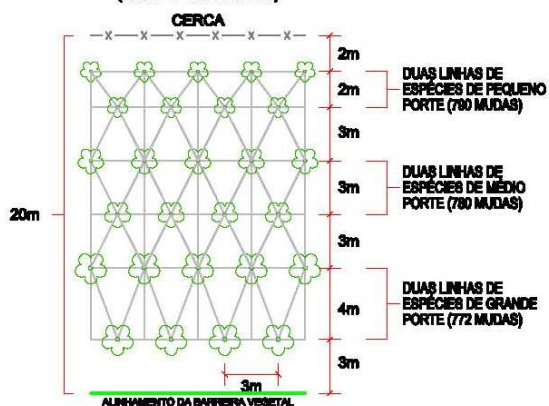


Figura 1.

**- ÁREA 2 - DETALHE DOS PLANTIOS -**  
(TOTAL: 1.881 MUDAS)

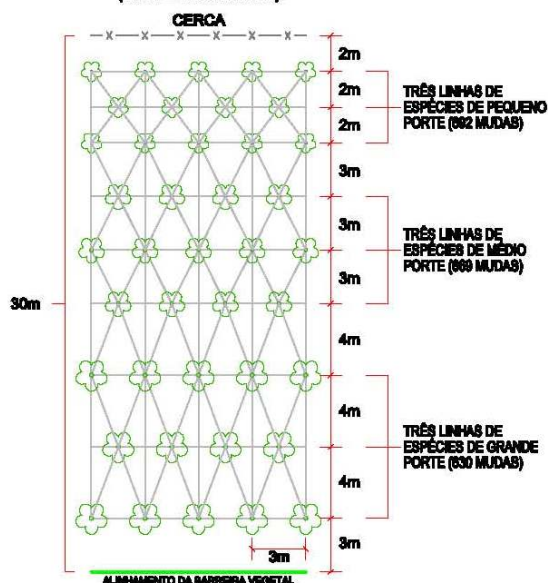


Figura 2.

**- ÁREA 3 - DETALHE DOS PLANTIOS -**  
(TOTAL: 1.308 MUDAS)

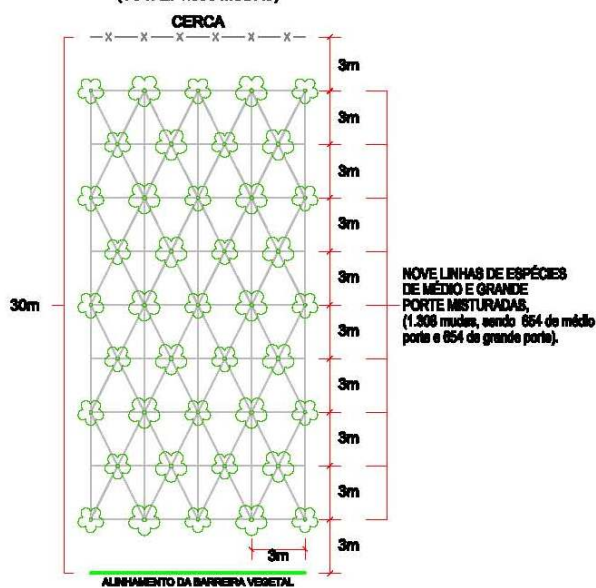


Figura 3.

**- ÁREA 4 - DETALHE DOS PLANTIOS -**  
(TOTAL: 2.722 MUDAS)

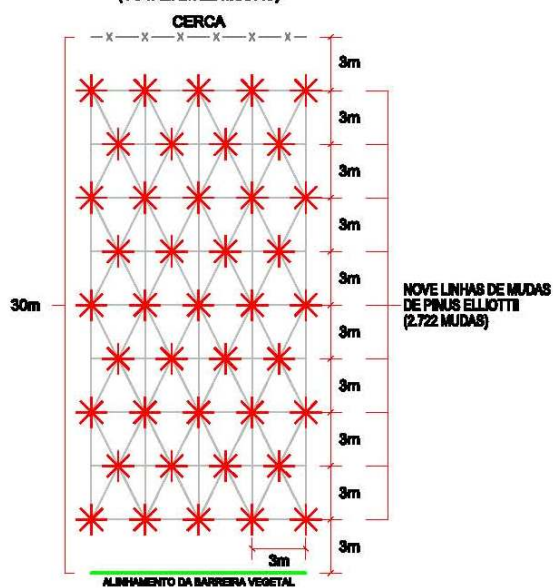


Figura 4.

### **Distribuição das espécies**

As espécies deverão ser distribuídas segundo uma gradiente de altura crescente, da face externa para a face interna do aterro, ressaltando, conforme já mencionado, a priorização das espécies floríferas (ornamentais):

- Na face externa da barreira vegetal (duas ou três primeiras linhas, dependendo da largura da faixa de plantio), deverão ser priorizadas as espécies de menor porte (arvoretas), entre as quais: amargosinha (*Acosmium dasycarpum*), benjoeiro (*Styrax ferrugineus*), caroba-roxa (*Jacaranda puberula*), dedaleira (*Lafoensia pacari*), muricis (*Byrsonima coccolobifolia* e *B. verbascifolia*), pau-de-leite (*Himatanthus obovatus*), pau-santo (*Kielmeyera coriacea* e *K. speciosa*), pau-terra (*Qualea multiflora*), pimenta-de-macaco (*Xylopia aromatica*), vassoura-de-bruxa (*Ouratea hexasperma*), quaresmeira (*Tibouchina candolleana*), entre outras.
- Nas faixas intermediárias (2 ou 3 linhas intermediárias, dependendo da largura da faixa de plantio) deverão ser plantadas as espécies de médio porte: amargosa (*Vatairea macrocarpa*), amendoim-do-campo (*Platypodium elegans*), ipê-amarelo-do-cerrado (*Tabebuia ochracea*), paineira-do-campo (*Eriotheca gracilipes*), paineira-do-cerrado (*Eriotheca pubescens*), pau-de-tucano (*Vochysia tucanorum*), pau-terra-grande (*Qualea grandiflora*), pau-terra-roxo (*Qualea parviflora*), tarumã (*Vitex polygama*), entre outras.
- Na face interna do aterro (2 ou 3 últimas linhas, dependendo da largura da faixa de plantio) deverão ser utilizadas espécies de grande porte como: angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), aroeira (*Myracrodunon urundeuva*), canafístula (*Peltophorum dubium*), caraibeira (*Tabebuia aurea*), embiruçu (*Pseudobombax longiflorum*), pau-d'arco-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*), sucupira-preta (*Bowdichia virgiliodes*), entre outras.

### **f) Coroamento**

Limpeza total da área ao redor da muda, a ser efetuado num raio mínimo de 0,60m, com o objetivo de reduzir a competição com gramíneas e espécies invasoras.

### **g) Preparo da cova, correção e adubação de plantio.**

As covas deverão possuir dimensões aproximadas de 0,4 x 0,4 x 0,4m, em seguida procede-se a separação dos solos de superfície e do fundo da cova, para inversão da colocação durante o plantio.

A adubação será realizada com 150 g/cova de NPK 6-30-6, procedendo-se a mistura e reposição do volume de terra retirado da cova. A utilização de adubo químico com elevado teor de fósforo (P) visa propiciar o rápido crescimento do sistema radicular das mudas.

Cerca de 30 a 45 dias após o plantio deverá ser realizada a adubação de cobertura, de preferência em período chuvoso, com 120 g/cova de NPK 10-5-20.

### **h) Plantio**

A muda deverá ser retirada do recipiente (tubete ou saco plástico) com o máximo cuidado para não desmanchar o torrão, procedendo-se à “toalete” da copa ou raízes, quando necessário, colocada na cova sobre uma porção do solo preparado e o espaço vazio preenchido com camadas de solo moderadamente compactadas.

O colo da muda deve ficar na altura da superfície do terreno, ficando o substrato original recoberto por uma leve camada de terra. O excesso de terra retirado da cova será disposto em “coroa” ao redor da muda, assegurando um melhor armazenamento de água, sem, no entanto acumulá-la em excesso, o que pode ocasionar a morte da muda.

**i) Irrigação**

A irrigação deverá ser abundante após o plantio, e posteriormente, caso as mudas apresentem sintomas de déficit hídrico.

**j) Tutoramento**

Para o tutoramento das mudas deverão ser utilizadas estacas de bambu, com altura livre de 2m e amarrilhos de fibra vegetal, nunca arame ou plástico, que podem causar o “estrangulamento” do caule. Devido à baixa durabilidade do bambu as estacas deverão ser substituídas sempre que necessário.

**k) Replântio**

O replântio consiste na reposição de todas as falhas e mudas que não se desenvolverem. Deverá ser feito sempre com base na observação do sucesso ou não das espécies plantadas e objetivando o aumento de diversidade, além rápida cobertura do solo.

Esta etapa deverá ser realizada mediante orientação fornecida por técnico habilitado, que deverá reorientar e, caso necessário, efetuar uma nova escolha de espécies, a partir de resultados obtidos em observações de campo.

**l) Manutenção e adubações pós-plantio**

A manutenção deverá ser realizada três vezes ao ano (sendo duas no verão e uma no inverno), por um período de dois anos após o término dos plantios.

Recomenda-se o coroamento (limpeza das covas ao redor das mudas) até que as mesmas atinjam porte suficiente para superar a competição com as plantas invasoras que as cercam.

Quando necessário deverá ser efetuado o combate à pragas e doenças.

Além disto, deverão ser realizadas podas de limpeza, eliminando ramos “ladroes”, quebrados, secos e/ou doentes, para o bom desenvolvimento das mudas;

No caso de se observar a ocorrência de carência de nitrogênio, deverá ser realizada a adubação nitrogenada em cobertura, empregando sulfato de amônia ou uréia, na base de 100 g/cova, que deverá ser aplicada em dia chuvoso (com solo molhado). A observação do estado nutricional da planta, através da sintomatologia, poderá nortear adubações para correção das deficiências que porventura ocorrerem.

**m) Condução da regeneração natural**

As mudas de espécies arbóreas, provenientes da regeneração natural, que se desenvolverem em meio às áreas recuperadas, deverão receber o mesmo tratamento que as mudas plantadas, a saber: coroamento, estaqueamento e adubação.

**n) Monitoramento dos plantios**

Os plantios serão realizados na estação chuvosa do primeiro ano e o monitoramento feito por mais dois anos. Para tanto serão realizadas vistorias mensais, durante a estação chuvosa (novembro a março) e mais duas vezes na estação seca.

Durante o período de operação do aterro a conservação da barreira vegetal será de responsabilidade da ADASA – Agência Reguladora de Águas Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal

#### **2.3.5. Fornecedores de mudas**

Foram levantados os seguintes viveiros que fornecem mudas de espécies nativas, na região:

- a) Viveiro Il NOVACAP
- b) Viveiro Ipê
- c) Viveiro do Jardim Botânico de Brasília
- d) Viveiro Mata Virgem
- e) Viveiro Nobre Flora
- f) Viveiro Pau-brasil

No anexo 6 são apresentadas endereços, telefones de contato e as listagens de espécies nativas fornecidas por esses viveiros.

#### **2.4. Sistemas de Abastecimento de Água e Coleta de Esgotos**

O sistema de abastecimento de água e coleta de esgotos está apresentado no Anexo 1.

#### **2.5. Fornecimento de Energia - Descrição das Instalações**

O sistema de fornecimento de energia está apresentado no Anexo 2.

### **3. ATERRO SANITÁRIO DA CTRS-DF**

#### **3.1. Introdução**

A Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal - CTRS-DF – a ser implantada na Região Administrativa de Samambaia, em Brasília, Distrito Federal, entre o córrego Melchior e a rodovia DF-180, próxima às estações de tratamento de esgotos ETE Melchior e ETE Samambaia, receberá, inicialmente, uma demanda média estimada de cerca de 55.000 t/mês provenientes de coleta domiciliar, bens inservíveis, resíduos de poda e manutenção de jardim, pomar ou horta, lixo oriundo de eventos realizados em áreas públicas, excrementos oriundos da defecação de animais em logradouros e lixo que possa ser tipificado como domiciliar produzido em estabelecimentos comerciais, de serviços ou industriais.

O projeto da CTRS-DF foi concebido a partir do levantamento planialtimétrico da gleba com curvas de nível de metro em metro, onde estão localizados os aspectos mais significativos, como cobertura vegetal, limites da área, acessos e distância de curso d'água.

A implantação do Aterro Sanitário da CTRS-DF se dará em 4 etapas sequenciais (Etapas 1, 2, 3 e 4). A Etapa 1 contempla a implantação de uma área inicial de cerca de 110.000m<sup>2</sup>, localizada na região leste da área de disposição de resíduos propriamente dito. A Etapa 2 se situará na porção central, a Etapa 3 na região sudoeste, que deverá ser também utilizada como área de estocagem de solos durante a implantação e operação das etapas que a antecedem e finalmente, a Etapa 4 deverá ser executada sobre as demais etapas.

Para a implantação e operação da Etapa 1, objeto deste estudo, foram definidas 4 fases operacionais de maneira a apresentar a sequência de execução proposta.

#### **3.2. Caracterização da área de implantação**

A caracterização da área de implantação da Etapa 1 da CTRS-DF foi realizada com base em campanha de investigação geotécnica com 23 sondagens à percussão (SPT), das quais 7 foram executadas na área de implantação da Etapa 1 propriamente dita (SP-05, SP-06, SP-09, SP-12, SP-13, SP-16 e SP-17), devendo ser complementada, se necessário, por investigações geotécnicas adicionais, específicas, nas demais áreas de interesse.

A sondagem SP-05, que caracteriza tipicamente a área de implantação da Etapa 1 da CTRS-DF, foi executada com profundidade de 6,10m, contando com uma camada superior de argila pouco siltosa, de cerca de 1,0 metro de espessura, seguida por silte argiloso, de cerca de 1,0 metro de espessura também, sobreposta a camada silte arenosa até o final da prospecção. O nível d'água nesse ponto não foi detectado.

As sondagens SP-06, SP-12, SP-13 e SP-16 foram executadas com profundidade de 10,45m e apresentaram, de forma geral, camada superior de argila arenosa, seguido de silte arenoso sobre camada de silte argiloso até o final da prospecção. Nessas quatro sondagens citadas, a camada de argila arenosa alcança as espessuras de 3,80m, 3,70m, 6,60m e 4,0m, respectivamente, ou seja, vão além do nível de escavação pretendido, representando uma jazida potencial de solos a serem utilizados para a execução das camadas de base e cobertura do aterro sanitário. O nível d'água variou entre 3,50 m (SP-06) a 6,68 m (SP-12), abaixo dos níveis de escavação preconizados.



As sondagens SP-09 e SP-17, também com 10,45 m de profundidade, apresentaram, de forma geral, camada superior de argila arenosa sobreposta a camada de silte argiloso verificada até o final da prospecção. Os limites das duas camadas verificadas foram observados a 6,0m e 3,0m de profundidade. O nível d'água variou entre 3,36 m (SP-17) a 7,35 m (SP-09), abaixo dos níveis de escavação preconizados.

### **3.3. Plano de avanço**

O plano de avanço para implantação e operação preconizado para a CTRS-DF será efetivado na sequência das etapas, iniciando-se pela Etapa 1, com área da ordem de 110.000m<sup>2</sup> e capacidade para dispor cerca de 1.872.000 toneladas de resíduos, considerando alteamento de 4 células. A Etapa 2 será implantada em área adjacente a área da Etapa 1, de cerca de 122.000m<sup>2</sup> e com capacidade para disposição de cerca de 1.990.000 toneladas, considerando o alteamento de 4 células. A Etapa 3, por sua vez, será implantada em área adjacente a área da Etapa 2, com dimensão de 88.000m<sup>2</sup> e com capacidade de disposição de cerca de 1.596.000 toneladas de resíduos, considerando o alteamento de 4 células, conformando um maciço único com a união das três primeiras Etapas. Por fim, a Etapa 4 representa o coroamento do aterro sanitário, com alteamento a partir das células superiores das Etapas 1, 2 e 3, com capacidade total de disposição de cerca de 2.672.000 toneladas com o alteamento de 5 células de resíduos.

Para a estimativa da vida útil das Etapas foi considerada a demanda mensal média da ordem de 51.000 toneladas de resíduos pois é esperada a redução da demanda inicial de 55.000 toneladas/mês ao longo dos anos de operação em razão da pretensão de se adotar no Distrito Federal políticas de reciclagem que reduzam os volumes encaminhados para disposição no aterro sanitário.

Para a estimativa citada foram considerados, ainda, recalques conservadores da ordem de 20% e peso específico médio dos resíduos de 1,00tf/m<sup>3</sup>, resultando em uma vida útil inicial do empreendimento de aproximadamente 13,3 anos.

O quadro apresentado a seguir resume a área, capacidade de disposição de resíduos e vida útil para a etapa 1, conforme o presente projeto e estimativamente para as demais etapas de implantação e operação da CTRS-DF.

**Quadro 3.1: Resumo de áreas, capacidade e vida útil para cada Etapa**

| <b>Etapa</b>                    | <b>Área<br/>(m<sup>2</sup>)</b> | <b>Capacidade<br/>(t)</b> | <b>Vida Útil<br/>(anos)</b> |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Etapa 1</b>                  | 110.000                         | 1.872.000                 | 3,1                         |
| <b>Etapa 2</b>                  | 122.000                         | 1.990.000                 | 3,2                         |
| <b>Etapa 3</b>                  | 88.000                          | 1.596.000                 | 2,6                         |
| <b>Etapa 4 –<br/>Coroamento</b> |                                 | 2.672.000                 | 4,4                         |
| <b>T O T A L</b>                | <b>320.000</b>                  | <b>8.130.000</b>          | <b>13,3</b>                 |

Seguindo o que foi apresentado anteriormente, o quadro a seguir resume a capacidade de disposição ao longo das fases de operação da Etapa 1 e seus períodos correspondentes, incorporando os recalques previstos:

**Quadro 3.2: Capacidade de disposição da Etapa 1**

| Fases   | Cota (m)  | Volume RSU (m³) | Tempo (meses) |
|---------|-----------|-----------------|---------------|
| Fase 01 | 990-1005  | 408.350         | 8,1           |
| Fase 02 | 995-1015  | 638.940         | 12,5          |
| Fase 03 | 1000-1021 | 469.090         | 9,3           |
| Fase 04 | 1002-1025 | 355.620         | 7,0           |

Conforme citado, anteriormente à Etapa 1 será executada escavação de cerca de 420.000m³ de solos que serão utilizados para a implantação das camadas de proteção ambiental na base do aterro sanitário bem como para a execução dos diques no entorno da área de disposição, do aterro previsto para a implantação da Estação de Pré-Tratamento de chorume, para nivelamento dos acessos e demais utilidades necessárias. O restante do solo escavado ficará temporariamente armazenado na área destinada a estocagem de solos, localizada próxima a entrada do CTRS-DF, com capacidade de estocagem de até 120.000 m³.

Em relação ao recobrimento sanitário dos resíduos dispostos, estima-se a utilização de cerca de 10% em volume do lixo disposto de solo de cobertura. Assim, os volumes necessários para esse serviço nas quatro fases de operação consideradas para a Etapa 1 podem ser observados no quadro a seguir:

**Quadro 3.3: Volumes de solo necessários para recobrimento sanitário da Etapa 1**

| Fases de Operação | Volume de Lixo Disposto (m³) | Solo de Cobertura (m³) |
|-------------------|------------------------------|------------------------|
| 1                 | 408.350                      | 40.835                 |
| 2                 | 638.940                      | 63.894                 |
| 3                 | 469.090                      | 46.909                 |
| 4                 | 355.620                      | 35.562                 |
| <b>TOTAIS</b>     | <b>1.872.000</b>             | <b>187.200</b>         |

Os solos que serão utilizados para a cobertura dos resíduos, bem como para as demais obras no decorrer das operações da Etapa 1, serão obtidos de escavações na área de implantação da Etapa 2 e serão realizados praticamente sem interrupção, com variação, evidentemente, da velocidade de obtenção de material terroso, função da necessidade da obra.

Dessa maneira, os serviços de implantação da área de disposição de resíduos da Etapa 2 já poderão, a critério e em função de iniciativas da ADASA, ser iniciados mediante a consolidação desses serviços de escavação e nivelamento da fundação, reduzindo-se consideravelmente a distância de transporte de material de cobertura durante as operações da Etapa 1 e mantendo a estocagem de solos como reserva estratégica e para as etapas futuras.

O quadro a seguir indica os volumes de escavação ao longo das fases da Etapa 1 de operação.

**Quadro 3.4: Volume de escavação ao longo das fases da Etapa 1**

| <b>ETAPA 1</b>      | <b>Escavação (m³)</b> | <b>Escavação Acumulada (m³)</b> |
|---------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Fase de implantação | 419.834               | 419.834                         |
| Operação – Fase 01  | 43.860                | 463.694                         |
| Operação – Fase 02  | 45.900                | 509.594                         |
| Operação – Fase 03  | 43.860                | 553.454                         |
| Operação – Fase 04  | 29.580                | 583.034                         |

Para o tratamento da fundação, foi considerada a execução de camada de aterro de base em solo compactado segundo as especificações técnicas apresentadas no item correspondente.

A espessura da camada do aterro de base será de 1,50 metros em toda a fundação do aterro sanitário. Será executada, ainda, camada de proteção mecânica da manta de PEAD, de 0,50 metros de espessura, acima da mesma. O volume de solo necessário para a execução da camada de base, considerando a área relativa a fase 1 de 110.000m², é de cerca de 165.000m³. Para a camada de proteção mecânica da manta, o volume resulta em cerca de 55.000m³.

Em relação ao aterro onde será implantada a Estação de Pré-Tratamento de chorume, prevê-se a utilização de cerca de 83.120m³ de solo. A execução desse aterro deverá seguir as especificações estabelecidas para a execução dos diques, apresentada neste Projeto Executivo.

Além desses volumes, os solos escavados serão utilizados na execução dos diques que representam cerca de 29.450m³.

Para a implantação dos acessos, a região localizada entre a área de estocagem de solos e a área de disposição de resíduos de serviços de saúde deverá ser nivelada de maneira a inverter sua declividade, evitando que o próprio aterro sanitário venha a se constituir uma barreira ao escoamento das vazões pluviais nas Etapas 2 e 3. Além disso, serão necessários ajustes topográficos específicos e localizados para o nivelamento dos acessos. Assim, está previsto corte de cerca de 43.500m³. Os reaterros previstos nos demais trechos dos acessos representam 23.500m³.

Espera-se, dessa maneira, que sejam dispostos cerca de 107.450m³ de solos na área de estocagem. A constituição da estocagem de solos será efetuada com a compactação de todos os materiais por intermédio de rolos compactadores tipo tamping, em camadas sucessivas, visando otimizar a condição desses maciços, mesmo que transitórios.

A área de estocagem deverá contar com sistemas de drenagem de águas pluviais e proteção superficial com grama. Os sistemas de drenagem a serem implantados serão constituídos de canais de drenagem no entorno e canaletas meia-cana de concreto nos pés de talude que encaminharão as vazões para as descidas hidráulicas em concreto, com degraus, que serão implantadas transversalmente aos taludes, conforme indicado na folha de projeto 14/25. Concomitantemente à implantação dos sistemas de drenagem pluvial, serão executados os serviços de proteção superficial com grama nos taludes e bermas com a finalidade de evitar processos erosivos.

Cabe salientar, contudo, que todos os taludes remanescentes das escavações para exploração dos solos nas áreas de jazida interna, a cada fase e ao longo do desenvolvimento das escavações, serão protegidos no menor prazo possível por meio de plantio de grama, a princípio em placas, ou outra espécie que garanta a efetiva pega e cobertura. Essas medidas visam garantir a total proteção das superfícies contra erosões ao longo de toda a vida útil do empreendimento.

O quadro 3.5 apresentado a seguir resume o balanço de solos pretendido para a Etapa 1 do CTRS-DF.

**Quadro 3.5: Balanço de massas da Etapa 1**

| Etapa                                            | 1                   | 1                 |          |            |           | TOTALS    |
|--------------------------------------------------|---------------------|-------------------|----------|------------|-----------|-----------|
|                                                  | Fase de implantação | Fases de operação |          |            |           |           |
| Fase                                             |                     | 1                 | 2        | 3          | 4         |           |
| Duração (meses)                                  |                     | 8,1               | 12,5     | 9,3        | 7         | 36,9      |
| Cota de alteamento                               |                     | 990-1005          | 995-1015 | 1000- 1021 | 1002-1025 |           |
| Volume de escavação (m³)                         | 420.000             | 0                 | 0        | 0          | 0         | 420.000   |
| Aterro de base (m³)                              | 165.000             | 0                 | 0        | 0          | 0         | 165.000   |
| Aterro de proteção mecânica (m³)                 | 55.000              | 0                 | 0        | 0          | 0         | 55.000    |
| Diques em solo compactado (m³)                   | 29.450              | 0                 | 0        | 0          | 0         | 29.450    |
| Cortes para implantação de acessos (m³)          | 43.500              | 0                 | 0        | 0          | 0         | 43.500    |
| Aterros para implantação de acessos (m³)         | 23.500              | 0                 | 0        | 0          | 0         | 23.500    |
| Aterro da ETC (m³)                               | 83.100              | 0                 | 0        | 0          | 0         | 83.100    |
| Volume de lixo disposto (m³)                     | 0                   | 408.350           | 638.940  | 469.090    | 355.620   | 1.872.000 |
| Solo de cobertura (m³)                           | 0                   | 40.835            | 63.894   | 46.909     | 35.562    | 187.200   |
| Escavação da Área de implantação da Etapa 2 (m³) | 0                   | 40.835            | 63.894   | 46.909     | 35.562    | 187.200   |
| Solo disposto na área de estocagem (m³)          | 107.450             | 0                 | 0        | 0          | 0         | 107.450   |

Estes volumes garantem a auto-suficiência do empreendimento, não apenas na questão de obtenção de solos para a cobertura diária das células, como também para todos os demais serviços inerentes ao aterro sanitário que demandem esse material.

### 3.4. Implantação dos sistemas de proteção ambiental

A implantação da área de disposição de resíduos da Etapa 1 da CTRS-DF se iniciará com a execução dos serviços de escavação, com espessura média da ordem de 3,0 metros, e reconformação da plataforma de fundação, de maneira a se garantir declividades de fundo da ordem de 3,5% para a porção norte e de 0,7% para a porção oeste, visando otimizar o encaminhamento do chorume por gravidade, com direcionamento das vazões para as lagoas de acumulação e pré-tratamento.

Os solos resultantes da escavação da Etapa 1 serão estrategicamente estocados na área de estocagem de solos, na região sudoeste, local onde será futuramente implantada a Etapa 3. Os solos encaminhados a área de estocagem de solos serão, após a realização da limpeza do local, devidamente compactados em camadas sucessivas com rolo tipo tamping e selados continuamente com rolo liso, atendendo as especificações técnicas para esse tipo de serviço, buscando garantir um GC da ordem de 98%PN, sempre configurando bermas a cada 5 metros de altura de desenvolvimento de taludes, esses últimos com inclinação máxima de 1(V):2(H). Essas superfícies (taludes e bermas), embora o seu caráter provisório, deverão ser

protegidos superficialmente com o plantio de grama. Deverá ser implantado, ainda, junto a essa estocagem de solos, sistema de drenagem superficial com elementos que garantam o escoamento e retirada das águas pluviais para fora da área, de maneira a evitar erosões laminares e por sulcos, o comprometimento dos materiais e o carreamento de partículas para jusante.

Imediatamente após a escavação, iniciar-se-á a implantação do sistema de drenagem sub-superficial, que contará com drenos “cegos”, essencialmente granulares e com drenos associados a tubos com diâmetro de 200 mm e 400 mm, perfurados.

A partir do terreno escavado será implantado o sistema de impermeabilização da fundação que consiste em uma camada de aterro com solo compactado de 1,50m de espessura e coeficiente de permeabilidade  $k \leq 10^{-7}$  cm/s, seguido pela execução do dique de disparo junto a região norte e trecho da porção leste, no qual deverá ser garantido grau de compactação mínimo de 98% do Proctor Normal (PN), avaliado conforme determinado na Norma NBR-7182 “Solo: Ensaio de Compactação”, da ABNT. As camadas deverão ser compactadas dentro das faixas de umidade de projeto de 0,95 a 1,05 da umidade ótima do material, referida à energia normal de compactação.

Os materiais a serem utilizados para a execução das camadas de proteção da fundação e dos diques deverão ser previamente ensaiados de maneira a se obter as condições de execução necessárias para o atendimento das especificações. Caso os materiais, em sua composição natural, não atinjam os valores prescritos poderão ser utilizadas misturas com outros materiais que garantam o atendimento, desde que aprovado pela fiscalização e devidamente comprovado por meio de ensaios geotécnicos de laboratório.

Posteriormente à camada de aterro compactado e execução do dique de disparo, será instalada a geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD) de 2,0 mm de espessura, texturizada nas duas faces, recobrindo toda a área onde ocorrerá a disposição de resíduos, estendendo-se sobre os taludes internos resultantes da escavação e do dique de disparo, onde será executada a ancoragem junto a berma.

Ainda como parte integrante dos sistemas de proteção ambiental, será implantado o sistema de drenagem de chorume na fundação e o emissário de encaminhamento das vazões coletadas para o devido tratamento.

#### **3.4.1. Sistema de drenagem sub-superficial**

O sistema de drenagem sub-superficial preconizado para Etapa 1 de implantação da CTRS-DF será composto por drenos principais, drenos secundários, drenos coletores, emissário e caixa de recepção, cuja posição dos elementos e os detalhes que compõem o sistema podem ser visualizados na folha de projeto 03/25.

Os drenos principais serão executados em valas escavadas mecanicamente a partir das cotas finais de escavação indicadas na folha de projeto 02/25. As valas terão seção transversal retangular de 1,0 m de largura por 1,5 m de altura com alargamento na parte superior de acordo com a geometria indicada nos detalhes (folha de projeto 03/25). Serão compostos por tubo de PEAD corrugado, ou similar, de diâmetro de 200 mm, perfurado, apoiados sobre lastro de brita nº 1, lavada, e envolto por brita nº 4, contando com revestimento de manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar conformando uma seção drenante de 1,0m x 1,0m. Acima da seção



do dreno principal será executada camada drenante com areia grossa, com 2,0 m de largura e 50 cm de espessura.

Os drenos secundários, da mesma maneira dos drenos principais, serão executados em valas escavadas mecanicamente a partir das cotas finais de escavação indicadas na folha de projeto 02/25. As valas terão seção transversal retangular de 1,0 m de largura por 1,5 m de altura com alargamento na parte superior de acordo com a geometria indicada nos detalhes (folha de projeto 03/25). Serão preenchidas com brita nº 4 envolta por manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar conformando uma seção drenante de 1,0m x 1,0m. Acima da seção do dreno secundário será executada camada drenante com areia grossa, com 2,0 m de largura e 50 cm de espessura.

Os drenos coletores, da mesma maneira que os demais, serão executados em valas escavadas mecanicamente a partir das cotas finais de escavação indicadas na folha de projeto 02/25. As valas terão seção transversal retangular de 1,0 m de largura por 1,5 m de altura com alargamento na parte superior de acordo com a geometria indicada nos detalhes (folha de projeto 03/25). Serão compostos por tubo de PEAD corrugado, ou similar, de diâmetro de 400 mm, perfurado, apoiados sobre lastro de brita nº 1, lavada, e envolta por brita nº 4, contando com revestimento de manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar conformando uma seção drenante de 1,0m x 1,0m. Acima da seção do dreno principal será executada camada drenante com areia grossa, com 2,0 m de largura e 50 cm de espessura.

O emissário da drenagem sub-superficial será executado em vala escavada mecanicamente, de seção transversal retangular de 1,0 m de largura e altura variável, sendo composto por tubo de PEAD corrugado ou similar, não perfurado, de 400 mm de diâmetro, assentado sobre lastro de brita nº 1, lavada, seguindo com o reaterro da vala com solo compactado.

Todo o sistema de drenagem sub-superficial implantado na Etapa 1 da CTRS-DF acabará por convergir para a caixa de recepção das águas sub-superficiais, que será executada em concreto armado, de onde serão realizadas as coletas de amostras das águas para análise periódica em laboratório, cujos laudos deverão ser encaminhados ao órgão de controle ambiental.

### **3.4.2. Sistema de impermeabilização da fundação**

O sistema de impermeabilização da fundação da Etapa 1 da CTRS-DF será composto por múltiplas barreiras, iniciando-se pela execução de camada de impermeabilização de 1,50m de espessura, com solo compactado e coeficiente de permeabilidade igual ou inferior a  $10^{-7}$  cm/s. As camadas inferiores serão executadas revolvendo e compactando o próprio solo local, que possui característica geotécnica que permite atingir a permeabilidade exigida. As camadas superiores serão executadas com o lançamento, espalhamento e compactação do solo em camadas de cerca de 20 cm de espessura até atingir a cota de projeto do aterro de impermeabilização. A permeabilidade exigida deverá ser comprovada por meio de ensaios geotécnicos de laboratório.

Sobrejacente ao aterro de impermeabilização será instalada a geomembrana de PEAD com espessura de 2,0 mm, texturizada nas duas faces, sendo que as emendas deverão ser executadas com o método de fusão térmica e submetidas a ensaios de qualidade.

A proteção mecânica da geomembrana de PEAD, tanto na base quanto nos taludes, será executada por meio de camada de solo com espessura de 50 cm.

Em razão das elevadas declividades dos taludes dos diques, o que impede que a camada de proteção mecânica da manta seja executada por meio de compactação com tratores de esteira ou equipamentos similares, essa camada poderá ser executada apenas com solo lançado imediatamente antes da disposição dos resíduos e deverá avançar sobre o talude concomitantemente ao alteamento da célula de resíduos. Deverá, entretanto, ser rigorosamente garantida a espessura de 50cm de solo entre a manta de PEAD e os resíduos.

Para a execução dos aterros compactados previstos no aterro, deverão ser utilizados solos essencialmente argilosos. O grau de compactação mínimo requerido a ser atingido na compactação de cada camada deverá ser 98% referido ao ensaio de compactação Proctor (ABNT-MB-33/Energia Normal) feito pela Metodologia Hilf. O teor de umidade deverá se apresentar inferior a 1,10 e superior a 0,95 do teor de umidade ótimo referido à energia normal de compactação, de modo a possibilitar a execução de corpo compactado com condições adequadas.

Previamente ao lançamento dos solos do aterro a serem compactados dever-se-á executar todos os serviços de limpeza, escavação e drenagem construtiva, além da drenagem sub-superficial conforme previsto em projeto. A camada de solo compactado deverá ser implantada em toda a área de implantação da primeira etapa do aterro sanitário.

Após a limpeza superficial e execução da drenagem, a superfície natural exposta será compactada através de rolo compactador, sem vibração.

O solo deverá ser descarregado por caminhões basculantes, espalhado com trator de esteira tipo D6 ou similar em camadas com no máximo 25 centímetros.

O material lançado será espalhado e nivelado de modo a ser obtida uma superfície plana e de espessura uniforme. Na sequência, o solo lançado deverá ser tratado por meio de grade de discos para assegurar que ao longo de sua espessura seja obtido um material homogêneo quanto ao teor da umidade e textura, promovendo-se todas as medidas de umedecimento por irrigação ou aeração para correção dessa umidade. A compactação deverá ser efetuada com rolo compactador tipo tamping.

Para o lançamento de uma nova camada sobre uma já executada deverá ser feita uma escarificação superficial da camada existente de modo a assegurar uma boa ligação entre camadas.

A espessura da camada, o tipo e o número de passagens do equipamento de compactação poderão ser alterados em função de observações feitas durante os trabalhos iniciais e baseados em ensaios de controle de compactação tipo Hil-Proctor, executados em um número de no mínimo 1 ensaio para cada 2500 m<sup>3</sup> e sempre que se tiver materiais diferenciados, sem reuso do material.

Dever-se-á prever, ainda, ensaios de permeabilidade a carga variável em laboratório, em corpos de prova moldados em conformidade com o especificado para o aterro compactado.

Durante a execução do aterro compactado, a praça de compactação deverá ser mantida com declividade mínima de 0,5 % para permitir o rápido escoamento das águas de chuva.

### **3.4.3. Execução de Diques em Aterro Compactado**

Concluídos os serviços de implantação da camada de impermeabilização na fundação, iniciam-se os serviços dos diques de disparo, intermediários e provisórios com solo selecionado e compactado, nas posições indicadas nos desenhos de projeto.

Para a execução desses aterros compactados deverão ser utilizados os mesmos solos provenientes da escavação da área, mediante aprovação da FISCALIZAÇÃO. O grau de compactação mínimo requerido a ser atingido na compactação de cada camada deverá ser 98% referido ao ensaio de compactação Proctor (ABNT-MB-33/Energia Normal) feito pela Metodologia de Hilf. O teor de umidade deverá se apresentar inferior a 1,05 e superior a 0,95 do teor de umidade ótimo referido à energia normal de compactação, de modo a possibilitar a execução de corpo compactado com condições adequadas.

O solo deverá ser descarregado por caminhões basculantes, espalhado com trator de esteira tipo D6 ou similar em camadas com no máximo 25 centímetros.

O material lançado será espalhado e nivelado de modo a ser obtida uma superfície plana e de espessura uniforme. Na sequência, o solo lançado deverá ser tratado por meio de grade de discos para assegurar que ao longo de sua espessura seja obtido um material homogêneo quanto ao teor da umidade e textura, promovendo-se todas as medidas de umedecimento por irrigação ou aeração para correção dessa umidade. A compactação deverá ser efetuada com rolo compactador tipo tamping.

Para o lançamento de uma nova camada sobre uma já executada deverá ser feita uma escarificação superficial da camada existente de modo a assegurar uma boa ligação entre camadas.

A espessura da camada, o tipo e o número de passagens do equipamento de compactação poderão ser alterados em função de observações feitas durante os trabalhos iniciais e baseados em ensaios de controle de compactação tipo Hilf-Proctor, executados em um número de 1 ensaio para cada 500 m<sup>3</sup>, sendo executado no mínimo 1 ensaio por camada e sempre que se tiver materiais diferenciados, sem reuso do material.

Durante a execução do aterro compactado, a praça de compactação deverá ser mantida com declividade mínima de 2,0% para permitir o rápido escoamento das águas de chuva.

### **3.4.4. Sistema de drenagem de chorume na fundação**

O sistema de drenagem de chorume na fundação da Etapa 1 da CTRS-DF será implantado superficialmente à camada de solo de proteção mecânica da geomembrana de PEAD e seguindo as declividades impostas nos serviços de escavação, de cerca de 3,5% no sentido S-N e 0,7% no sentido E-W. O sistema contempla drenos principais, drenos secundários, drenos coletores e emissário de chorume que encaminhará as vazões captadas para as lagoas de acumulação. Sobre os drenos principais serão instalados os poços drenantes verticais. A posição dos elementos de drenagem de chorume na fundação e os respectivos detalhamentos estão apresentados nas folhas de projeto 05/25 e 06/25.

Os drenos principais serão executados com geometria trapezoidal de dimensões de base de 3,10 m, topo de 1,50 m e altura de 0,80 m, dotados de tubo de PEAD de 400 mm de diâmetro, perfurado, assentado sobre base de brita nº 1, envolto por brita nº 4 e rachão e envolto por manta geotêxtil do tipo bidim RT-16 ou similar.

Os drenos secundários serão executados com geometria trapezoidal de dimensões de base de 2,80 m, topo de 0,80 m e altura de 0,80 m, com material granular (rachão) envolto por manta geotêxtil do tipo bidim RT-16 ou similar.

Os drenos coletores Tipo 1 serão executados com geometria trapezoidal de dimensões de base de 2,00 m, topo de 2,50 m e altura de 0,80 m, dotados de tubo de PEAD de 400 mm de diâmetro, perfurado, assentado sobre base de brita nº 1, envolto por brita nº 4 e rachão e envolto por manta geotêxtil do tipo bidim RT-16 ou similar. Os drenos coletores Tipo 2 serão executados de maneira semelhante ao Tipo 1, porém com largura maior em razão do afastamento dos taludes do dique intermediário, conforme detalhe apresentado na folha de projeto.

A manta geotêxtil que envolve os drenos deverá permanecer protegendo os drenos até imediatamente antes da operação de disposição de resíduos junto a esses drenos, quando deverá ser desdobrada de modo que os resíduos fiquem diretamente em contato com o material granular.

O emissário de chorume será composto por 2 tubos de PEAD de 400 mm de diâmetro, não perfurados, assentes em vala de seção retangular de 1,50 m de largura e altura mínima de 1,0 m, envolto por geomembrana dupla de PEAD de 2,0 mm de espessura. O fechamento da vala será executado com solo compactado.

Quando da execução da primeira fase de implantação dos drenos de chorume na fundação deverão ser executados os diques provisórios de desvio de águas pluviais cujo objetivo é barrar as vazões pluviais que incidirão nas regiões de montante da área de disposição de resíduos, desviando-as para o canal provisório de drenagem de águas pluviais CTP-5, conforme indicado na folha de projeto 07/25.

Os diques provisórios de desvio terão 0,50m de altura e estão posicionados estrategicamente próximos aos limites de operação das fases 1-2, 2-3 e 3-4, devendo ser retirados imediatamente antes da implantação do sistema de drenagem de chorume das fases subseqüentes. Ressalta-se que, quando da implantação da fase 2, deve-se retirar apenas o dique provisório que se encontra entre as fases 1 e 2, mantendo os demais. Do mesmo modo se fará, sucessivamente, para as fases 3 e 4.

#### **3.4.5. Execução das células de resíduos e camada de cobertura**

A formação das células de alteamento de resíduos deverá obedecer aos critérios de execução de aterros sanitários estabelecidos pela norma técnica ABNT NBR 13896 "Aterro de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação", com a disposição dos resíduos realizada sempre no pé das células de alteamento, promovendo a compactação do lixo depositado com trator de esteiras tipo D6, ou similar, no sentido ascendente, sobrepondo-se camadas de 30 a 60 cm de resíduos, e posterior execução da camada de cobertura sanitária diária constituída de solo ou material inerte com espessura mínima de 20 cm.

Ao final de cada célula executada deverão ser implantados os sistemas de drenagem interna de líquidos e gases, bem como o alteamento dos poços de drenagem verticais de chorume e gás, necessários para a continuidade de operação do aterro.

A camada de recobrimento final de taludes, bermas e platôs definitivos deverá ser executada com espessura mínima de 50 cm de solo compactado. Deverá ser prevista, ainda, a

proteção superficial dos taludes e bermas definitivas por meio de plantio de grama, além de implantação de sistema de drenagem de águas pluviais sobre o maciço de resíduos em todo seu entorno.

#### **3.4.6. Sistema de drenagem de chorume e gás na célula de resíduos**

O sistema de drenagem de chorume e gás a ser implantado no interior das células de resíduos será composto por dreno horizontal de célula que será interligado ao sistema de drenagem de chorume na fundação por meio dos poços drenantes verticais, que deverão ser sequencialmente suplementados de acordo com o alteamento das células de resíduos, desde a fundação até o coroamento do maciço sanitário.

Os poços drenantes verticais serão constituídos por tubos de concreto armado de 400 mm de diâmetro, perfurados, envoltos por material granular e por tela metálica, resultando com diâmetro de 1,60 m.

Os poços drenantes verticais serão interligados pelos drenos horizontais de células e encaminharão as vazões de chorume captadas no maciço sanitário para o sistema de drenagem de chorume implantado na fundação do aterro sanitário. Além da drenagem de chorume, os poços drenantes farão a drenagem dos gases gerados pela decomposição anaeróbia dos resíduos, onde será promovida, inicialmente, a queima diretamente na extremidade do poço, podendo, futuramente, serem adaptados e conectados a rede de captação de biogás para encaminhamento para eventual usina de queima centralizada e/ou de geração de energia.

O dreno horizontal que será implantado no término do alteamento de cada célula de resíduos terá a função de captar e encaminhar as vazões de chorume e gás no interior do maciço sanitário para os poços drenantes verticais.

O dreno horizontal de célula será constituído por material granular, com seção retangular nas dimensões de 0,80 m de largura e 1,40 m de altura, a ser escavado a partir da camada de cobertura da célula. As laterais do dreno que ficarão em contato com o solo deverão ser protegidas com manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar, que se prolongará até o topo. O fundo da vala deverá contemplar uma camada de solo compactado de 0,20 m de espessura.

No início da disposição da célula subsequente, a manta geotêxtil instalada no topo deverá ser aberta para implantar o dreno, que consistirá na execução de uma seção trapezoidal de material granular, de 0,40 m de altura sobre a seção retangular já existente, com inclinação 1(V):1,5(H) nas laterais, conforme apresentado no detalhe da folha de projeto 13/25.

#### **3.4.7. Sistema de drenagem das águas pluviais**

O sistema de drenagem superficial de águas pluviais da CTRs-DF será composto por canaletas de pé de talude, descidas hidráulicas em colchão Reno, canaletas triangulares em grama no platô superior, canais retangulares de concreto e alvenaria, caixas de passagem e de dissipação em concreto e tubulações enterradas de concreto armado. A posição dos elementos de drenagem superficial e os respectivos detalhamentos estão apresentados nas folhas de projeto.

As canaletas de pé de talude deverão ser executadas com seção triangular de 1,00m de largura e 25cm de profundidade, com inclinações laterais de 1(V):1,5(H) e 1(V):2,5(H), revestidas com camada de brita n.2 agulhada, de 7cm de espessura, diretamente sobre as



camadas de cobertura em cada berma. Nessa condição, devido às declividades impostas nas células de resíduos indicadas na folha de projeto 11/25 e a sua natureza flexível, as canaletas acabarão por acompanhar os recalques desenvolvidos evitando a formação de bacias e conseqüentemente o acúmulo de águas pluviais sobre o maciço.

Nos taludes resultantes do alteamento de resíduos serão implantadas descidas d'água em colchão tipo Reno ou similar de maneira que possibilite absorver as movimentações de recalques e deslocamentos verificados nos maciços de lixo a partir da simples reconformação de apoio sobre a superfície, sem a perda de continuidade, formação de descolamentos, etc. Estas descidas sobre os taludes serão implantadas a partir da superposição de colchões sucessivos de modo que se garanta a formação de degraus, que provocam a dissipação gradual da energia cinética e controle das velocidades. Nas bermas serão instaladas travessias com tubulações de concreto armado.

Na plataforma superior de alteamento deverá ser implantada canaleta triangular com inclinação nas laterais de 1(V):2,5(H), devendo todo o material oriundo desta operação ser espalhado ao lado, evitando a formação de leiras que possam impedir o fluxo de água para a canaleta. Nos locais em que a escavação para execução da descida hidráulica diminuir o selo de vedação aquém do especificado, deverá ser feita escavação adicional para a reconstituição do solo. Toda a superfície das canaletas deverá ser protegida com grama de modo a proporcionar condições de resistência à erosão superficial. Previamente à implantação, a área deverá ser regularizada com solo compactado de modo a corrigir eventuais depressões oriundas de recalques do aterro de resíduos.

As caixas de passagem serão implantadas nos pontos onde se verificam mudanças de direção dos elementos de drenagem para o adequado encaminhamento das vazões coletadas. Tais elementos hidráulicos serão executados, a princípio, em concreto e alvenaria estrutural.

As travessias de águas pluviais dos acessos apresentadas em projeto serão realizadas por tubulações de concreto, implantadas em valas escavadas que deverão ser preparadas de forma a garantir um fundo uniforme e com uma declividade mínima de 1%. Após a regularização do fundo, deverá ser feito o berço da tubulação com brita. A seguir serão lançados os tubos de concreto armado, seguindo da execução do rejuntamento e do reaterro da vala com solo compactado.

### **3.5. Acessos e pátio de manobra**

Os acessos deverão ter pavimentos reforçados, sendo executados com largura mínima de 8,00 metros, por meio da melhoria efetiva das condições do sub-leito, implantação de camada de rachão, com espessura de 20 cm, compactada com a passagem de trator de esteiras, implantação de camada de brita 4, com espessura de 10 cm, compactada também com trator de esteiras e finalmente uma camada superior com 5 cm de bica corrida, compactada com rolo liso vibratório.

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 variadas de acordo com fluxo de caminhões nas frentes de serviço e deverão ter revestimento reforçado, composto por uma camada de 30 cm de reforço de sub-base, 20 cm de pedra rachão, 10 cm de brita 4 e 5 cm de bica corrida.

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.

A via perimetral em pavimento asfáltico deverá ser executada com concreto betuminoso usinado à quente (CBUQ) com espessura mínima de 5 cm sobre base de bica corrida. Deverá ser executada imprimação de base de pavimentação, respeitados todos os critérios normativos da ABNT, tanto em termos de prescrições como executivas de controle de materiais e de execução e aplicação.

### **3.6. Monitoramento geotécnico e ambiental**

O plano de monitoramento geotécnico e ambiental desenvolvido para a CTRS-DF parte da premissa da instalação e manutenção dos instrumentos de monitoramento por hora definidos, piezômetros, marcos superficiais e poços de monitoramento do lençol freático, devendo ser solicitados outros no decorrer da operação.

O monitoramento do aterro compor-se-á de:

- Instalação e leituras de instrumentos, para acompanhamento de parâmetros ligados à estabilidade e segurança do aterro;
- Inspeção rotineira, visual, para verificação de feições que possam denotar problemas de estabilidade e segurança;
- Instalação de poços para coleta e análise de amostras de água subterrânea e coleta e análise de amostras de água superficial.

Os piezômetros serão instalados no aterro sanitário e terão a finalidade de acompanhar o desenvolvimento de pressões internas. Os marcos superficiais servirão para medida dos recalques e deformações do aterro. Os piezômetros e os marcos superficiais serão instalados e lidos à medida da construção do aterro, com frequência inicialmente mensal, entretanto podendo ser reduzida dependendo do comportamento das leituras. Estas serão lançadas em gráficos correlacionando a pressão interna e deformação com o tempo e com a pluviometria, consubstanciando o relatório de monitoramento geotécnico.

Nesta primeira etapa está prevista a instalação de 4 piezômetros, sendo dois do Tipo 1, nas cotas inferiores, onde é possível apenas a instalação de instrumentos com câmara simples, e dois do Tipo 2 nas cotas mais elevadas, onde já se torna possível a instalação de instrumentos com câmaras duplas. Os instrumentos serão instalados na faces definitivas do maciço sanitário, nas regiões de maior espessura, conforme indicado nos desenhos de projeto.

Será contemplado, de forma integrada ao monitoramento geotécnico do maciço sanitário, o monitoramento dos taludes da área de estocagem de solos por intermédio de controle de marcos superficiais e mapeamento de superfície. Está prevista a instalação de 24 marcos superficiais no maciço sanitário e de 13 marcos superficiais na área de estocagem de solos, nesta primeira etapa.

Além disso, em todas as etapas e configurações, prevê-se a instalação de todos os sistemas de drenagem superficial de águas pluviais que sejam necessárias, tanto junto aos

taludes como bermas e a montante das áreas de intervenção, abrangendo canais, canaletas, descidas hidráulicas, além da proteção com o plantio de grama.

O monitoramento ambiental de águas superficiais e profundas contempla a instalação de poços de monitoramento e a coleta de amostras das águas profundas e superficiais que permitirão avaliar o comportamento do aterro em termos de impacto ambiental, incluindo a inspeção rotineira, visual. Os poços de monitoramento deverão ser construídos e amostrados de acordo com a Norma Técnica da ABNT, NBR 15.495-1:2007 – Versão Corrigida 2:2009.

O posicionamento dos pontos de monitoramento das águas superficiais (três no leito do Córrego Melchior) e das águas subterrâneas (sete poços de amostragem das águas do lençol freático distribuídos a montante e a jusante do aterro sanitário de modo a observar o fluxo hidrogeológico local) está indicado no desenho de projeto 21/25.

A Periodicidade do monitoramento ambiental será, a princípio, trimestral, podendo ser reduzida se fizerem necessária em casos de risco a saúde ou a vida, perecimento de bens ou animais ou graves prejuízos a terceiros.

Os parâmetros de análise das águas superficiais deverão englobar: Temperatura (°C), Alcalinidade total, Condutividade específica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Turbidez (UNT), Oxigênio Dissolvido ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Demanda Química de Oxigênio ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Nitrogênio amoniacal ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Nitratos ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Nitritos ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Nitrogênio Total ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Óleos e graxas ( $\text{mg}/\text{L}$ ), PH, Fosforo Total ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Fósforo Reativo ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Sólidos totais ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Concentração de coliformes totais (NMP/100 mL) e Concentração de coliformes fecais (NMP/100 mL).

Os parâmetros apresentados são considerados os principais indicadores de contaminação, tendo como referência os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Em ocorrendo variações significativas deverão ser avaliados outros fatores específicos para cada caso.

Os parâmetros de análise das águas subterrâneas deverão englobar: Temperatura (°C), Alcalinidade total, Condutividade específica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Turbidez (UNT), Demanda Química de Oxigênio ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Nitrogênio amoniacal ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Nitratos ( $\text{mg}/\text{L}$ ), PH, Sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg}/\text{L}$ ), Ferro( $\text{mg}/\text{L}$ ), Cloreto( $\text{mg}/\text{L}$ ), Manganês( $\text{mg}/\text{L}$ ), Dureza( $\text{mg}/\text{L}$ ), Concentração de coliformes totais (NMP/100 mL) e Concentração de coliformes fecais (NMP/100 mL), Escherichia coli(NMP/100 mL).

Os parâmetros apresentados são considerados os principais indicadores de contaminação, tendo como referência os valores máximos permitidos Decisão de Diretoria nº 195-2005-E da CETESB. Em ocorrendo variações significativas deverão ser avaliados outros fatores específicos para cada caso.

Os resultados serão apresentados em gráficos, correlacionando o valor determinado com o tempo e pluviometria. A cada campanha de coleta de amostras e análise, será emitido relatório com interpretação das mesmas.

### **3.7. Disposição de Resíduos de Serviços de Saúde**

A área destinada para disposição emergencial de RSS está sendo considerada em caráter emergencial com a necessidade de garantir a recepção dos RSS em casos fortuitos de inoperância ou manutenção de alguma das unidades de tratamento, garantindo medida de

segurança ao município, perfazendo uma área de cerca de 5.000m<sup>2</sup>, localizada na porção sudoeste do empreendimento, próxima à oficina e a área de estocagem de solos .

A quantidade estimada de RSS para recebimento pelo sistema de destino final na CTR-DF será da ordem de 500 toneladas de RSS para um período de dois meses de operação emergencial.

### **3.7.1. Implantação da Área de Disposição Emergencial de RSS**

Deve-se ressaltar que esta disposição deve ser considerada como contingencial a unidade de tratamento final implantada pelo DF.

#### **a) Serviços de Terraplenagem**

Para a preparação da fundação da área de disposição emergencial de RSS a CONCESSIONÁRIA deverá executar os serviços de escavação com o auxílio de escavadeiras hidráulicas, tratores de esteira, pás carregadeiras e os demais equipamentos necessários para sua correta execução.

A escavação deverá atingir a cota -4,50 metros a partir da cota atual do terreno, abrangendo a totalidade da área onde serão implantadas as valas para recebimento dos RSS.

O solo escavado deverá ser estocado ao lado da área de implantação para utilização posterior, uma vez que a camada vegetal superior já deverá ter sido previamente retirada.

O nivelamento da base da área de disposição emergencial de RSS deverá obedecer o caimento natural do terreno, de maneira que o ponto mais baixo se localize no extremo norte da base. Caso se verifique eventuais surgências de água na base escavada, deverá ser implantado sistema de drenagem sub-superficial à semelhança do implantado na área do aterro sanitário. Ressalta-se que, a princípio, não é esperado nível d' água elevado nesse local, devendo, entretanto, ser confirmado por meio de sondagens a serem executadas anteriormente ao início dos trabalhos de implantação.

#### **b) Execução de Aterro de Impermeabilização na Fundação**

A impermeabilização da fundação da área de disposição emergencial de RSS deverá contar com um sistema de múltiplas barreiras. As múltiplas barreiras deverão ser instaladas sobre o terreno limpo, isento de vegetais ou de solos de baixa capacidade de suporte ou ainda outros obstáculos tais como troncos, raízes ou pontas de rocha. As múltiplas barreiras deverão se constituir minimamente, por camada de argila compactada, com permeabilidade inferior a 10<sup>-7</sup> cm/s, com espessura mínima de 1,0 metro, sobreposta por geomembrana em PEAD, com espessura de 2 mm, sobreposta, por sua vez, por camada de solo de 30 cm de espessura, visando a sua proteção mecânica.

Para a execução do aterro compactado de impermeabilização da fundação deverão ser utilizados solos essencialmente argilosos e espessura mínima de 1,0 metro, conforme definido em projeto e mediante aprovação da FISCALIZAÇÃO. O grau de compactação mínimo requerido a ser atingido na compactação de cada camada deverá ser 98% referido ao ensaio de compactação Proctor (ABNT-MB-33/Energia Normal) feito pela Metodologia de Hilf. O teor de umidade deverá se apresentar inferior a 1,15 e superior a 1,05 do teor de umidade ótimo referido à energia normal de compactação, de modo a possibilitar a execução de corpo compactado com condições adequadas.

Previamente ao lançamento dos solos dever-se-á executar todos os serviços de limpeza, escavação e drenagem construtiva, além da drenagem sub-superficial conforme previsto em projeto. A camada de solo compactado de impermeabilização deverá ser executada em toda a área da fundação onde serão depositados os RSS.

Após a limpeza superficial, a superfície natural exposta será compactada através de rolo compactador, sem vibração.

O solo deverá ser descarregado por caminhões basculantes, espalhado com trator de esteira tipo D6 ou similar em camadas com no máximo 25 centímetros.

O material lançado será espalhado e nivelado de modo a ser obtida uma superfície plana e de espessura uniforme. Na sequência, o solo lançado deverá ser tratado por meio de grade de discos para assegurar que ao longo de sua espessura seja obtido um material homogêneo quanto ao teor da umidade e textura, promovendo-se todas as medidas de umedecimento por irrigação ou aeração para correção dessa umidade. A compactação deverá ser efetuada com rolo compactador tipo tamping.

Para o lançamento de uma nova camada sobre uma já executada deverá ser feita uma escarificação superficial da camada existente de modo a assegurar uma boa ligação entre camadas.

Dever-se-á prever ensaios de permeabilidade a carga variável em laboratório, em corpos de prova moldados em conformidade com o especificado para o aterro compactado, o qual deverá resultar com permeabilidade inferior a  $10^{-7}$  cm/s.

Os materiais deverão estar isentos de matéria orgânica, matéria vegetal, blocos de rocha com granulometria superior a 10 cm, ou outros materiais impróprios e todos os outros avaliados pela FISCALIZAÇÃO.

Durante a execução do aterro compactado, a praça de compactação deverá ser mantida com declividade mínima de 2,0% para permitir o rápido escoamento das águas de chuva.

#### **c) Instalação de Manta PEAD 2,0mm na Fundação**

O sistema de impermeabilização com instalação de geomembrana de PEAD com 2,0 mm de espessura será implantado em toda a projeção da fundação e nos taludes laterais resultantes dos serviços de escavação.

Após os serviços de instalação da geomembrana de PEAD, todas as juntas que forem executadas deverão ser ensaiadas de acordo com a metodologia descrita em Norma para assegurar a integridade do sistema de impermeabilização.

Deverá ser executada camada de proteção mecânica da manta de PEAD 2,0mm com solo compactado resultando na espessura mínima de 30 cm. A camada de proteção mecânica deverá ser executada, neste momento, apenas na base do aterro, conforme apresentado nas folhas de projeto 24/25 e 25/25.

#### **d) Sistema de Drenagem de Alerta na Fundação**

O sistema de drenagem de alerta será executado em toda a área de fundação sobre a camada de solo de proteção mecânica da geomembrana em PEAD.



Será constituído de um tapete de areia grossa com espessura de 40 cm, tendo a função de “dreno de alerta”, ou seja, caso eventualmente ocorra o vazamento de líquido percolado o mesmo será captado e encaminhado para a rede de tubos PEAD perfurados de diâmetro igual a 200mm, PN-12,5 ou similar, e destes para a caixa de recepção.

Os tubos PEAD perfurados que compõem o sistema de drenagem de alerta na fundação deverão ser envoltos por manta geotêxtil tipo bidim RT-10 ou similar, conforme especificação de projeto. O trecho de emissário deverá ser executado com tubo PEAD liso e no local de transposição da manta PEAD do sistema de impermeabilização, o mesmo deverá ser soldado a manta mantendo o sistema estanque.

Sobre o tapete drenante de areia grossa do sistema de drenagem de alerta será instalada manta geotêxtil do tipo bidim RT-16 ou similar, conforme especificação de projeto.

#### **e) Execução de Aterro Compactado**

Concluídos os serviços de implantação da drenagem de alerta na fundação, iniciam-se os serviços de execução de reaterro da área com solo selecionado e compactado.

Para a execução dos aterros compactados previstos para a área de disposição emergencial de RSS, deverão ser utilizados os mesmos solos provenientes da escavação da área, mediante aprovação da FISCALIZAÇÃO. O grau de compactação mínimo requerido a ser atingido na compactação de cada camada deverá ser 98% referido ao ensaio de compactação Proctor (ABNT-MB-33/Energia Normal) feito pela Metodologia de Hilf. O teor de umidade deverá se apresentar inferior a 1,05 e superior a 0,95 do teor de umidade ótimo referido à energia normal de compactação, de modo a possibilitar a execução de corpo compactado com condições adequadas.

O solo deverá ser descarregado por caminhões basculantes, espalhado com trator de esteira tipo D6 ou similar em camadas com no máximo 25 centímetros.

O material lançado será espalhado e nivelado de modo a ser obtida uma superfície plana e de espessura uniforme. Na seqüência, o solo lançado deverá ser tratado por meio de grade de discos para assegurar que ao longo de sua espessura seja obtido um material homogêneo quanto ao teor da umidade e textura, promovendo-se todas as medidas de umedecimento por irrigação ou aeração para correção dessa umidade. A compactação deverá ser efetuada com rolo compactador tipo tamping.

Para o lançamento de uma nova camada sobre uma já executada deverá ser feita uma escarificação superficial da camada existente de modo a assegurar uma boa ligação entre camadas.

A espessura da camada, o tipo e o número de passagens do equipamento de compactação poderão ser alterados em função de observações feitas durante os trabalhos iniciais e baseados em ensaios de controle de compactação tipo Hilf-Proctor, executados em um número de 1 ensaio para cada 500 m³, sendo executado no mínimo 1 ensaio por camada e sempre que se tiver materiais diferenciados, sem reuso do material.

Durante a execução do aterro compactado, a praça de compactação deverá ser mantida com declividade mínima de 2,0% para permitir o rápido escoamento das águas de chuva.

#### **f) Sistema de Drenagem Superficial de Entorno**

A etapa de implantação da área de disposição emergencial de RSS contará, ainda, com a implantação de um sistema de drenagem pluvial que consiste em canaletas meia-cana pré-moldadas de concreto, caixas de passagem e galeria com tubos de concreto armado, que terá função de proteger as áreas que receberão os resíduos.

##### **Canaleta meia-cana pré-moldada de concreto**

As canaletas meia-cana pré-moldadas de concreto serão implantadas em todo o entorno da área de disposição emergencial de RSS. A dimensão desse elemento será variável entre 200mm e 500mm de diâmetro, conforme indicado na folha de projeto 16/25.

A implantação desses elementos consiste na escavação de uma vala nas posições indicadas no projeto, nivelamento do fundo das valas de maneira a obedecer as declividades mínimas impostas em projeto, o assentamento das peças propriamente dito e o reaterro com solo compactado por meio de sapo mecânico.

##### **Caixas de passagem**

As caixas de passagem deverão ser executadas com laje de concreto e paredes de alvenaria de blocos de concreto com dimensões especificadas no projeto. Esses elementos serão responsáveis pelas mudanças de direções existentes no sistema de drenagem das águas pluviais, garantindo o encaminhamento das vazões captadas para o ponto de lançamento no sistema de drenagem do CTRS-DF.

A implantação desses elementos consiste na escavação de uma vala nas posições requeridas, nivelamento do fundo das valas, execução do lastro de concreto magro, execução da laje de fundo sobre a qual serão executadas as paredes laterais, finalizando com o reaterro do entorno da caixa de passagem com solo compactado por meio de sapo mecânico.

##### **Galeria com tubo de concreto armado**

A galeria deverá ser executada com tubo de concreto armado de 600 mm de diâmetro. Esse elemento será responsável pelo encaminhamento das vazões captadas pelo sistema de drenagem das águas pluviais para o sistema de drenagem da via de acesso adjacente a área de disposição emergencial de RSS.

A implantação desse elemento consiste na escavação de uma vala na posição indicadas no projeto, nivelamento do fundo da vala, execução do lastro de brita nº 1, assentamento dos tubos de concreto armado e reaterro da vala com solo compactado por meio de sapo mecânico.

#### **3.7.2. Operação de Disposição Emergencial de RSS**

A área de disposição emergencial de RSS deverá ficar preparada para receber os resíduos a partir da etapa de implantação do CTRS-DF, conforme apresentado na folha de projeto 24/25. A execução das valas de disposição, entretanto, somente se fará a partir do momento que seja necessária a sua utilização.

Assim, a área de disposição emergencial de RSS contará com a implantação de 6 (seis) valas com 45,0 metros de comprimento cada, com volume útil de cerca de 380 m<sup>3</sup> cada, totalizando aproximadamente 2.800 m<sup>3</sup>, para atender um período de operação emergencial de 2 (dois) meses.

A escavação das valas deverá iniciar-se pela vala de número 1, prosseguindo a sequência de avanço em ordem crescente, conforme indicado no projeto, que evidentemente poderá ser ajustada em função de outros aspectos de ordem operacional ou executiva. A escavação deverá atingir a cota -2,50 metros a partir da cota atual do terreno, mantendo a geometria e declividades indicadas no projeto.

O solo escavado deverá ser estocado ao lado ou em área próxima para utilização posterior na cobertura dos resíduos depositados nas valas.

Após o nivelamento da base da vala para disposição emergencial de RSS, obedecidas às especificações exigidas acima, iniciam-se os serviços de implantação do sistema de impermeabilização da vala.

Além do sistema de impermeabilização de múltiplas barreiras já executado na fundação da área de disposição emergencial dos RSS, o sistema conta ainda com impermeabilização individual das trincheiras conforme será descrito a seguir.

O sistema de impermeabilização contempla a instalação de geomembrana de PEAD com espessura de 2,0 mm, no interior da vala, sobre o terreno limpo, isento de pedra ou de quaisquer outros materiais que possam vir a danificar a manta de PEAD, garantindo o comprimento adicional para que, quando do encerramento da vala, esta possa cobrir todos os resíduos, confinando-os.

Sobre a geomembrana de PEAD com espessura de 2,0 mm será instalada manta geotêxtil do tipo bidim RT-16 ou similar que atuará como proteção mecânica da manta de PEAD, garantindo, da mesma forma, comprimento adicional para que, quando do encerramento da vala, esta possa cobrir todos os resíduos, confinando-os e assegurando a estanqueidade da vala de disposição dos RSS.

As valas serão preenchidas no sentido de montante para jusante, conforme indicado no projeto, com o lançamento dos RSS diretamente dos coletores para a vala, devido às características dos resíduos, principalmente, com a presença de materiais perfuro cortantes, para que não ocorra qualquer tipo de contato dos operadores com os resíduos.

Para o lançamento, os coletores deverão ser posicionados de ré, até atingirem a posição de descarga que deverá estar indicada por uma mureta guia, provisória e móvel, instalada no topo da vala.

Ao final de cada dia de operação, os resíduos deverão receber cobertura intermediária com solo lançado sobre os mesmos, não permitindo a exposição dos RSS por período superior a oito horas.

Imediatamente antes do fechamento da vala em operação, a próxima vala a ser preenchida deverá estar pronta para receber os RSS, ficando claro que os serviços necessários para a implantação da vala que receberá os RSS será realizado concomitantemente aos serviços de operação.

### **3.7.3. Fechamento das Valas de Disposição Emergencial de RSS**

Após o encerramento da vala com seu preenchimento até a cota do terreno, iniciar-se-ão os serviços de fechamento que consistirá no fechamento com sobreposição, primeiramente, da manta geotêxtil tipo bidim, envolvendo a totalidade da vala e dos resíduos, que deverá ser costurada em suas extremidades, em seguida a geomembrana de PEAD com espessura de

2,0mm, que deverá cobrir o geotêxtil, ter suas extremidades sobrepostas e soldadas, garantindo a estanqueidade da vala.

Para o completo encerramento da vala de disposição emergencial de RSS, deverá ser executado, imediatamente após a soldagem da ultima manta, o cobrimento total da vala com uma camada de solo compactado com espessura mínima de 80 centímetros. Esta camada de aterro deverá ser executada até as imediações da vala adjacente, que será escavada e preparada para a recepção dos resíduos.

## 4. MEMORIAIS DE CÁLCULO

### 4.1. Análises de Estabilidade

As análises de estabilidade executadas para o Aterro Sanitário CTRS-DF foram processadas considerando a configuração final da Etapa 1 de alteamento, com análises circulares e não circulares (pelo contato).

Foi definida a seção mais crítica para a análise do maciço, denominada seção C-C, localizada na porção Leste da área.

Para fins dessas análises, as poro-pressões foram consideradas através de parâmetros ru, representando a relação entre a poro-pressão e a tensão vertical atuante.

Os parâmetros geotécnicos considerados são conservadores e os níveis de chorume analisados estão associados à hipótese de maciços submetidos à drenagem interna eficiente, dentro dos critérios definidos no projeto e com condições construtivas e operacionais adequadas.

Os parâmetros geotécnicos definidos para o estudo em questão estão apresentados abaixo:

**Tabela 4.1.1: Parâmetros geotécnicos utilizados**

| Material          | Coesão<br>(tf/m <sup>2</sup> ) | Ângulo de Atrito<br>(°) | Peso Específico<br>(tf/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| Lixo              | 1,9                            | 28                      | 1,0                                     |
| Contato           | 0,6                            | 26                      | 1,0                                     |
| Aterro Compactado | 2,5                            | 30                      | 1,8                                     |
| Argila arenosa    | 2,0                            | 26                      | 1,7                                     |
| Silte arenoso     | 3,5                            | 30                      | 1,8                                     |

As análises de estabilidade foram efetivadas pelos métodos clássicos de Bishop Simplificado, utilizando-se o programa Slide, com busca automática de superfícies críticas.

As análises para as condições operacionais da Etapa 1, conforme o presente projeto, apontam para Fatores de Segurança da ordem de 2,0 a 2,5, satisfatórios, condição a ser rigorosamente avaliada ao longo de toda a operação, a partir do monitoramento geotécnico contínuo.

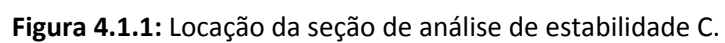
Estão apresentados, a seguir, os resultados obtidos por meio da utilização do programa supra mencionado.

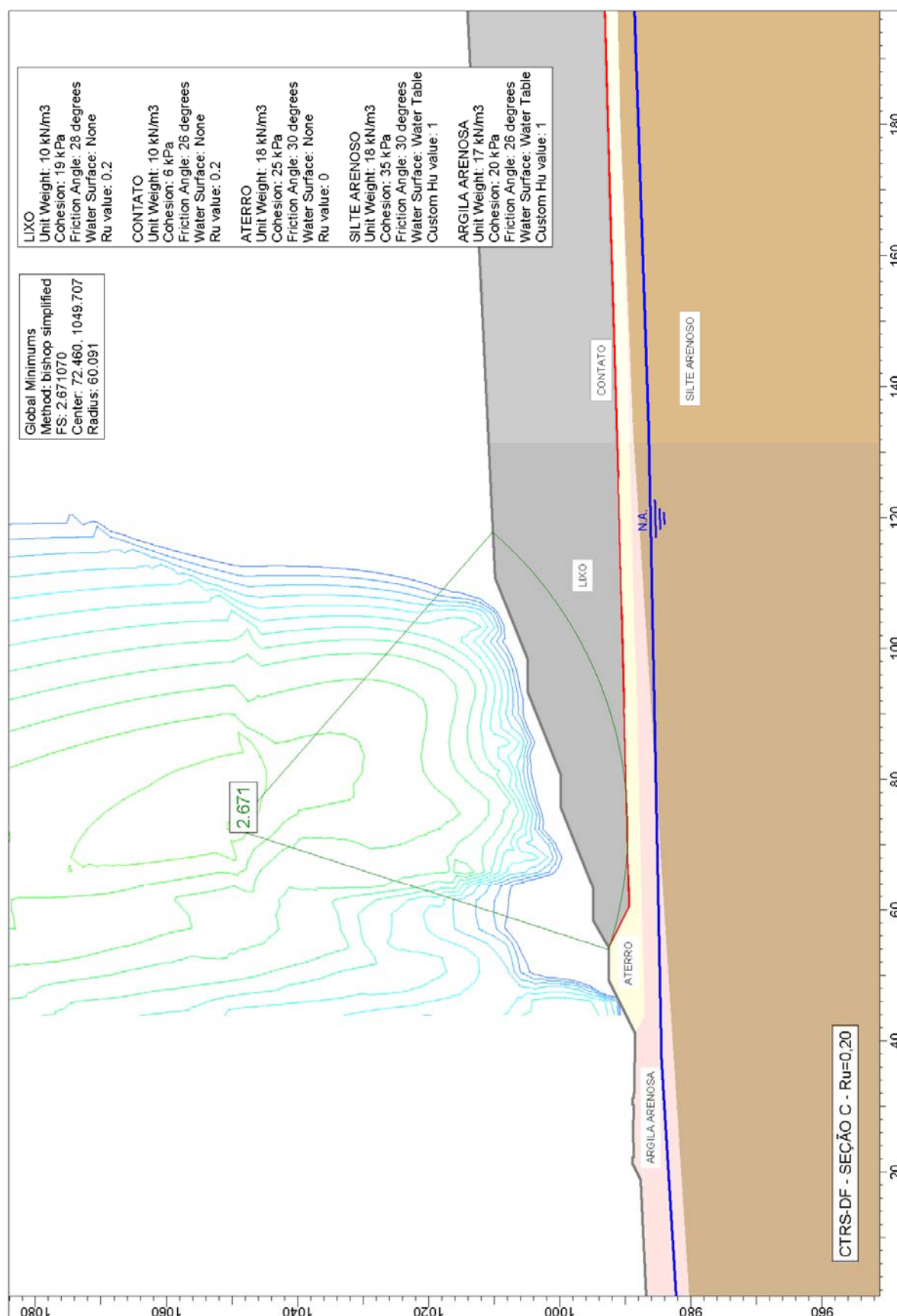


**Tabela 4.1.2: Resumo das análises de estabilidade efetuadas**

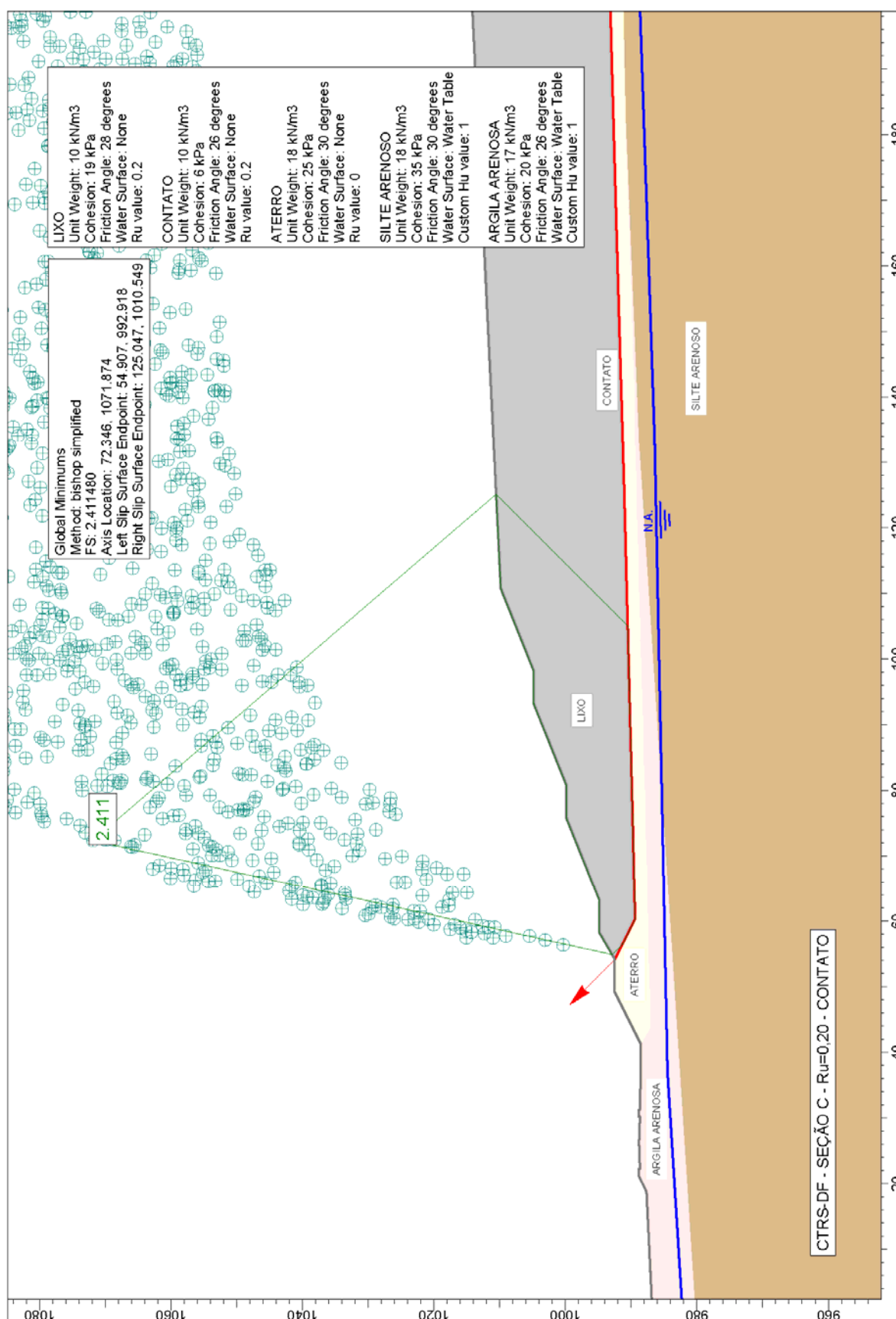
| PRESSÃO NEUTRA | TIPO DE ANÁLISE | FS mínimo |
|----------------|-----------------|-----------|
| Ru = 0,20      | Circular        | 2,67      |
|                | Não-Circular    | 2,41      |
| Ru = 0,30      | Circular        | 2,49      |
|                | Não-Circular    | 2,16      |

A locação da seção de estabilidade e as superfícies de ruptura bem como os respectivos fatores de segurança estão apresentados em seção transversal ao maciço de resíduos, como pode se observar nas figuras seguir.

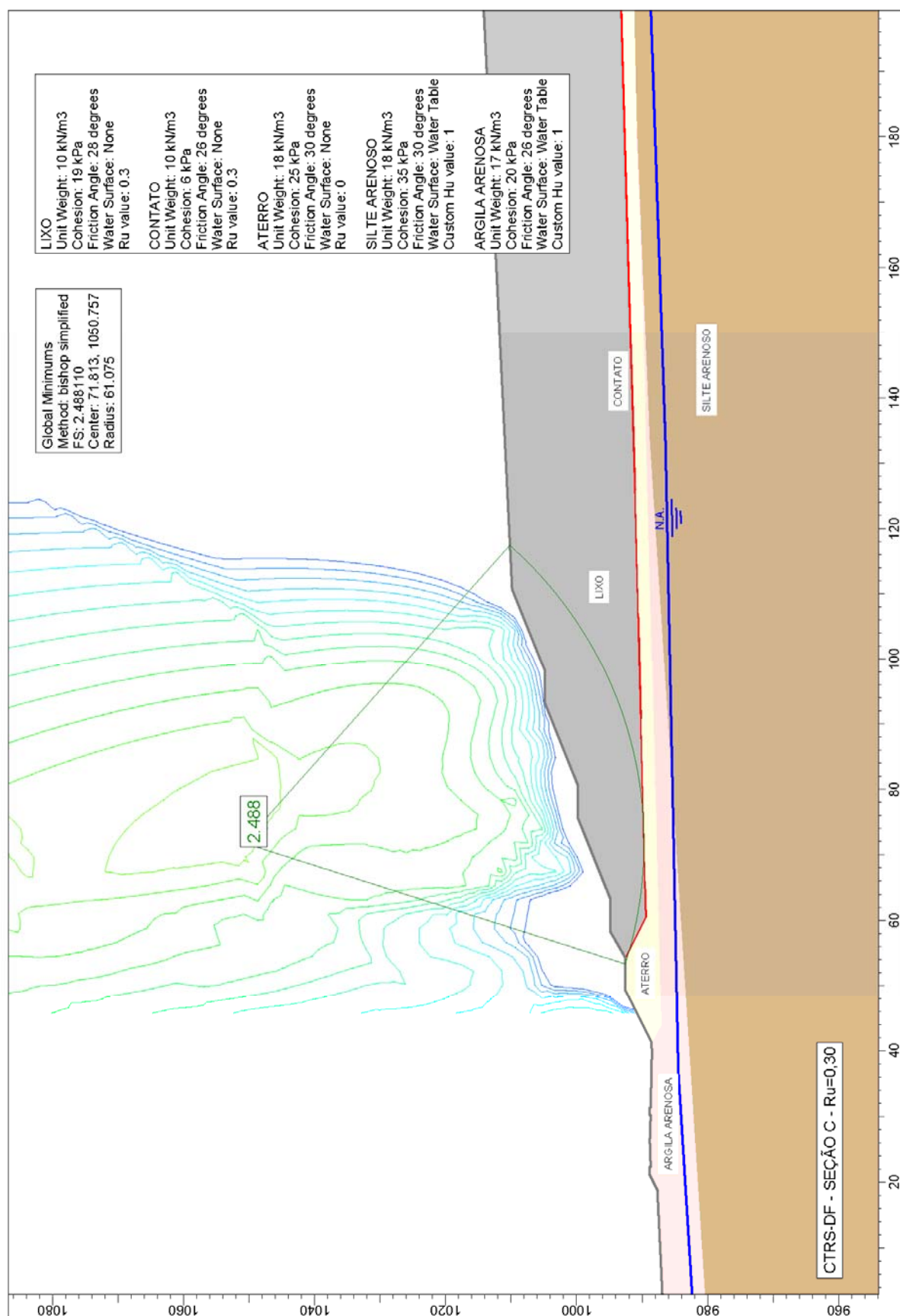




**Figura 4.1.2:** Análise de estabilidade circular – Seção C – Ru=0,20.

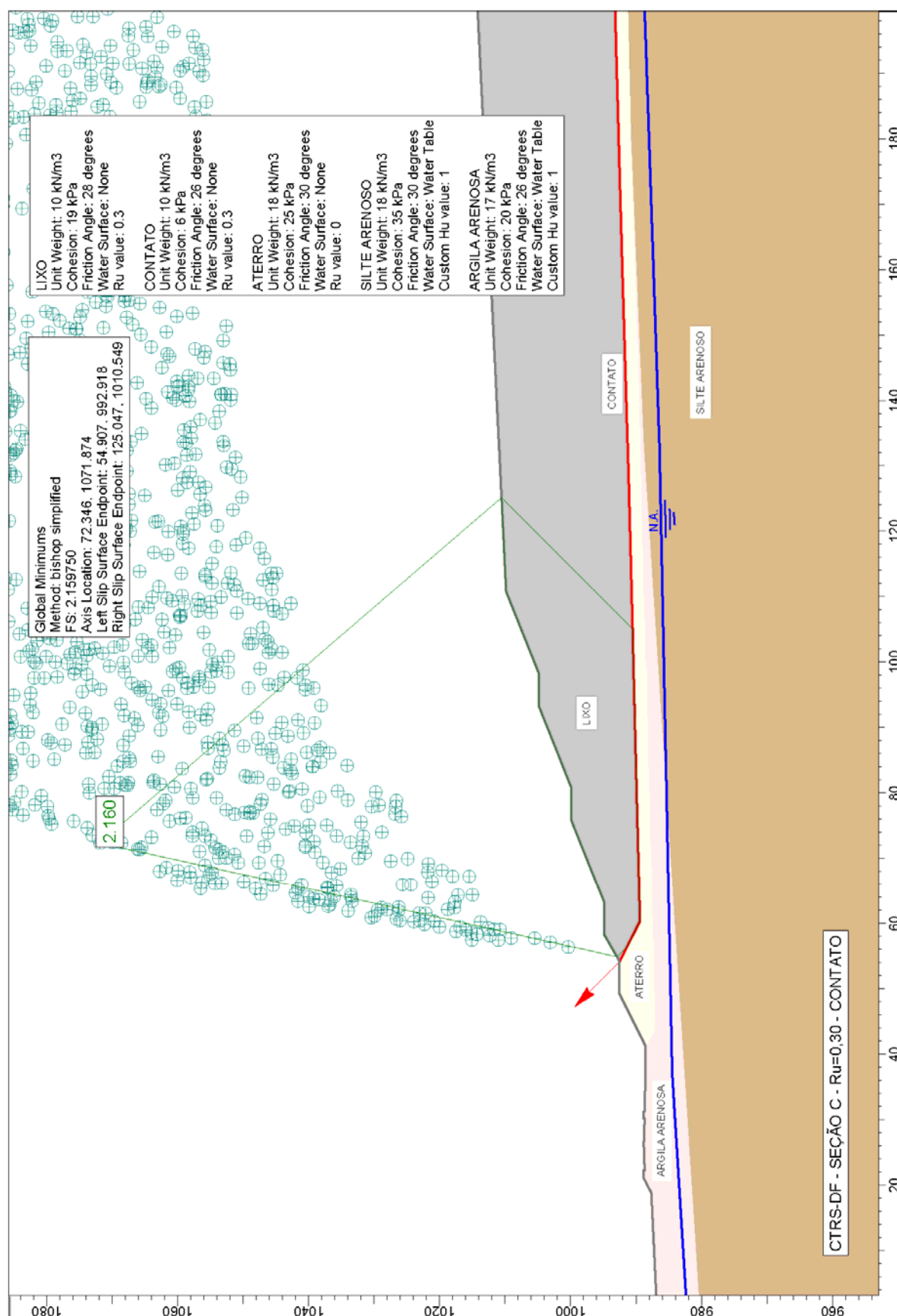


**Figura 4.1.3:** Análise de estabilidade não-circular – Seção C – Ru=0,20.



**Figura 4.1.4:** Análise de estabilidade circular – Seção C – Ru=0,30.





**Figura 4.1.5:** Análise de estabilidade não-circular – Seção C – Ru=0,30.

## **4.2. Estimativa das Vazões de Chorume**

### **4.2.1. Introdução**

Esse memorial apresenta a estimativa das vazões de chorume a serem geradas nas diversas fases da Etapa 1 do CTRS-DF, bem como nas Etapas 2, 3 e 4 subsequentes.

### **4.2.2. Determinação da Vazão de Chorume**

A vazão de chorume será determinada pela formulação do Método Suíço, utilizando os dados pluviométricos do INMET.

As vazões de chorume produzidas em um aterro sanitário são provenientes da decomposição dos resíduos, devendo considerar contribuições devido a infiltrações pluviométricas, junto às células.

O coeficiente de contribuição  $k$  considera as condições de compactação promovidas no maciço sanitário, de decomposição dos resíduos e de contribuição pluviométrica.

A concepção do projeto do Aterro Sanitário da CTRS-DF considera a instalação de drenagem de águas pluviais no entorno do aterro e junto ao próprio aterro, de maneira a otimizar as condições de captação e condução desses escoamentos e minimizar infiltrações.

Nas situações de projeto restringem-se as bacias de contribuição a partir da drenagem das águas superficiais de montante. O coeficiente de contribuição  $k$  utilizado corresponde a  $k=0,52$ .

### **4.2.3. Estimativa das vazões de chorume pelo Método Suíço**

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

$$Q = k \times P \times A$$

Onde:

$Q$  = vazão de chorume que se deseja determinar;

$k$  = coeficiente de contribuição;

$P$  = precipitação média;

$A$  = área de contribuição.

Para o cálculo das vazões máximas, utilizou-se a máxima precipitação mensal observada entre os anos de 2006 a 2011, conforme dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, a saber, 282 mm.

Para o cálculo das vazões médias, utilizou-se a precipitação média anual observada no histórico entre os anos de 1960 a 1990, conforme dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, a saber, 1.555 mm.

### **Situação de Projeto – Etapa 01 (fase 01)**

---

Área de Contribuição = 40.000,00 m<sup>2</sup>;

K = 0,52;

Precipitação média anual = 1.555 mm/ano;

Precipitação máxima mensal = 282 mm/mês.

⇒ **Vazão média anual**

$$Q_m = k \times P_m \times A_{cont}$$

$$Q_m = 0,52 \times 1,555 \times 40.000,00 = 32.344,00 m^3 / ano$$

$$Q_m = \frac{32.344,00}{31.536} = 1,0 l / s$$

⇒ **Vazão de pico – máxima mensal**

$$Q_p = k \times P_p \times A_{cont}$$

$$Q_p = 0,52 \times 0,282 \times 40.000,00 = 5.865,60 m^3 / mês$$

$$Q_p = \frac{5.865,60}{2.592} = 2,3 l / s$$

### **Situação de Projeto – Etapa 01 (fase 02)**

---

Área de Contribuição = 69.000,00 m<sup>2</sup>;

K = 0,52;

Precipitação média anual = 1.555 mm/ano;

Precipitação máxima mensal = 282 mm/mês.

⇒ **Vazão média anual**

$$Q_m = k \times P_m \times A_{cont}$$

$$Q_m = 0,52 \times 1,555 \times 69.000,00 = 55.793,40 m^3 / ano$$

$$Q_m = \frac{55.793,40}{31.536} = 1,8 l / s$$

⇒ **Vazão de pico – máxima mensal**

$$Q_p = k \times P_p \times A_{cont}$$

$$Q_p = 0,52 \times 0,282 \times 69.000,00 = 10.118,16 m^3 / mês$$

$$Q_p = \frac{10.118,16}{2.592} = 3,9 l / s$$

---

**Situação de Projeto – Etapa 01 (fase 03)**

Área de Contribuição = 91.000,00 m<sup>2</sup>;

K = 0,52;

Precipitação média anual = 1.555 mm/ano;

Precipitação máxima mensal = 282 mm/mês.

⇒ **Vazão média anual**

$$Q_m = k \times P_m \times A_{cont}$$

$$Q_m = 0,52 \times 1,555 \times 91.000,00 = 73.582,60 m^3 / ano$$

$$Q_m = \frac{73.582,60}{31.536} = 2,3 l / s$$

⇒ **Vazão de pico – máxima mensal**

$$Q_p = k \times P_p \times A_{cont}$$

$$Q_p = 0,52 \times 0,282 \times 91.000,00 = 13.344,24 m^3 / mês$$

$$Q_p = \frac{13.344,24}{2.592} = 5,2 l / s$$

---

**Situação de Projeto – Etapa 01 (fase 04)**

Área de Contribuição = 110.000,00 m<sup>2</sup>;

K = 0,52;

Precipitação média anual = 1.555 mm/ano;

Precipitação máxima mensal = 282 mm/mês.

⇒ **Vazão média anual**

$$Q_m = k \times P_m \times A_{cont}$$

$$Q_m = 0,52 \times 1,555 \times 110.000 = 88.946,00 m^3 / ano$$

$$Q_m = \frac{88.946,00}{31.536} = 2,8 l / s$$

⇒ **Vazão de pico – máxima mensal**

$$Q_p = k \times P_p \times A_{cont}$$

$$Q_p = 0,52 \times 0,282 \times 110.000,00 = 16.130,40 m^3 / mês$$

$$Q_p = \frac{16.130,40}{2.592} = 6,3 l / s$$

---

**Situação de Projeto – Etapa 02**

Área de Contribuição = 232.000,00 m²;

K = 0,52;

Precipitação média anual = 1.555 mm/ano;

Precipitação máxima mensal = 282 mm/mês.

⇒ **Vazão média anual**

$$Q_m = k \times P_m \times A_{cont}$$

$$Q_m = 0,52 \times 1,555 \times 232.000,00 = 187.595,20 m^3 / ano$$

$$Q_m = \frac{187.595,20}{31.536} = 5,9 l / s$$

⇒ **Vazão de pico – máxima mensal**

$$Q_p = k \times P_p \times A_{cont}$$

$$Q_p = 0,52 \times 0,282 \times 232.000,00 = 34.020,48 m^3 / mês$$

$$Q_p = \frac{34.020,48}{2.592} = 13,1 l / s$$

---

**Situação de Projeto – Etapa 03**

Área de Contribuição = 320.000,00 m²;

K = 0,52;

Precipitação média anual = 1.555 mm/ano;



Precipitação máxima mensal = 282 mm/mês.

⇒ **Vazão média anual**

$$Q_m = k \times P_m \times A_{cont}$$

$$Q_m = 0,52 \times 1,555 \times 320.000,00 = 258.752,00m^3 / ano$$

$$Q_m = \frac{258.752,00}{31.536} = 8,2l / s$$

⇒ **Vazão de pico – máxima mensal**

$$Q_p = k \times P_p \times A_{cont}$$

$$Q_p = 0,52 \times 0,282 \times 320.000,00 = 46.924,80m^3 / mês$$

$$Q_p = \frac{46.924,80}{2.592} = 18,1l / s$$

---

#### **Situação de Projeto – Etapa 04**

---

Área de Contribuição = 320.000,00 m<sup>2</sup>;

K = 0,52;

Precipitação média anual = 1.555 mm/ano;

Precipitação máxima mensal = 282 mm/mês.

⇒ **Vazão média anual**

$$Q_m = k \times P_m \times A_{cont}$$

$$Q_m = 0,52 \times 1,555 \times 320.000,00 = 258.752,00m^3 / ano$$

$$Q_m = \frac{258.752,00}{31.536} = 8,2l / s$$

⇒ **Vazão de pico – máxima mensal**

$$Q_p = k \times P_p \times A_{cont}$$

$$Q_p = 0,52 \times 0,282 \times 320.000,00 = 46.924,80m^3 / mês$$

$$Q_p = \frac{46.924,80}{2.592} = 18,1l / s$$

### **4.3. Sistema de Drenagem de Águas Pluviais**

#### **4.3.1. Estudos Hidráulicos**

As vazões pluviais incidentes na área do empreendimento serão captadas e encaminhadas por meio de canaletas, canais, galerias e demais elementos de drenagem superficial, rígidos ou flexíveis, implantados sobre o corpo do maciço sanitário e também sobre o terreno natural.

Apresentam-se, a seguir, a metodologia de cálculo e o dimensionamento dos principais elementos de drenagem considerados.

#### **4.3.2. Determinação da Vazão Escoda**

As áreas de contribuição de vazões pluviais foram definidas em função da conformação topográfica da região e considerando os pontos notáveis do local e da afluência de vazões concentradas.

A intensidade de chuva é determinada em função da relação duração – frequência, obtida através da análise probabilística das máximas intensidades pluviométricas discretizadas para diferentes durações. O conhecimento das características das precipitações intensas apresenta grande interesse por sua aplicação em estudos e projetos de drenagem urbana e de combate às inundações.

Inúmeros estudos determinaram equações de chuvas intensas em diversas regiões do Brasil; para o caso em questão utilizaram-se duas equações, sendo a primeira extraída da compilação realizada por Aparecido Vanderlei Festi, e a outra recomendada pela NOVACAP.

Equação 1:

Para  $Tr = 10$  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:

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

sendo;

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

$t$  = tempo de concentração, em min;

$Tr$  = tempo de recorrência, em anos;

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

Tendo em vista a importância das obras projetadas, adotou-se para a determinação da chuva de projeto, período de retorno de 10 anos para os elementos provisórios e 25 anos para os elementos definitivos.

Para a determinação do tempo de concentração, utilizou-se a formulação de George Ribeiro:

$$T_c = 16 \cdot L / \left( (1,05 - 0,2 \cdot p) \cdot (100 \cdot S) \right)^{0,04}$$

onde:

p: relação área coberta de vegetação / área total da bacia;

S: declividade média do talvegue;

L: comprimento do talvegue.

A vazão é calculada utilizando-se a fórmula Racional:

$$Q = c \times i \times A$$

onde:

c = coeficiente “run-off”

i = intensidade pluviométrica

A = área analisada

#### **4.3.3. Estimativa das Vazões e dimensionamento dos elementos de drenagem**

A seguir estão apresentados os dimensionamentos dos seguintes elementos de drenagem:

- a) Canaletas meia-cana de concreto definitivas e provisórias;
- b) Descidas hidráulicas de concreto com degraus provisórias e definitivas;
- c) Canais retangulares definitivos;
- d) Canais trapezoidais provisórios;
- e) Descidas hidráulicas em colchão Reno nas células de lixo provisórias e definitivas;
- f) Travessias em tubos de concreto.

##### **a) Canaletas meia-cana de concreto definitivas e provisórias**

Serão executadas canaletas meia-cana de concreto com a função de coletar as águas incidentes nos taludes e encaminhá-las aos pontos de lançamento.

### Determinação da vazão de projeto

| TRECHO | A contrib (m²) | tc adotado (min) | TR (anos) | i (L/ha x s) | run-off | Q proj (m³/s) | Dimensionamento |
|--------|----------------|------------------|-----------|--------------|---------|---------------|-----------------|
| CND-1  | 365            | 10               | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,007         | ø200            |
| CND-2  | 3337           | 10               | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,068         | ø500            |
| CND-2A | 3143           | 10               | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,064         | ø500            |
| CND-5  | 2785           | 10               | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,056         | ø300            |
| CNP-1  | 12161          | 10               | 10        | 465,85       | 0,4     | 0,227         | ø500            |
| CNP-2  | 1789           | 10               | 10        | 465,85       | 0,4     | 0,033         | ø400            |

As características das canaletas estão apresentadas a seguir:

- Coeficiente de Manning = 0,018.

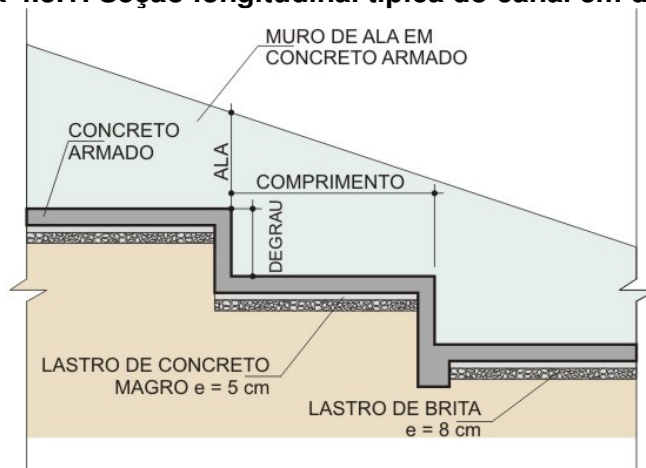
A capacidade das canaletas foi verificada utilizando-se “free board” de 20% e a mesmas comportam as vazões de contribuição para os trechos em questão.

#### b) Descidas hidráulicas de concreto com degraus

Em consequência da elevada declividade para alguns trechos, deverá se prever a utilização de descidas hidráulicas com degraus, a serem instaladas de modo a adequar a velocidade de escoamento abaixo da velocidade admissível. Os trechos das descidas hidráulicas em degraus deverão ser executados com laje e espelhos em concreto armado e paredes de alvenaria, prevendo a execução de brocas e pilaretes quando necessário.

Para o dimensionamento, adota-se o esquema a seguir apresentado:

**Figura 4.3.1: Seção longitudinal típica do canal em degraus**



onde:

L = largura do canal; h = altura do degrau; p = comprimento mínimo do degrau

Canais em degraus: CDD-01, CDD-02 e CDP-02

O canal em degraus CDD-01 conduz as vazões originadas por toda porção Leste do aterro ao ponto de descarga de montante, e se inicia na chegada da TR-6. O canal em degraus CDD-02 conduz as vazões originadas por toda porção Oeste do aterro ao ponto de descarga de jusante, e se inicia na chegada da TR-8.

O canal CDP-02 está implantado nos taludes da área de estocagem e foi dimensionado para o caso crítico de contribuições. A execução dos demais canais dessa área (CDP-01 a CDP-08) deve obedecer as dimensões do primeiro.

A vazão de contribuição para cada descida hidráulica em degraus corresponde a:

**Determinação das vazões das descidas em degraus**

| TRECHO | A contrib (m²) | tc adotado (min) | TR (anos) | i (L/ha x s) | run-off | Q proj (m³/s) |
|--------|----------------|------------------|-----------|--------------|---------|---------------|
| CDD-01 | 148771         | 13,58            | 25        | 445,33       | 0,4     | 2,650         |
| CDD-02 | 284712         | 22,89            | 25        | 342,83       | 0,4     | 3,823         |
| CDP-02 | 6468           | 10               | 10        | 465,85       | 0,4     | 0,131         |

Para o dimensionamento desses elementos, utiliza-se a seguinte formulação:

$$D = \frac{q^2}{g} \times h^3$$

$$Y_p = 1,00 \cdot D^{0,22} \cdot h$$

$$p = 4,30 \cdot D^{0,27} \cdot h$$

onde:

- ✓ *q* : Vazão específica;
- ✓ *h*: Altura do degrau;
- ✓ *D*: fator degrau;
- ✓ *Yp*: altura mínima do degrau;
- ✓ *P*: comprimento mínimo do degrau.

**Dimensionamento dos elementos**

| TRECHO | largura do canal (m) | vazão específica (m³/s) | altura do degrau (m) | D      | Yp (m) | L jato (m) | P (m) | Ala (m) |
|--------|----------------------|-------------------------|----------------------|--------|--------|------------|-------|---------|
| CDD-01 | 1,50                 | 1,767                   | 0,50                 | 2,5478 | 0,61   | 2,77       | 4,20  | 1,12    |
| CDD-02 | 2,00                 | 1,912                   | 0,80                 | 0,7594 | 0,75   | 3,19       | 12,30 | 1,52    |
| CDP-02 | 1,00                 | 0,131                   | 0,50                 | 0,0140 | 0,20   | 0,68       | 1,00  | 0,52    |

**c) Canais retangulares definitivos**

Serão implantados canais retangulares em todo o entorno das células de alteamento para captação das vazões provenientes as áreas externas ao aterro e encaminhamento das vazões efluentes das descidas hidráulicas até o ponto de descarga.

As vazões de projeto nos trechos representam as contribuições de diversas sub-bacias, determinadas em função da conformação topográfica e das características de cobertura vegetal da área.



### Determinação das vazões de projeto

| Trecho | A contrib (m²) | tc adotado (min) | TR (anos) | i (L/ha x s) | run-off | Q proj (m³/s) |
|--------|----------------|------------------|-----------|--------------|---------|---------------|
| CRD-01 | 49.971         | 10               | 25        | 506,36       | 0,40    | 1,012         |
| CRD-02 | 16.162         | 10               | 25        | 506,36       | 0,40    | 0,327         |
| CRD-03 | 70.136         | 10               | 25        | 506,36       | 0,40    | 1,420         |
| CRD-04 | 278.784        | 22,89            | 25        | 342,83       | 0,40    | 3,823         |
| CRD-05 | 278.784        | 22,89            | 25        | 342,83       | 0,40    | 3,823         |
| CRD-06 | 37.465         | 10               | 25        | 506,36       | 0,40    | 0,759         |
| CRD-07 | 77.167         | 13,58            | 25        | 445,33       | 0,40    | 1,563         |
| CRD-08 | 29.367         | 13,58            | 25        | 445,33       | 0,40    | 0,595         |
| CRD-09 | 18.532         | 13,58            | 25        | 445,33       | 0,40    | 0,375         |
| CRD-10 | 7.464          | 10               | 25        | 506,36       | 0,40    | 0,151         |
| CRD-11 | 1.713          | 10               | 25        | 506,36       | 0,40    | 0,035         |

Por meio da equação abaixo, determinam-se as características dos trechos:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times (Rh)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

### Dimensionamento dos trechos

| Trecho | Largura base (m) | Altura (m) | Decliv. (m/m) |
|--------|------------------|------------|---------------|
| CRD-01 | 1,00             | 0,80       | 0,0089        |
| CRD-02 | 0,60             | 0,60       | 0,0097        |
| CRD-03 | 1,00             | 1,40       | 0,0335        |
| CRD-04 | 1,20             | 1,00       | 0,0380        |
| CRD-05 | 1,50             | 1,50       | 0,0401        |
| CRD-06 | 1,00             | variável   | 0,0583        |
| CRD-07 | 1,00             | 1,20       | 0,0126        |
| CRD-08 | 1,00             | 1,00       | 0,0320        |
| CRD-09 | 1,00             | 0,80       | 0,0050        |
| CRD-10 | 0,60             | 0,60       | 0,0200        |
| CRD-11 | 0,60             | 0,60       | 0,0050        |

#### d) Canais trapezoidais provisórios

Serão implantados canais trapezoidais provisórios de modo a garantir correta drenagem do empreendimento em sua fase de operação parcial.

As vazões de projeto nos trechos representam as contribuições de diversas sub-bacias, determinadas em função da conformação topográfica e das características de cobertura vegetal da área.

### Determinação das vazões de projeto

| Trecho | A contrib (m²) | tc adotado (min) | TR (anos) | i (L/ha x s) | run-off | Q proj (m³/s) |
|--------|----------------|------------------|-----------|--------------|---------|---------------|
| CTP-1  | 10.398         | 10               | 10        | 465,85       | 0,40    | 0,194         |
| CTP-2  | 42.406         | 10               | 10        | 465,85       | 0,40    | 0,790         |
| CTP-2A | 3.073          | 10               | 10        | 465,85       | 0,40    | 0,067         |
| CTP-3  | 77.825         | 10               | 10        | 465,85       | 0,40    | 1,576         |
| CTP-4  | 35.193         | 10               | 10        | 465,85       | 0,40    | 0,713         |
| CTP-5  | 58.410         | 10               | 10        | 465,85       | 0,40    | 1,118         |

Por meio da equação abaixo, determinam-se as características dos trechos:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times (Rh)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

### Dimensionamento dos trechos

| Trecho | Largura base (m) | Altura (m) | Decliv. (m/m) |
|--------|------------------|------------|---------------|
| CTP-1  | 0,50             | 0,50       | 0,0087        |
| CTP-2  | 0,50             | 0,50       | 0,0268        |
| CTP-2A | 0,50             | 0,50       | 0,0294        |
| CTP-3  | 1,00             | 0,80       | 0,0100        |
| CTP-4  | 0,60             | 0,60       | 0,0100        |
| CTP-5  | 1,00             | 0,40       | 0,0343        |

### e) 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, correspondente a:

Para as descidas provisórias: DHP-1, que resulta na área de contribuição de 14.551m².

Para as descidas definitivas: DHD-1, que resulta na área de contribuição de 15.650m².

| TRECHO | A contrib (m²) | tc adotado (min) | TR (anos) | i (L/ha x s) | run-off | Q proj (m³/s) |
|--------|----------------|------------------|-----------|--------------|---------|---------------|
| DHP-01 | 14.551         | 10               | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,295         |
| DHD-01 | 15.650         | 10               | 10        | 465,85       | 0,4     | 0,292         |

Condições de operação:

- Declividade = 0,500 m/m;
- Coeficiente de Manning: n = 0,027

Nestas condições tem-se:

### Dimensionamento hidráulico - descidas hidráulicas colchão Reno

| largura base (m) | Lâmina (m) | Declividade (m/m) | Talude 1v:zh z= | coef. Manning | Área molhada (m²) | Perímetro molhado (m) | raio hydr. (m) | Vazão (m³/s) | Velocidade (m/s) |
|------------------|------------|-------------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------------|----------------|--------------|------------------|
| 1,00             | 0,07       | 0,500             | 1,5             | 0,027         | 0,077             | 1,252                 | 0,062          | 0,317        | 4,09             |

| Dimensionamento |      |
|-----------------|------|
| H               | B    |
| 1,10            | 1,00 |

De acordo com as características dos colchões Reno, temos:

### Características Colchão Reno - MACAFERRI DO BRASIL LTDA

| Tipo         | Espessura (cm) | Pedra de enchimento (d <sub>50%</sub> 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 base de 1,00 metros com uma profundidade de 1,10 metro, perfazendo um comprimento de colchão de 5,00 metros. Devido a velocidade verificada de 4,09 m/s para um período de retorno de 25 anos adota-se colchão Reno com espessura de 17 cm, que suporta a velocidade atingida.

#### f) Travessias em tubos de concreto

Para a passagem de escoamento das descidas hidráulicas e travessias de canais retangulares sob acessos de serão executadas galerias compostas de tubulações de concreto.

As características das travessias são apresentadas a seguir:

Coeficiente de Manning = 0,015

Tempo de retorno = 25 anos

Para tc = 10 min., temos:

### Dimensionamento hidráulico - tubulação de concreto

| Trecho | Vazão (m³/s) | i mínima (m/m) | D (mm)  | h/D  |
|--------|--------------|----------------|---------|------|
| TR-01  | 0,552        | 0,02           | 600     | 0,64 |
| TR-02  | 0,155        | 0,008          | 600     | 0,39 |
| TR-03  | 0,194        | 0,01           | 600     | 0,42 |
| TR-04  | 3,823        | 0,059          | 2 x 800 | 0,67 |
| TR-05  | 0,120        | 0,052          | 600     | 0,32 |
| TR-06  | 2,650        | 0,054          | 2 x 800 | 0,41 |
| TR-07  | 0,060        | 0,01           | 600     | 0,23 |
| TR-08  | 3,823        | 0,035          | 2 x 800 | 0,67 |

|       |       |       |     |      |
|-------|-------|-------|-----|------|
| TR-09 | 0,827 | 0,046 | 800 | 0,63 |
| TR-10 | 0,827 | 0,030 | 800 | 0,67 |
| TR-11 | 0,759 | 0,023 | 800 | 0,60 |

#### 4.3.4. Estimativa das Vazões e dimensionamento dos elementos de drenagem da área destinada as Unidades de Apoio (Administração, Oficina e Almoxarifado)

A seguir estão apresentados os dimensionamentos dos seguintes elementos de drenagem:

- a) Canaletas meia-cana de concreto definitivas;
- b) Sarjetas;
- c) Sarjetões;
- d) Tubulação de ligação dos poços de visita;
- f) Travessias em tubos de concreto.

##### a) Canaletas meia-cana de concreto definitivas

Serão executadas canaletas meia-cana de concreto com a função de coletar as águas incidentes nos taludes e encaminhá-las aos canais retangulares.

##### Determinação da vazão de projeto

| TRECHO | A contrib (m²) | tc (min) | TR (anos) | i (L/ha x s) | run-off | Declividade (%) | Q proj (m³/s) | Dimensionamento |
|--------|----------------|----------|-----------|--------------|---------|-----------------|---------------|-----------------|
| CND-3  | 526            | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,50            | 0,011         | ø300            |
| CND-3A | 1226           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,50            | 0,025         | ø400            |
| CND-4  | 352            | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,50            | 0,007         | ø200            |
| CND-4A | 1607           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,50            | 0,033         | ø400            |
| CND-4B | 2834           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 14,25           | 0,057         | ø500            |
| CND-6  | 751            | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 5,00            | 0,015         | ø400            |
| CN-6A  | 4134           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 2,50            | 0,084         | ø400            |
| CND-7  | 3503           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 2,50            | 0,071         | ø400            |
| CND-7A | 3365           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 2,40            | 0,068         | ø400            |
| CND-8  | 2785           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,60            | 0,068         | ø400            |
| CND-9  | 3039           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 4,00            | 0,056         | ø300            |
| CND-10 | 400            | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 4,16            | 0,062         | ø200            |
| CND-11 | 217            | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 4,30            | 0,008         | ø200            |
| CND-12 | 4371           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,50            | 0,004         | ø500            |
| CND-13 | 2785           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 4,32            | 0,089         | ø400            |

As características dessas canaletas estão apresentadas a seguir:

- Coeficiente de Manning = 0,015;

- Relação área coberta por área total = 0,4

Utilizando a fórmula de Manning, temos:

#### Características das canaletas meia-cana

| Elemento | Decliv. | Vazão       | Diâmetro   | Velocidade |
|----------|---------|-------------|------------|------------|
|          | (%)     | Máx. (m³/s) | Adot. (mm) | Máx. (m/s) |
| ø300mm   | 0,50    | 0,011       | 300        | 0,68       |
| ø400mm   | 0,50    | 0,033       | 400        | 0,91       |
| ø500mm   | 0,50    | 0,089       | 500        | 1,21       |

As capacidades das canaletas foram verificadas utilizando-se “free board” de 20% e comportam as vazões de contribuição para os trechos em questão.

#### b) Sarjetas

Serão executadas sarjetas e guias de concreto no entorno dos prédios administrativos e da oficina/almoxarifado com a função de coletar as águas incidentes nos telhados e áreas adjacentes, com intuito de encaminhá-las as caixas de passagem.

Foram analisados os casos mais críticos para o prédio do platô superior (Oficina) e platô inferior (Administração).

#### Determinação da vazão de projeto

| TRECHO        | A contrib (m²) | tc (min) | TR (anos) | i (L/ha x s) | run-off | Q proj (m³/s) |
|---------------|----------------|----------|-----------|--------------|---------|---------------|
| Oficina       | 352            | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,007         |
| Administração | 1587           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,032         |

As características das sarjetas estão apresentadas a seguir:

- Declividade = 0,005m/m;
- Coeficiente de Manning = 0,018;
- Relação área coberta por área total = 0,4;

Utilizando a fórmula de Manning, modificada por IZZARD, temos:

$$Q = 0,375 \cdot \frac{Z}{n} \cdot y^{8/3} \cdot \sqrt{i}$$

Onde:

- Q = vazão em m³/s;  
n = coeficiente de manning;  
Z = tg φ (ângulo de inclinação da sarjeta);  
y = profundidade da lâmina d'água em m.

### Características das sarjetas

| Trecho        | Ângulo      | Z     | y          | Q (m³/s) | T (largura) |
|---------------|-------------|-------|------------|----------|-------------|
|               | Sarjeta (°) | tgθ   | lâmina (m) | Vazão    | Z.y (m)     |
| Oficina       | 85          | 11,43 | 0,08       | 0,0200   | 0,914       |
| Administração | 84          | 9,51  | 0,12       | 0,0491   | 1,142       |

As capacidades das sarjetas foram verificadas utilizando-se “free board” de 20% (altura da guia de 10 centímetros para o Prédio da Oficina e de 15 centímetros para o Prédio da Administração), e comportam as vazões de contribuição para os trechos em questão.

### c) Sarjetões

Serão executados sarjetões nos locais onde haverá tráfego de veículos dos prédios administrativos e da oficina/almoxarifado com a função de coletar as águas remanescentes das áreas adjacentes as caixas de passagem.

Foi analisado o caso mais crítico, no platô superior (Oficina).

### Determinação da vazão de projeto

| TRECHO  | A contrib (m²) | tc (min) | TR (anos) | i (L/ha x s) | run-off | Q proj (m³/s) |
|---------|----------------|----------|-----------|--------------|---------|---------------|
| Oficina | 529            | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,011         |

As características dos sarjetões estão apresentadas a seguir:

- Declividade = 0,005m/m;
- Coeficiente de Manning = 0,018;
- Relação área coberta por área total = 0,4;
- Largura total = 0,60m e altura = 0,10m;
- Inclinação das laterais 1V:3H.

Utilizando-se a fórmula de Manning,  $Q = \frac{1}{n} \times A \times (Rh)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$ , temos:

### Características dos sarjetões

| h    | L    | área  | perímetro | raio hidr. | Vazão Máx. | velocidade |
|------|------|-------|-----------|------------|------------|------------|
| (m)  | (m)  | (m²)  | (m)       | (m)        | (m³/s)     | (m/s)      |
| 0,10 | 0,60 | 0,030 | 0,632     | 0,047      | 0,049      | 1,63       |

A vazão atendida pelo sarjetão é superior a vazão de contribuição para o trecho em questão.

### d) Tubulação de ligação dos poços de visita

Para a passagem de escoamento das sarjetas e sarjetões sob acessos, serão executadas galerias compostas de tubulações de concreto. Serão analisados os casos mais críticos, os tubos de saída dos PV-3 e PV-4.



**Determinação da vazão de projeto**

| TRECHO | A contrib (m²) | tc (min) | TR (anos) | i (L/ha x s) | run-off | Q proj (m³/s) |
|--------|----------------|----------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PV-3   | 1587           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,032         |
| PV-4   | 1758           | 10       | 25        | 506,36       | 0,4     | 0,036         |

As características das travessias são apresentadas a seguir:

- Coeficiente de Manning = 0,015;

**Dimensionamento hidráulico - tubulação de concreto**

| Tubo   | Vazão (m³/s) | i (m/m) | Vazão Máx. (m/s) | h/D  |
|--------|--------------|---------|------------------|------|
| ø300mm | 0,067        | 0,005   | 1,10             | 0,80 |
| ø400mm | 0,144        | 0,005   | 1,30             | 0,80 |

Portanto, as tubulações de ligação aos poços de visita serão de diâmetro 400mm.

**f) Travessias em tubos de concreto.**

Para a passagem de escoamento das vazões das caixas de passagem, serão executadas galerias compostas de tubulações de concreto. Serão dois casos, a galeria que será interligada a caixa de passagem CP-9 e a interligada a CXA-2.

**Determinação da vazão de projeto**

| TRECHO | A contrib (m²) | TR (anos) | run-off | Q proj (m³/s) |
|--------|----------------|-----------|---------|---------------|
| CP-9   | 4936           | 25        | 0,4     | 0,100         |
| CXA-2  | 2125           | 25        | 0,4     | 0,043         |

As características das travessias são apresentadas a seguir:

- Coeficiente de Manning = 0,015;

**Dimensionamento hidráulico - tubulação de concreto**

| Tubo   | Vazão (m³/s) | i (m/m) | Velocidade (m/s) | h/D  |
|--------|--------------|---------|------------------|------|
| ø400mm | 0,140        | 0,005   | 3,20             | 0,80 |

Portanto, as tubulações que encaminharão as vazões às caixas de passagem CP-9 e CXA-2 serão de diâmetro 400mm.

#### **4.3.5. Elementos de Controle de Vazão de Lançamento no Córrego Melchior**

##### **4.3.5.1. Introdução**

Este memorial apresenta o dimensionamento dos reservatórios de qualidade e quantidade da CTRS-DF, de acordo com a resolução nº9, de abril de 2011, que “estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União e Estados”.

##### **4.3.5.2. Dimensionamento dos Reservatórios de Qualidade**

O reservatório de qualidade será dimensionado pela seguinte equação:

$$V_{qa} = (33,8 + 1,80 \cdot A_i) \cdot A_c$$

Onde:

$V_{qa}$  = volume (m³)

$A_i$  = percentual de área impermeável do terreno (%)

$A_c$  = área de contribuição do empreendimento em ha (hectare)

A vazão de saída do reservatório de qualidade para o reservatório de quantidade será de, no máximo:

$$Q = \frac{V_{qa}}{86,4}$$

Onde:

$V_{qa}$  (m³)

$Q$  (L/s)

As áreas de contribuição e áreas impermeabilizadas são mostradas na figura 4.3.2:



**Figura 4.3.2: Áreas de contribuição leste e oeste**

**Região Leste – Ala 1:**

$$A_{i1} = \frac{A_{imp}}{A_c} = \frac{25318}{187556} = 0,135 = 13,5\%$$

$$V_{qa1} = (33,8 + 1,80.13,5). 18,7556 = 1089 \text{ m}^3$$

Dimensões do reservatório: (16x35,5x2) m.

$$Q_{s1} = \frac{1089}{86,4} = 12,6 \text{ l/s}$$

**Região Oeste - Ala 2:**

$$A_{i2} = \frac{A_{imp}}{A_c} = \frac{65504}{313357} = 0,209 = 21,0\%$$

$$V_{qa2} = (33,8 + 1,80.21,0). 31,3357 = 2244 \text{ m}^3$$

Dimensões do reservatório: (34x34x2) m.

$$Q_{s2} = \frac{2244}{86,4} = 26,0 \text{ l/s}$$

**4.3.5.3. Dimensionamento dos Reservatórios de Quantidade**

O volume do reservatório de quantidade, para área de contribuição inferior a 200 ha, como no caso do CTRS-DF, é determinado pela seguinte equação:

$$V = (4,705. A_i). A_c$$

Onde:

V = volume (m<sup>3</sup>)

A<sub>i</sub> = percentual de área impermeável do terreno (%)

A<sub>c</sub> = área de contribuição do empreendimento em ha (hectare)

**Região Leste – Ala 1:**

$$V_1 = (4,705.13,5). 18,7556 = 1191 \text{ m}^3$$

Dimensões do reservatório: (40x16x2) m.

**Região Oeste - Ala 2:**

$$V_2 = (4,705.21,0). 31,3357 = 3096 \text{ m}^3$$

Dimensões do reservatório: (40x40x2) m.



#### 4.3.5.4. Dimensionamento das tubulações de passagem e de saída dos reservatórios.

##### a-) Tubulação de passagem dos reservatórios de qualidade para os reservatórios de quantidade.

O dimensionamento dos orifícios é determinado pela seguinte equação:

$$Q = \mu \cdot S \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Onde:

Q = vazão de saída do reservatório de qualidade (l/s)

S = área do orifício coeficiente de vazão

$\mu$  = coeficiente de vazão

g = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

h = altura do reservatório

##### **Região Leste – Ala 1:**

$Q_{s1} = 12,6$  l/s,  $h=2,0$  m e  $\mu=0,62$ (adotado)

$$0,0126 = 0,62 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2} \Rightarrow d = 0,039 \text{ m} = 3,9 \text{ cm}$$

A seguir é apresentado um novo valor de  $\mu$  para a determinação de valores de S.

##### **Coeficientes de vazão ( $\mu$ ) para orifícios circulares em paredes delgadas.**

| Carga h<br>(m) | Diâmetro do orifício (m) |       |       |       |       |
|----------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                | 0,02                     | 0,03  | 0,04  | 0,05  | 0,06  |
| 0,20           | 0,653                    | 0,632 | 0,609 | 0,607 | 0,607 |
| 0,40           | 0,651                    | 0,625 | 0,610 | 0,607 | 0,607 |
| 0,60           | 0,648                    | 0,625 | 0,610 | 0,607 | 0,608 |
| 0,80           | 0,645                    | 0,623 | 0,610 | 0,607 | 0,608 |
| 1,00           | 0,642                    | 0,622 | 0,610 | 0,607 | 0,608 |
| 1,50           | 0,638                    | 0,622 | 0,610 | 0,607 | 0,608 |
| 2,00           | 0,636                    | 0,622 | 0,610 | 0,607 | 0,608 |
| 3,00           | 0,634                    | 0,621 | 0,611 | 0,607 | 0,608 |
| 5,00           | 0,634                    | 0,621 | 0,611 | 0,607 | 0,608 |
| 10,00          | 0,634                    | 0,621 | 0,611 | 0,607 | 0,609 |

**Fonte:** L.N. GARCEZ (Elementos de Mecânica dos Fluidos, 2ª edição)

Para  $h=2,0$ m e  $D=6,0$  cm, temos  $\mu=0,608$

$$0,0126 = 0,608 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2} \Rightarrow d = 0,065 \text{ m} = 6,5 \text{ cm}$$

Dimensão do orifício de passagem:  $d_1 = 6,5$  cm

Adota-se tubo de PVC  $\Phi 2,5$ ".

##### **Região Oeste - Ala 2:**

$Q_{s2} = 26,0$  l/s,  $h=2,0$  m e  $\mu=0,62$ (adotado)

$$0,026 = 0,62 \cdot \frac{\Pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2} \Rightarrow d = 0,092 \text{ m} = 9,20 \text{ cm}$$

A tabela acima apresenta valores de  $\mu$  para a determinação de S.

Para  $h=2,0\text{m}$  e  $D=6,0 \text{ cm}$ , temos  $\mu=0,608$

$$0,026 = 0,608 \cdot \frac{\Pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2} \Rightarrow d = 0,093 \text{ m} = 9,30 \text{ cm}$$

Dimensão do orifício de saída do reservatório de qualidade:  $d_2 = 9,30 \text{ cm}$

Adota-se tubo de PVC  $\Phi 3,5''$ .

**b-) Tubulação de saída dos reservatórios de quantidade.**

O dimensionamento dos tubos é determinado pela seguinte equação:

$$Q = 0,82 \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

**Região Leste – Ala 1:**

$$Q_1 = 24,4 \text{ L/(s.ha)}$$

$$Q_1 = 24,4 \cdot A_{c1} = 24,4 \cdot 18,756 \Rightarrow Q_1 = 458 \text{ l/s}$$

$$0,458 = 0,82 \cdot \frac{\Pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2} \Rightarrow d = 0,335 = 33,5 \text{ cm}$$

Dimensão da tubulação de saída do reservatório de quantidade:  $d_1 = 33,5 \text{ cm}$

Adota-se tubo de concreto  $\Phi 300\text{mm}$ .

**Região Oeste - Ala 2:**

$$Q_1 = 24,4 \text{ L/(s.ha)}$$

$$Q_1 = 24,4 \cdot A_{c1} = 24,4 \cdot 31,336 \Rightarrow Q_1 = 764 \text{ l/s}$$

$$0,764 = 0,82 \cdot \frac{\Pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2} \Rightarrow d = 0,433 = 43,3 \text{ cm}$$

Dimensão do bocal de saída do reservatório de quantidade:  $d_2 = 43,3 \text{ cm}$

Adota-se tubo de concreto  $\Phi 400\text{mm}$ .



## **ANEXOS**

- 1. Sistemas de Abastecimento de Água e Coleta de Esgotos**
- 2. Fornecimento de Energia**
- 3. Unidades de Infraestrutura de Apoio**
  - Arquitetura
  - Instalações Elétricas – Relação de Cargas
  - Instalações Hidráulicas
- 4. Estação de Pré-Tratamento de Chorume**
  - Memorial Descritivo
  - Avaliação comparativa dos custos de operação/investimento de sistemas de disposição de lodo
  - Parecer Técnico de Fundações e Especificações Construtivas
  - Critérios de Projeto Elétrico / Instrumentação
  - Especificação Técnica – Centro de Controle de Motores
  - Especificação Técnica – Quadro de Distribuição de Iluminação e Tomadas
  - Especificação Técnica – CLP: Controlador Lógico Programável
  - Lista de Motores
  - Lista de Instrumentos
  - Folhas de Dados
- 5. Espécies indicadas para a formação da Barreira Vegetal**
- 6. Mudas de espécies nativas fornecidas pelos viveiros particulares**
- 7. Boletins de sondagens executadas**
- 8. Desenhos de projeto –**
  - Volume Anexo 1/3**
  - Volume Anexo 2/3**
  - Volume Anexo 3/3**

## **ANEXO 1**

### **Sistemas de Abastecimento de Água e Coleta de Esgotos**



## **Sistemas de Abastecimento de Água e Coleta de Esgotos**

### **1. Água Potável Fria**

#### **1.1. Adução**

Modalidade do atendimento: Rede pública da CAESB

Hidrômetro estimado:  $\varnothing 11/2''$

Providências do instalador: Confirmar dados do projeto após resposta ao Pedido de Dimensionamento protocolado junto ao órgão.

#### **1.2. Reservatórios necessários – NBR 5626**

Consumo estimado: 120 pessoas x 200 lt/dia = 24 m<sup>3</sup>

Reserva para Incêndio: 4,8 m<sup>3</sup>

- Elevados: Consumo: 6,00 m<sup>3</sup>

- Inferior: Consumo: 18,00 m<sup>3</sup>

- Inferior: Reserva Incêndio: 4 ,80 m<sup>3</sup>

#### **1.3. Distribuição**

Modalidade: Prumadas convencionais.

Pressões: Mínima dinâmica; 10,00 mca

Máxima estática; 40,00 mca

#### **1.4. Funcionamento do sistema**

##### **a) Abastecimento**

O sistema de abastecimento de água fornecido pela CAESB, terá pressão suficiente para a alimentação direta ao reservatório inferior.

O controle do volume armazenado será feito por torneiras de bóias mecânicas, instaladas acima do nível d'água, que farão as operações de abertura e fechamento.

##### **Torneira de Bóia Metálica com balão plástico – vazão total**



No reservatório existirão 2 compartimentos interligados por meio de 1 registro “by-pass”, 2 bombas para o sistema de recalque do reservatório elevado, e 2 bombas para previsão do sistema de combate a incêndio ( Jockey e principal ).

##### **b) Distribuição**

partindo do reservatório superior foi previsto barrilete com tubulação em aço carbono 6” de onde partirão as derivações para os alimentadores dos edifícios.

Cada alimentador dos edifícios terá seu registro individual na parte inferior do reservatório para que sejam feitas as operações de abertura e fechamento.



O sistema de controle de nível será feito por meio de bóias elétricas (nível máximo e mínimo)

comandadas eletricamente pelo quadro de bombas.

Possuirá também, extravasador, limpezas independentes.

Todas as tubulações que descem do reservatório superior até o piso, deverão ser executadas em ferro galvanizado.

A partir do ponto de distribuição enterradas, poderão ser em PVC Marron – CL15.

Para dimensionamento dos alimentadores foram considerados o método da somatória dos pesos, e o ábaco de perda de carga em tubulações de PVC Rígido fornecidos pela TIGRE.

#### MEMORIA DE CALCULO - ALIMENTADORES DE ÁGUA FRIA

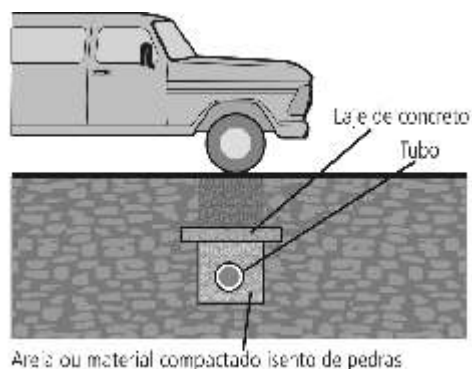
|          | Somatória<br>Pesos | Vazão<br>l/s | Distancia<br>mt | Perda<br>localizada | Distancia<br>Total | Perda<br>Unitária | Perda<br>Total | Altura<br>mt | Perda<br>Total | Pressão<br>disponível | Pressão<br>Ajuzante | Ø  |
|----------|--------------------|--------------|-----------------|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|----------------|-----------------------|---------------------|----|
| ADM      | 274,6              | 5            | 31              | 9                   | 40                 | 0,012             | 0,48           | 3            | 3,48           | 6                     | 2,52                | 85 |
| OFICINA  | 8                  | 2            | 86              | 12,5                | 98,5               | 0,006             | 0,591          | 2,8          | 3,391          | 6                     | 2,609               | 75 |
| BALANÇA  | 2                  | 0,35         | 110             | 6                   | 116                | 0,006             | 0,696          | 2            | 2,696          | 6                     | 3,304               | 40 |
| PORTARIA | 36,2               | 1,5          | 62              | 7,5                 | 69,5               | 0,008             | 0,556          | 2            | 2,556          | 6                     | 3,444               | 60 |

## 2. Sistemas de esgotos sanitários e ventilações

### 2.1. Afastamento

Modalidade: Rede pública, após confirmação ao Pedido de Dimensionamento protocolado junto ao órgão.

Ligações: Serão utilizados o sistema de fossas, de acordo com a NBR 7229 encaminhadas e direcionadas de acordo com o projeto.



PROTEÇÃO DAS TUBULAÇÕES ENTERRADAS

## **ANEXO 2**

### **Fornecimento de Energia**



## **Fornecimento de Energia - Descrição das Instalações**

### **1. Fornecimento de energia e cabine primária de entrada**

Será fornecida pela CEB, alimentador de energia primária trifásica na tensão 13.8KV até o ponto de entrega no poste instalado no limite da propriedade.

Na área interna da propriedade, próximo ao acesso principal e no máximo a 5 (cinco) metros do limite do lote com a via pública, deve ser instalado um poste para receber as terminações, protegidos por para-raio (cabo de aterramento mínimo 35mm<sup>2</sup>) para possibilitar a conexão dos condutores do ramal de ligação.

A subestação de entrada e medição de energia deverão estar de acordo com as exigências da CEB estando próximo ao ponto de entrega. Antes da instalação e montagem da parte de corrente não medida, o projeto deverá estar liberado para execução pela Concessionária.

Os condutores a serem utilizados para a entrada de energia são unipolares com isolamento de 12/20 KV para a temperatura máxima de serviço de 90° EPR e instalados em eletrodutos rígidos de PVC não propagantes da chama, com taxa de ocupação máxima de 40%.

O condutor neutro deve ser de cobre nu com seção nominal idêntica à seção dos condutores fase.

A subestação de entrada de energia deve possuir proteção geral individual contra correntes de curto-circuito e sobrecarga, adequada e coordenada com o sistema de proteção da CEB.

Para a proteção geral da instalação foi previsto disjuntor classe 15 kV a vacuo, acionado através de relés secundários dotados de unidades instantâneas (50) e temporizadas (51) de fase e de neutro.

Os relés devem possibilitar sinalização individual das atuações da proteção, com registro de sequência de eventos para fins de análise de ocorrências.

Deve ser instalada fonte de alimentação de reserva com autonomia mínima de duas horas para garantir, na falta de energia, a sinalização dos eventos ocorridos e o acesso à memória de registro dos relés.

Também deverá ser instalado proteção contra mínima tensão e falta de fase atuando sobre a bobina de abertura do disjuntor.

O conjunto metálico deve possuir cubículos separados para:

- Circuito de entrada;
- Medição de energia;
- Proteção geral de média tensão
- Transformador 225 KVA
- Ramal 13.8KV – Estação de tratamento.

Também está previsto ao lado do conjunto blindado, um quadro geral de distribuição de baixa tensão ao tempo para alojar os circuitos dos quadros parciais da oficina, portaria, guarita, chuveiros, iluminação externa e grupo gerador.





Ao lado da subestação de entrada, será instalado um grupo gerador de 80KVA – 220-127Volt carenado, para suprir a falta de energia para os circuitos da administração e balança.

As ligações bem como as caixas padronizadas deverão obedecer aos padrões da CEB

Foi previsto sistema de aterramento para as caixas de distribuição e de medidores, conforme instruções da Concessionária.

Todas as caixas seccionadoras, de distribuição, para conter os medidores, para abrigar as chaves de proteção das caixas de dispositivo de proteção, as de passagem, telas de proteção e eletrodutos e cabos de entrada e de alimentação das caixas de medidores, deverão ser fornecidas e instaladas pelo Instalador Contratado.

Deverá ser feita malha de aterramento com resistência na ordem de grandeza de 10 Ohms, com hastes de 15mm ( mínimo ) x 2.40mt, distantes entre si 2.40mt.

Todas as partes metálicas devem estar aterradas com condutores #16mm<sup>2</sup> mínimo, com conexões isentas de graxa ou pintura

Deve haver uma distância mínima de 700 mm entre a extremidade das portas do conjunto metálico, quando abertas a 90°, e as paredes.

Ao redor do conjunto metálico, deve ser deixada uma faixa com largura mínima de 1000 mm para permitir a livre circulação dos operadores

O proponente deverá elaborar o orçamento de acordo com o projeto básico, porém, a execução deverá seguir o projeto aprovado pela Concessionária.

## **2. Alimentadores MT**

Está previsto um ramal alimentador em média tensão para a subestação destinada à alimentação da estação de tratamento de chorume.

Este ramal será executado com 2 eletrodutos de Ø4", sendo 1 reserva, passando a uma profundidade de 600mm com identificação de circuito em Alta tensão. Deve correr ao menos a 1000mm de qualquer outro tipo de instalação.

O sistema será trifásico, com cabos unipolares EPR 90° - classe 15KV # 50mm<sup>2</sup>

Deverão ser construídas caixas de passagem vedadas a cada 30 metros.

## **3. Subestação Estação de Tratamento**

Será instalada uma subestação transformadora para fornecimento da tensão de 440 Volt para os equipamentos da estação de tratamento de chorume.

Esta subestação deverá ser blindada ao tempo, equipada com para-raios, chave de seccionamento, disjuntor a vácuo com bobina de abertura interligado à seccionadora e sistema indireto de proteção e falta de fase.

Deverá também ter os seguintes compartimentos:

- Para transformador a seco 1000 KVA – 13.8KV / 440 – 380Volt – CCM estação.
- Para transformador a seco 10 KVA – 440 / 220 – 127 Volt – iluminação externa lado inferior do terreno.



Também deverá ser instalado neste local, porém em parede de alvenaria, o quadro de disjuntores que protegem os circuitos da iluminação externa inferior.

#### 4. Alimentadores BT

Os seguintes parâmetros foram levados em consideração para o dimensionamento dos cabos de alimentação:

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| Fator de Potência                              | 0,92  |
| Temperatura do condutor                        | 70° C |
| Temperatura ambiente                           | 30° C |
| Eletroduto em PVC                              |       |
| Queda de tensão máxima no alimentador          | 1,0%  |
| Queda de tensão máxima nos circuitos terminais | 2,0%  |
| Fator de crescimento                           | 1,0   |

Os circuitos alimentadores serão constituídos por condutores isolados em PVC, 90°C, classe de tensão 0,6 / 1KV, instalados em eletrodutos de PVC não propagantes da chama.

#### 5. Circuitos BT

Dos quadros de distribuição partirão tubulações completamente embutidas, reunindo os pontos de utilização em grupos de circuitos parciais.

A bitola mínima dos condutores deve ser a seguinte, prevalecendo, caso superiores, as bitolas indicadas no projeto elétrico:

- Circuito exclusivo de iluminação ..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- Circuito de tomadas de corrente ..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- Circuito p/aparelhos de ar condicionado ..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- Circuito de sinalização e controle ..... 0,5 mm<sup>2</sup>
- Condutor de aterramento (c/ proteção mecânica) ..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- Condutor de aterramento (s/ proteção mecânica)..... 4,0 mm<sup>2</sup>

O condutor neutro de todos os circuitos deve ter a cor azul claro e o condutor de proteção deverá ter a cor verde.

Os quadros deverão conter os equipamentos indicados nos diagramas específicos projetados podendo ser fabricados em chapas de aço Nº16, bem como os espaços de reserva normalizados pela ABNT.

Os disjuntores deverão ser fixados de forma a possibilitar a extração separada de cada um deles.

Os disjuntores para circuitos fase/neutro serão unipolares, os para circuitos fase/fase serão bipolares e os para circuitos fase/fase/fase serão tripolares. Disjuntores montados lado a lado com suas alavancas acopladas não são admitidos.

Os invólucros dos quadros deverão ser fabricados de forma a garantir o grau de proteção especificado mínimo:



- Locais secos – IP 20
- Locais úmidos internos – IP 21
- Locais úmidos internos com lavagem de roupas – IP 24
- Locais ao tempo sem mangueira – IP 54
- Locais ao tempo com mangueira – IP 55
- Casa de máquinas – IP 51
- Casa de bomba – IP 54

Todas as caixas de passagem nas medidas superiores a 4" x 4" x 2" serão de chapa de ferro Nº 16, com tampa parafusada, devendo receber demão adicional de zarcão na obra, antes da instalação e pintura final em esmalte.

As caixas para colocação de interruptores e tomadas poderão ser estampadas ou em PVC rígido, devendo obedecer a seguinte especificação:

- 3 unidades: 4"x 2"
- 4 a 6 unidades: 4"x 4"

Salvo quando indicado no projeto de arquitetura, as alturas de utilização obedecerão ao seguinte:

- tomadas baixas – 0,30 m do piso acabado ao centro da caixa
- interruptores e tomadas altas – 1,10 m do piso acabado ao centro de caixa
- interruptores e tomadas altas nas cozinhas – 1,10 m do piso acabado ao centro da caixa
- arandelas – 2,20 m do piso acabado ao centro da caixa
- quadros de distribuição -1,50 m do piso acabado ao centro da caixa

A potência (watts) nos pontos de uso geral foi calculada de acordo com os valores normalizados.

Quando forem instalados aparelhos para luz fluorescente, os reatores deverão ser de alto fator de potência, a fim de diminuir a corrente nos circuitos.

O QGBT está localizado ao lado da cabine primária.

A partir deste QGBT, sairão os circuitos parciais para os demais quadros conforme dimensionado em projeto.

## **6. Aterramento**

O sistema de aterramento deverá ser constituído por cabo de cobre nu 50 mm<sup>2</sup> formando um anel em volta dos blocos unindo todas as partes metálicas que possam estar em contato com pessoas (postes / telas / alambrados) e também toda a cobertura metálica e seus equipamentos elétricos de carcaça metálica de acordo com o projeto, contendo caixas de inspeção e de medição da resistência de aterramento que deverá ser inferior a 10 ohms.

O BEP (barra de equipotencialização principal) deverá ser ligado a este anel.



## **7. Iluminação Externa**

Existirão 3 sistemas separados para distribuição da iluminação externa, em função das distâncias envolvidas.

Estacionamento: alimentação partindo do quadro geral da administração.

Circuitos periféricos (IP) – Postes com 1 luminária e lâmpada vapor metálico 150W, alimentados pelo Quadro Geral instalado ao lado da cabine primária.

Circuitos do fundo do terreno (IF) – Postes com 1 luminária e lâmpada vapor metálico 150W, alimentados pelo Quadro instalado ao lado da subestação de 440 Volt (estação de tratamento).

## **ANEXO 3**

### **Unidades de Infraestrutura de Apoio**

## **ARQUITETURA**

### **Unidades de Infraestrutura de Apoio**





## **UNIDADES DE INFRAESTRUTURA DE APOIO**

### **1. Introdução**

Este memorial refere-se especificamente à Arquitetura das edificações e apenas de maneira sumária à Estrutura, para que se possa compreender o Projeto das unidades:

- Portaria
- Administrativo
- Oficina e Pesagem

Contém as especificações de materiais a serem empregados na execução das obras de construção elencadas e relatadas no plano diretor proposto, recomendações sobre os acabamentos e algumas referências a técnicas de execução de serviços ou de aplicação de materiais, onde se julgou necessária a recomendação de cuidados a serem observados para que o resultado obtido após o término das obras corresponda às idéias contidas no projeto.

Deverá ser atendida a norma NBR 9050-04 na adequação da edificação com acessibilidade e aplicação do mobiliário à pessoa deficiente, foi previsto o acesso, circulação interna em atendimento à norma.

A execução dos edifícios se fará com o sistema de alvenaria estrutural, utilizando blocos pré-fabricados de concreto.

O sistema de drenagem das águas pluviais foi desenvolvido a partir do acesso na rodovia existente e se integra à infraestrutura do aterro sanitário.

### **2. Portaria**

O bloco da portaria consubstancia-se em um edifício térreo e é ocupado pelo atendimento, sanitários e área de espera. Na parte posterior foi implantada a área de espera dos garis além de sanitários operacionais.

Em relação à parte elétrica, a portaria terá seu próprio quadro, instalado nas dependências internas, conforme indicado nos desenhos de projeto.

### **3. Prédio Administrativo**

O bloco único administrativo contempla, de forma unificada, o programa do cliente. Foram concentradas as unidades de escritórios da contratada e fiscalização da concedente, jardim interno, sanitários e vestiários, refeitório, auditório e escola ambiental.

Em relação à parte elétrica, o prédio administrativo terá um quadro geral específico localizado no corredor, de onde partirão os alimentadores individuais de cada quadro que compõe a administração.

Seu alimentador será abastecido pelo sistema de emergência do gerador de 80KVA.

Os quadros que compõe a administração são:



- QLF-01 - Administração Concessionária
- QLF-02 - Administração Concedente
- QLF-03 - Vestiário Masculino e Feminino
- QLF-04 - Enfermaria
- QLF-05- Cozinha e Refeitório
- QLF-06 - Auditório
- QLF-07- Centro de Educação Ambiental
- QLF-08 - Hall, Almoxarifado, Depósito, Iluminação Externa

Também será instalado ao lado do QG – ADM, um quadro elétrico específico para os chuveiros elétricos, QLF-09 – Chuveiros, porém com alimentação direta do quadro geral de baixa tensão (QGBT – Cabine), sem previsão de alimentação pelo grupo gerador.

#### **4. Bloco da Oficina e Almoxarifado**

O bloco da oficina e almoxarifado atende foi implantado próximo às unidades operacionais conforme mostrado no desenho de implantação.

Em relação à parte elétrica, o bloco da oficina e almoxarifado terá seu próprio quadro, instalado em frente a área de lubrificação, de onde partirão todos os circuitos de iluminação, tomadas e pontos de força.

Em especial para o box de lavagem, as luminárias previstas são fluorescentes 2 x 32W herméticas, instaladas nas paredes laterais a 3,00 m de altura.

Também no box de troca de óleo, foram previstos balizadores.

Para os circuitos de tomadas das bancadas, foram previstos conjuntos de tomadas 110V e 220V espaçadas.

O bloco da oficina e almoxarifado será interligado com sistemas eletrônicos de dados e voz com a administração.

Será instalado um bebedouro no prédio da oficina.

#### **5. Unidade de Pesagem e Controle**

A unidade de pesagem e controle contempla duas balanças eletrônicas para 80 toneladas, cabines e sanitários.

Em relação à parte elétrica, da mesma maneira que na portaria, a unidade de pesagem e controle terá seu próprio quadro, instalado nas dependências internas, conforme indicado nos desenhos de projeto.



A unidade de paisagem e controle será interligada com sistemas eletrônicos de dados e voz com a administração.

## **6. Especificações Gerais para as Unidades de Infraestrutura de Apoio**

### **Os materiais a serem utilizados e sua aplicação**

#### **a) Estrutura de concreto**

Estrutura do prédio: Alvenaria estrutural e concreto armado incluindo fundações.

Acabamento, lixamento, estucamento e aplicação de resina.

#### **b) Impermeabilização**

Base impermeabilizada em todas as unidades.

#### **c) Alvenaria**

Toda alvenaria a ser executada, constituída de bloco de concreto estrutural. As funções básicas da alvenaria serão: divisão dos ambientes, vedação, proteção, resistência mecânica, isolamento térmico e acústico.

As paredes permitirão a passagem de tubulações destinadas às instalações elétricas, telefônicas e sanitárias.

#### **d) Revestimento**

Paredes com argamassa:

O revestimento será constituído de: Massa única, gesso, seladora liquibase e a pintura.

Paredes com azulejos: Massa única, Azulejos 20x20cm na cor branca.

O revestimento externo sobre o reboco será de argamassa, aprovada pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas e deverão ser observados os fatores qualidade na aplicação: durabilidade, boa aderência, completa impermeabilidade, estrutural com resistência mecânica de forma a garantir as vedações em geral de agentes agressivos e intempéries, evitando a degradação precoce das mesmas.

#### **e) Divisórias**

As divisórias dos sanitários serão constituídas de placas pré-fabricadas, e as portas receberão revestimento em laminado melânico.

#### **f) Pisos**

Para a execução do contra piso, será feita a compactação do solo, e o preparo da caixa com a colocação do lastro de brita compactada h=5cm e o lastro de concreto h=5cm.

Após a cura do concreto do piso, será feita a sua regularização.

O piso a ser aplicado será: cerâmico antiderrapante 40x40cm com PEI 5, na cor areia com rodapé acompanhando o material do piso h= 7cm e atenderão as normas da ABNT.

O piso da calçada de circulação periférica será de cimentado desempenado.



g) Soleiras

As soleiras serão de granito espessura 2 cm.

h) Escadas

Os pisos e degraus da escada caso implantados, por exemplo, acesso entre unidades receberá revestimento anti derrapante sem ressalto em sua superfície com corrimão, guarda corpo, piso tátil e atenderão as normas da ABNT.

i) Teto

Laje de concreto armado com revestimento de argamassa no teto: Massa única, seladora e três demãos de látex acrílico na cor branca, sendo que a classificação e o dimensionamento das lajes nos diversos vãos das edificações ficarão a cargo do fornecedor.

No auditório especificamente receberá forro termo acústico em placas, usado com perfil de suspensão oculto, dimensões: 625 mm x 625 mm x 16 mm.

Cobertura em geral: Telhas trapezoidais metálicas.

j) Metais e aparelhos sanitários

Metais e louças brancas terão o padrão comercial e atenderão as normas da ABNT.

As torneiras de fechamento automático com restritor de vazão.

Torneira de pressão para uso geral cromada.

As bacias com caixas acopladas, mictórios, lavatórios e acessórios do sanitário para a pessoa deficiente, atenderão às normas vigentes.

Os acessórios como papelreira e saboneteira em louça branca.

Os tampos dos lavatórios serão de granito acompanhando as soleiras, com cubas ovais na cor branca frontão e cordão de granito.

k) Esquadrias de madeira

As portas em madeira serão do tipo sarrafeada nas dimensões especificadas com códigos do projeto receberão fundo preparador, masseamento e pintura.

l) Esquadrias metálicas

As esquadrias metálicas serão de alumínio anodizado preto (série 30) conforme os códigos do projeto.

m) Ferragens

As ferragens como maçanetas e dobradiças atenderão as normas da ABNT.



n) Vidros

Os vidros das esquadrias em geral, serão do tipo cristal ou translúcido dependendo do ambiente e espessura mínima: variando de 4 a 6 mm.

o) Pintura

As paredes internas receberão pintura à base de látex em 3 demãos na cor branca.

Paredes externas receberão pintura hidrófuga impermeabilizante em 3 demãos.

Tubos condutores de águas pluviais receberão pintura grafite escuro.

p) Diversos

O prédio será entregue totalmente limpo e os aparelhos em perfeito estado de funcionamento.

Ar-condicionado nos seguintes ambientes: Escritórios, auditório e escola ambiental, portaria e paisagem.

Bebedouros na área administrativa, oficina e portaria.

Mobiliário normatizado, adequados às especificações e aos padrões exigidos pelas normas vigentes.

As cadeiras do Centro de educação não serão fixas.

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**  
**Unidades de Infraestrutura de Apoio**





## RELAÇÃO DE CARGAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO

### QLF-01 ADMINISTRAÇÃO CONCESSIONÁRIA

TABELA DE CARGAS

|                               |            |                    | FLUO. | FLUO. | INCAN. | PL    | DICR. | V.M. | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(W) | FATOR DE<br>POTÊNCIA | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(VA) | FATOR DE<br>DEMANDA | POTÊNCIA<br>DEMANDA<br>(VA) | TENSÃO<br>VOLTS (V)            | CORRENTE<br>AMPÈRES (A) | DISJUNTOR<br>AMPÈRES (A) | Nº<br>FASES | CABOS<br>SEÇÃO<br>mm² | POTÊNCIA FASES ( W ) |   |   |
|-------------------------------|------------|--------------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|---------|---------|---------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---|---|
|                               |            |                    | 2x32W | 4x16W | 60W    | 2x26W | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W    | 1       |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       | R                    | S | T |
| Nº                            | CIRCUITO   | AMBIENTE           | 64W   | 64W   | 60W    | 52W   | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W    |         |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |
| 1                             | ILUMINAÇÃO | HALL INTERNO       | 8     |       |        |       |       |      |         |         |         |         | 512                          | 0,92                 | 557                           | 1,00                | 557                         | 220                            | 2,33                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 2                             | ILUMINAÇÃO | GERENTE/REUNIÃO/WC | 6     |       |        | 7     |       |      |         |         |         |         | 748                          | 0,92                 | 813                           | 1,00                | 813                         | 220                            | 3,40                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 3                             | TOMADAS    | HALL INTERNO       |       |       |        |       |       |      | 5       |         |         |         | 500                          | 1,00                 | 500                           | 0,70                | 350                         | 220                            | 2,27                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 4                             | TOMADAS    | MESAS HALL INTERNO |       |       |        |       |       |      |         |         | 4       |         | 1.200                        | 1,00                 | 1200                          | 0,70                | 840                         | 220                            | 5,45                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 5                             | TOMADAS    | MESAS HALL INTERNO |       |       |        |       |       |      |         |         | 4       |         | 1.200                        | 1,00                 | 1200                          | 0,70                | 840                         | 220                            | 5,45                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 6                             | TOMADAS    | MESAS HALL INTERNO |       |       |        |       |       |      |         |         | 6       |         | 1.800                        | 1,00                 | 1800                          | 0,70                | 1.260                       | 220                            | 8,18                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 7                             | TOMADAS    | MESAS HALL INTERNO |       |       |        |       |       |      |         |         | 6       |         | 1.800                        | 1,00                 | 1800                          | 0,70                | 1.260                       | 220                            | 8,18                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 8                             | TOMADAS    | GERENTE/WC         |       |       |        |       |       |      | 5       |         |         |         | 500                          | 1,00                 | 500                           | 0,70                | 350                         | 220                            | 2,27                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 9                             | TOMADAS    | REUNIÃO            |       |       |        |       |       |      | 3       |         | 3       |         | 1.200                        | 1,00                 | 1200                          | 0,70                | 840                         | 220                            | 5,45                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 10                            | TOMADAS    | COPA               |       |       |        |       |       |      | 3       |         | 1       | 1.200   | 1.200                        | 1,00                 | 1200                          | 0,70                | 840                         | 220                            | 5,45                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 11                            | TOMADAS AC | HALL INTERNO       |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 1.000   | 1.000                        | 1,00                 | 1000                          | 1,00                | 1.000                       | 220                            | 4,55                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 12                            | TOMADAS AC | HALL INTERNO       |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 1.000   | 1.000                        | 1,00                 | 1000                          | 1,00                | 1.000                       | 220                            | 4,55                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 13                            | TOMADAS AC | GERENTE            |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 1.000   | 1.000                        | 1,00                 | 1000                          | 1,00                | 1.000                       | 220                            | 4,55                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 14                            | TOMADAS AC | REUNIÃO            |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 1.000   | 1.000                        | 1,00                 | 1000                          | 1,00                | 1.000                       | 220                            | 4,55                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 15                            | TOMADAS AC | HALL INTERNO       |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 1.200   | 1.200                        | 1,00                 | 1200                          | 1,00                | 1.200                       | 220                            | 5,45                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 16                            | TOMADAS AC | HALL INTERNO       |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 1.200   | 1.200                        | 1,00                 | 1200                          | 1,00                | 1.200                       | 220                            | 5,45                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| R                             | RESERVA    |                    |       |       |        |       |       |      |         |         |         |         |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |
| R                             | RESERVA    |                    |       |       |        |       |       |      |         |         |         |         |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |
|                               |            |                    |       |       |        |       |       |      |         |         |         |         | 17.060                       |                      |                               |                     | 14.350                      | 220                            | 37,66                   | 50                       | 3           | 10                    | 0                    | 0 | 0 |
| Potência Total Instalada (W)  |            |                    |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 17.060  | DISJUNTOR GERAL ( A )        |                      |                               |                     | 50                          | DISJUNTOR DIFERENCIAL DR ( A ) |                         |                          |             |                       |                      |   |   |
| Potência Total Demandada (VA) |            |                    |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 14.350  | CABO DE ENTRADA (mm²)        |                      |                               |                     | 10,0                        | ELETRODUTO ENTRADA             |                         |                          |             |                       |                      |   |   |

### QLF-02 ADMINISTRAÇÃO CONCEDENTE

TABELA DE CARGAS

|                               |            |                      | FLUO. | FLUO. | INCAN. | PL    | DICR. | V.M. | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS               | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(W) | FATOR DE<br>POTÊNCIA | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(VA) | FATOR DE<br>DEMANDA | POTÊNCIA<br>DEMANDA<br>(VA)    | TENSÃO<br>VOLTS (V) | CORRENTE<br>AMPERES (A) | DISJUNTOR<br>AMPERES (A) | Nº<br>FASES | CABOS<br>SEÇÃO<br>mm² | POTÊNCIA FASES ( W ) |   |   |
|-------------------------------|------------|----------------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|---------|---------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---|---|
|                               |            |                      | 2x32W | 4x16W | 60W    | 2x26W | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W    | 1                     |                              |                      |                               |                     |                                |                     |                         |                          |             |                       | R                    | S | T |
| Nº                            | CIRCUITO   | AMBIENTE             | 64W   | 64W   | 60W    | 52W   | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W    |                       |                              |                      |                               |                     |                                |                     |                         |                          |             |                       |                      |   |   |
| 1                             | ILUMINAÇÃO | GERENTE/REUNIÃO/DEP. | 8     |       |        | 2     |       |      |         |         |         |                       | 616                          | 0,92                 | 670                           | 1,00                | 670                            | 220                 | 2,80                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 2                             | TOMADAS    | GERENTE/WC           |       |       |        |       |       |      | 3       |         |         |                       | 300                          | 1,00                 | 300                           | 1,00                | 300                            | 220                 | 1,36                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 3                             | TOMADAS    | REUNIÃO              |       |       |        |       |       |      |         | 2       |         |                       | 400                          | 1,00                 | 400                           | 0,70                | 280                            | 220                 | 1,82                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 4                             | TOMADAS    | GERENTE MESA         |       |       |        |       |       |      |         |         | 2       |                       | 600                          | 1,00                 | 600                           | 0,70                | 420                            | 220                 | 2,73                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 5                             | TOMADAS    | MESA                 |       |       |        |       |       |      |         |         | 2       |                       | 600                          | 1,00                 | 600                           | 0,70                | 420                            | 220                 | 2,73                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 6                             | TOMADAS    | MESA                 |       |       |        |       |       |      |         |         | 2       |                       | 600                          | 1,00                 | 600                           | 0,70                | 420                            | 220                 | 2,73                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 7                             | TOMADAS    | REUNIÃO PISO         |       |       |        |       |       |      |         |         | 2       |                       | 600                          | 1,00                 | 600                           | 0,70                | 420                            | 220                 | 2,73                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 8                             | TOMADAS AC | GERENTE              |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 1.000                 | 1.000                        | 1,00                 | 1000                          | 1,00                | 1.000                          | 220                 | 4,55                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 9                             | TOMADAS AC | DEPÓSITO             |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 900                   | 900                          | 1,00                 | 900                           | 1,00                | 900                            | 220                 | 4,09                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| 10                            | TOMADAS AC | REUNIÃO              |       |       |        |       |       |      |         |         |         | 1.000                 | 1.000                        | 1,00                 | 1000                          | 1,00                | 1.000                          | 220                 | 4,55                    | 20                       | 2           | 2,5                   |                      |   |   |
| R                             | RESERVA    |                      |       |       |        |       |       |      |         |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                                |                     |                         |                          |             |                       |                      |   |   |
| R                             | RESERVA    |                      |       |       |        |       |       |      |         |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                                |                     |                         |                          |             |                       |                      |   |   |
|                               |            |                      |       |       |        |       |       |      |         |         |         |                       | 6.616                        |                      | 6.670                         |                     | 5.830                          | 220                 | 15,30                   | 32                       | 3           | 6                     | 0                    | 0 | 0 |
| Potência Total Instalada (W)  |            |                      |       |       |        |       |       |      |         |         | 6.616   | DISJUNTOR GERAL ( A ) |                              |                      |                               | 32                  | DISJUNTOR DIFERENCIAL DR ( A ) |                     |                         |                          |             |                       |                      |   |   |
| Potência Total Demandada (VA) |            |                      |       |       |        |       |       |      |         |         | 5.830   | CABO DE ENTRADA (mm²) |                              |                      |                               | 6,0                 | ELETRODUTO ENTRADA             |                     |                         |                          |             |                       |                      |   |   |



## RELAÇÃO DE CARGAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO

### QLF-03 VESTIÁRIO MASCULINO E FEMININO

| TABELA DE CARGAS              |            |                     |       |       |        |       |       |      |         |         |         | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(W) | FATOR DE<br>POTÊNCIA | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(VA) | FATOR DE<br>DEMANDA | POTÊNCIA<br>DEMANDA<br>(VA) | TENSÃO<br>VOLTS (V) | CORRENTE<br>AMPERES (A) | DISJUNTOR<br>AMPERES (A)       | Nº<br>FASES | CABOS<br>SEÇÃO<br>mm² | POTÊNCIA FASES ( W ) |   |   |   |
|-------------------------------|------------|---------------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|---------|---------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---|---|---|
|                               |            |                     | FLUO. | FLUO. | INCAN. | PL    | DICR. | V.M. | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                         |                                |             |                       | TOMADAS              | R | S | T |
|                               |            |                     | 2x32W | 4x16W | 60W    | 2x26W | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W    |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                         |                                |             |                       | 1                    |   |   |   |
| Nº                            | CIRCUITO   | AMBIENTE            | 64W   | 64W   | 60W    | 52W   | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W    |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                         |                                |             |                       |                      |   |   |   |
| 1                             | ILUMINAÇÃO | VESTIÁRIO MASCULINO | 7     |       |        |       |       |      |         |         |         |                              | 448                  | 0,92                          | 487                 | 0,80                        | 390                 | 220                     | 2,04                           | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 2                             | ILUMINAÇÃO | VESTIÁRIO MASCULINO | 9     |       |        |       |       |      |         |         |         |                              | 576                  | 0,92                          | 626                 | 0,80                        | 501                 | 220                     | 2,62                           | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 3                             | ILUMINAÇÃO | VESTIÁRIO FEMININO  | 9     |       |        |       |       |      |         |         |         |                              | 576                  | 0,92                          | 626                 | 0,80                        | 501                 | 220                     | 2,62                           | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 4                             | TOMADAS    | PAREDE MASCULINO    |       |       |        |       |       |      | 2       | 2       |         |                              | 600                  | 1,00                          | 600                 | 0,25                        | 150                 | 220                     | 2,73                           | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 5                             | TOMADAS    | ESPELHOS MASCULINO  |       |       |        |       |       |      | 2       | 2       |         |                              | 600                  | 1,00                          | 600                 | 0,25                        | 150                 | 220                     | 2,73                           | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 6                             | TOMADAS    | VESTIÁRIO FEMININO  |       |       |        |       |       |      | 2       |         | 4       |                              | 1.400                | 1,00                          | 1400                | 0,25                        | 350                 | 220                     | 6,36                           | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                     |       |       |        |       |       |      |         |         |         |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                         |                                |             |                       |                      |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                     |       |       |        |       |       |      |         |         |         |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                         |                                |             |                       |                      |   |   |   |
|                               |            |                     |       |       |        |       |       |      |         |         |         |                              | 4.200                |                               |                     |                             | 2.041               | 220                     | 5,36                           | 25          | 3                     | 4                    | 0 | 0 | 0 |
| Potência Total Instalada (W)  |            |                     |       |       |        |       |       |      |         | 4.200   |         | DISJUNTOR GERAL ( A )        |                      |                               |                     |                             | 32                  |                         | DISJUNTOR DIFERENCIAL DR ( A ) |             |                       |                      |   |   |   |
| Potência Total Demandada (VA) |            |                     |       |       |        |       |       |      |         | 2.041   |         | CABO DE ENTRADA (mm²)        |                      |                               |                     |                             | 6,0                 |                         | ELETRODUTO ENTRADA             |             |                       |                      |   |   |   |

### QLF-04 ENFERMARIA

| TABELA DE CARGAS              |            |                   |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(W) | FATOR DE<br>POTÊNCIA | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(VA) | FATOR DE<br>DEMANDA | POTÊNCIA<br>DEMANDA<br>(VA) | TENSÃO<br>VOLTS (V)            | CORRENTE<br>AMPERES (A) | DISJUNTOR<br>AMPERES (A) | Nº<br>FASES | CABOS<br>SEÇÃO<br>mm² | POTÊNCIA FASES ( W ) |   |   |   |
|-------------------------------|------------|-------------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|---------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---|---|---|
|                               |            |                   | FLUO. | FLUO. | INCAN. | PL    | DICR. | V.M. | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS               |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       | TOMADAS              | R | S | T |
|                               |            |                   | 2x32W | 4x16W | 60W    | 2x26W | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       | 1                    |   |   |   |
| Nº                            | CIRCUITO   | AMBIENTE          | 64W   | 64W   | 60W    | 52W   | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| 1                             | ILUMINAÇÃO | VESTIÁRIO         | 4     |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              | 256                  | 0,92                          | 278                 | 1,00                        | 278                            | 220                     | 1,16                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 2                             | TOMADAS    | ATENDIMENTO       |       |       |        |       |       |      | 2       | 2       |                       |                              | 600                  | 1,00                          | 600                 | 0,70                        | 420                            | 220                     | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 3                             | TOMADAS    | MESA ATENDIMENTO  |       |       |        |       |       |      |         |         | 2                     |                              | 600                  | 1,00                          | 600                 | 0,70                        | 420                            | 220                     | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 4                             | TOMADAS    | MESA ENFERMARIA   |       |       |        |       |       |      |         |         | 2                     |                              | 600                  | 1,00                          | 600                 | 0,70                        | 420                            | 220                     | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 5                             | TOMADAS    | PAREDE ENFERMARIA |       |       |        |       |       |      |         | 2       | 1                     |                              | 700                  | 1,00                          | 700                 | 0,70                        | 490                            | 220                     | 3,18                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 6                             | TOMADAS AC | ATENDIMENTO       |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 800                          | 800                  | 1,00                          | 800                 | 1,00                        | 800                            | 220                     | 3,64                     | 32          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 7                             | TOMADAS AC | ENFERMARIA        |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 800                          | 800                  | 1,00                          | 800                 | 1,00                        | 800                            | 220                     | 3,64                     | 32          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                   |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                   |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
|                               |            |                   |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              | 4.356                |                               |                     |                             | 3.628                          | 220                     | 9,52                     | 25          | 3                     | 4                    | 0 | 0 | 0 |
| Potência Total Instalada (W)  |            |                   |       |       |        |       |       |      |         | 4.356   | DISJUNTOR GERAL ( A ) |                              |                      |                               |                     | 32                          | DISJUNTOR DIFERENCIAL DR ( A ) |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| Potência Total Demandada (VA) |            |                   |       |       |        |       |       |      |         | 3.628   | CABO DE ENTRADA (mm²) |                              |                      |                               |                     | 6,0                         | ELETRODUTO ENTRADA             |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |



## RELAÇÃO DE CARGAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO

### QLF-05 COZINHA E REFEITÓRIO

| TABELA DE CARGAS              |            |                        |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(W) | FATOR DE<br>POTÊNCIA | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(VA) | FATOR DE<br>DEMANDA | POTÊNCIA<br>DEMANDA<br>(VA) | TENSÃO<br>VOLTS (V) | CORRENTE<br>AMPERES (A)        | DISJUNTOR<br>AMPERES (A) | Nº<br>FASES | CABOS<br>SEÇÃO<br>mm² | POTÊNCIA FASES ( W ) |   |   |   |
|-------------------------------|------------|------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|---------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---|---|---|
|                               |            |                        | FLUO. | FLUO. | INCAN. | PL    | DICR. | V.M. | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS               |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       | TOMADAS              | R | S | T |
|                               |            |                        | 2x32W | 4x16W | 60W    | 2x26W | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       | 1                    |   |   |   |
| Nº                            | CIRCUITO   | AMBIENTE               | 64W   | 64W   | 60W    | 52W   | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| 1                             | ILUMINAÇÃO | REFEITÓRIO             | 16    |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              | 1.024                | 0,92                          | 1113                | 1,00                        | 1.113               | 220                            | 4,65                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 2                             | ILUMINAÇÃO | COZINHA                | 7     |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              | 448                  | 0,92                          | 487                 | 1,00                        | 487                 | 220                            | 2,04                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 3                             | TOMADAS    | REFEITORIO-BANHO MARIA |       |       |        |       |       |      |         |         | 2.000                 |                              | 2.000                | 1,00                          | 2000                | 0,70                        | 1.400               | 220                            | 9,09                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 4                             | TOMADAS    | REFEITÓRIO             |       |       |        |       |       |      | 2       | 3       |                       |                              | 800                  | 1,00                          | 800                 | 0,70                        | 560                 | 220                            | 3,64                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 5                             | TOMADAS    | REFEITÓRIO             |       |       |        |       |       |      | 3       | 1       |                       |                              | 500                  | 1,00                          | 500                 | 0,70                        | 350                 | 220                            | 2,27                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 6                             | TOMADAS    | COZINHA                |       |       |        |       |       |      | 2       |         | 1                     |                              | 500                  | 1,00                          | 500                 | 0,70                        | 350                 | 220                            | 2,27                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 7                             | TOMADAS    | COZINHA BANCADA        |       |       |        |       |       |      |         | 3       | 2                     |                              | 1.200                | 1,00                          | 1200                | 0,70                        | 840                 | 220                            | 5,45                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 8                             | TOMADAS    | COZINHA BANCADA        |       |       |        |       |       |      |         |         | 1                     |                              | 300                  | 1,00                          | 300                 | 0,70                        | 210                 | 220                            | 1,36                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 9                             | TOMADAS    | COZINHA BANCADA        |       |       |        |       |       |      |         |         | 1                     |                              | 300                  | 1,00                          | 300                 | 0,70                        | 210                 | 220                            | 1,36                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 10                            | TOMADAS    | GELADEIRA              |       |       |        |       |       |      |         |         | 500                   |                              | 500                  | 1,00                          | 500                 | 0,70                        | 350                 | 220                            | 2,27                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 11                            | TOMADAS    | FREEZER                |       |       |        |       |       |      |         |         | 500                   |                              | 500                  | 1,00                          | 500                 | 0,70                        | 350                 | 220                            | 2,27                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                        |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                        |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
|                               |            |                        |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 8.072                        |                      |                               |                     | 6.220                       | 220                 | 16,32                          | 40                       | 3           | 6                     | 0                    | 0 | 0 |   |
| Potência Total Instalada (W)  |            |                        |       |       |        |       |       |      |         | 8.072   | DISJUNTOR GERAL ( A ) |                              |                      |                               |                     |                             | 50                  | DISJUNTOR DIFERENCIAL DR ( A ) |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| Potência Total Demandada (VA) |            |                        |       |       |        |       |       |      |         | 6.220   | CABO DE ENTRADA (mm²) |                              |                      |                               |                     |                             | 10,0                | ELETRODUTO ENTRADA             |                          |             |                       |                      |   |   |   |

### QLF-06 AUDITÓRIO

| TABELA DE CARGAS              |            |           |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(W) | FATOR DE<br>POTÊNCIA | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(VA) | FATOR DE<br>DEMANDA | POTÊNCIA<br>DEMANDA<br>(VA) | TENSÃO<br>VOLTS (V) | CORRENTE<br>AMPERES (A)        | DISJUNTOR<br>AMPERES (A) | Nº<br>FASES | CABOS<br>SEÇÃO<br>mm² | POTÊNCIA FASES ( W ) |   |   |   |
|-------------------------------|------------|-----------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|---------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---|---|---|
|                               |            |           | FLUO. | FLUO. | INCAN. | PL    | DICR. | V.M. | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS               |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       | TOMADAS              | R | S | T |
|                               |            |           | 2x32W | 4x16W | 60W    | 2x26W | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       | 1                    |   |   |   |
| Nº                            | CIRCUITO   | AMBIENTE  | 64W   | 64W   | 60W    | 52W   | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| 1                             | ILUMINAÇÃO | TETO      |       | 15    |        |       |       |      |         |         |                       |                              | 960                  | 0,92                          | 1043                | 1,00                        | 1.043               | 220                            | 4,36                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 2                             | ILUMINAÇÃO | ARANDELAS |       |       | 6      |       |       |      |         |         |                       |                              | 360                  | 0,92                          | 391                 | 1,00                        | 391                 | 220                            | 1,64                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 3                             | ILUMINAÇÃO | TRILHO    |       |       |        |       |       | 5    |         |         |                       |                              | 175                  | 0,92                          | 190                 | 1,00                        | 190                 | 220                            | 0,80                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 4                             | TOMADAS    | SALÃO     |       |       |        |       |       |      |         | 4       |                       |                              | 800                  | 1,00                          | 800                 | 1,00                        | 800                 | 110                            | 7,27                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 5                             | TOMADAS    | PISO      |       |       |        |       |       |      |         |         | 4                     |                              | 1.200                | 1,00                          | 1200                | 1,00                        | 1.200               | 110                            | 10,91                    | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 6                             | TOMADAS    | SOM       |       |       |        |       |       |      |         |         | 1                     |                              | 300                  | 1,00                          | 300                 | 1,00                        | 300                 | 110                            | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 7                             | TOMADAS    | SALÃO     |       |       |        |       |       |      |         |         | 1                     |                              | 300                  | 1,00                          | 300                 | 1,00                        | 300                 | 110                            | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 8                             | TOMADAS    | PROJETOR  |       |       |        |       |       |      |         |         | 1                     |                              | 300                  | 1,00                          | 300                 | 1,00                        | 300                 | 110                            | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 9                             | TOMADAS AC | SALÃO     |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 3.000                        | 3.000                | 1,00                          | 3000                | 1,00                        | 3.000               | 220                            | 13,64                    | 25          | 2                     | 4,0                  |   |   |   |
| 10                            | TOMADAS AC | SALÃO     |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 3.000                        | 3.000                | 1,00                          | 3000                | 1,00                        | 3.000               | 220                            | 13,64                    | 25          | 2                     | 4,0                  |   |   |   |
| 11                            | TOMADAS AC | SALÃO     |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 3.000                        | 3.000                | 1,00                          | 3000                | 1,00                        | 3.000               | 220                            | 13,64                    | 25          | 2                     | 4,0                  |   |   |   |
| 12                            | TOMADAS AC | SALÃO     |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 3.000                        | 3.000                | 1,00                          | 3000                | 1,00                        | 3.000               | 220                            | 13,64                    | 25          | 2                     | 4,0                  |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |           |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |           |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
|                               |            |           |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 16.395                       |                      |                               |                     | 16.525                      | 220                 | 43,37                          | 50                       | 3           | 10                    | 0                    | 0 | 0 |   |
| Potência Total Instalada (W)  |            |           |       |       |        |       |       |      |         | 16.395  | DISJUNTOR GERAL ( A ) |                              |                      |                               |                     |                             | 50                  | DISJUNTOR DIFERENCIAL DR ( A ) |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| Potência Total Demandada (VA) |            |           |       |       |        |       |       |      |         | 16.525  | CABO DE ENTRADA (mm²) |                              |                      |                               |                     |                             | 10,0                | ELETRODUTO ENTRADA             |                          |             |                       |                      |   |   |   |



## RELAÇÃO DE CARGAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO

### QLF-07 CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

| TABELA DE CARGAS              |            |              |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(W) | FATOR DE<br>POTÊNCIA | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(VA) | FATOR DE<br>DEMANDA | POTÊNCIA<br>DEMANDA<br>(VA) | TENSÃO<br>VOLTS (V)            | CORRENTE<br>AMPERES (A) | DISJUNTOR<br>AMPERES (A) | Nº<br>FASES | CABOS<br>SEÇÃO<br>mm² | POTÊNCIA FASES ( W ) |   |   |   |
|-------------------------------|------------|--------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|---------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---|---|---|
|                               |            |              | FLUO. | FLUO. | INCAN. | PL    | DICR. | V.M. | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS               |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       | TOMADAS              | R | S | T |
|                               |            |              | 2x32W | 4x16W | 60W    | 2x26W | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       | 1                    |   |   |   |
| Nº                            | CIRCUITO   | AMBIENTE     | 64W   | 64W   | 60W    | 52W   | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| 1                             | ILUMINAÇÃO | HALL / SALÃO |       | 9     |        |       |       |      |         |         |                       |                              | 576                  | 0,92                          | 626                 | 1,00                        | 626                            | 220                     | 2,62                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 2                             | ILUMINAÇÃO | SALÃO        |       |       |        | 3     |       |      |         |         |                       |                              | 156                  | 0,92                          | 170                 | 1,00                        | 170                            | 220                     | 0,71                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 3                             | ILUMINAÇÃO | CAFE         |       |       |        | 1     | 3     |      |         |         |                       |                              | 202                  | 0,92                          | 220                 | 1,00                        | 220                            | 220                     | 0,92                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 4                             | TOMADAS    | HALL / SALÃO |       |       |        |       |       |      | 1       | 2       |                       |                              | 500                  | 1,00                          | 500                 | 1,00                        | 500                            | 220                     | 2,27                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 5                             | TOMADAS    | SALÃO        |       |       |        |       |       |      |         |         | 2                     |                              | 600                  | 1,00                          | 600                 | 1,00                        | 600                            | 220                     | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 6                             | TOMADAS    | SALÃO        |       |       |        |       |       |      |         |         | 3                     |                              | 900                  | 1,00                          | 900                 | 1,00                        | 900                            | 220                     | 4,09                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 7                             | TOMADAS    | SALÃO        |       |       |        |       |       |      |         | 2       |                       |                              | 400                  | 1,00                          | 400                 | 1,00                        | 400                            | 220                     | 1,82                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 8                             | TOMADAS    | CAFÉ         |       |       |        |       |       |      |         |         | 3                     |                              | 900                  | 1,00                          | 900                 | 0,70                        | 630                            | 220                     | 4,09                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 9                             | TOMADAS    | CAFÉ         |       |       |        |       |       |      |         |         | 1                     |                              | 300                  | 1,00                          | 300                 | 0,70                        | 210                            | 220                     | 1,36                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 10                            | TOMADAS    | CAFETEIRA    |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 2.100                        | 2.100                | 1,00                          | 2100                | 0,70                        | 1.470                          | 220                     | 9,55                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 11                            | TOMADAS AC | SALÃO        |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 3.000                        | 3.000                | 1,00                          | 3000                | 1,00                        | 3.000                          | 220                     | 13,64                    | 25          | 2                     | 4,0                  |   |   |   |
| 12                            | TOMADAS AC | SALÃO        |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 3.000                        | 3.000                | 1,00                          | 3000                | 1,00                        | 3.000                          | 220                     | 13,64                    | 25          | 2                     | 4,0                  |   |   |   |
| 13                            | TOMADAS AC | SALÃO        |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 3.000                        | 3.000                | 1,00                          | 3000                | 1,00                        | 3.000                          | 220                     | 13,64                    | 25          | 2                     | 4,0                  |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |              |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |              |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
|                               |            |              |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 15.634                       |                      |                               |                     | 14.725                      | 220                            | 38,64                   | 50                       | 3           | 10                    | 0                    | 0 | 0 |   |
| Potência Total Instalada (W)  |            |              |       |       |        |       |       |      |         | 15.634  | DISJUNTOR GERAL ( A ) |                              |                      |                               |                     | 50                          | DISJUNTOR DIFERENCIAL DR ( A ) |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| Potência Total Demandada (VA) |            |              |       |       |        |       |       |      |         | 14.725  | CABO DE ENTRADA (mm²) |                              |                      |                               |                     | 10,0                        | ELETRODUTO ENTRADA             |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |

### QLF-08 HALL / ALMOXARIFADO / DEPÓSITO / ILUMINAÇÃO EXTERNA

| TABELA DE CARGAS              |            |                         |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(W) | FATOR DE<br>POTÊNCIA | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(VA) | FATOR DE<br>DEMANDA | POTÊNCIA<br>DEMANDA<br>(VA) | TENSÃO<br>VOLTS (V) | CORRENTE<br>AMPERES (A)        | DISJUNTOR<br>AMPERES (A) | Nº<br>FASES | CABOS<br>SEÇÃO<br>mm² | POTÊNCIA FASES ( W ) |   |   |   |
|-------------------------------|------------|-------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|---------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---|---|---|
|                               |            |                         | FLUO. | FLUO. | INCAN. | PL    | DICR. | V.M. | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS               |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       | TOMADAS              | R | S | T |
|                               |            |                         | 2x32W | 4x16W | 60W    | 2x26W | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       | 1                    |   |   |   |
| Nº                            | CIRCUITO   | AMBIENTE                | 64W   | 64W   | 60W    | 52W   | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| 1                             | ILUMINAÇÃO | ALMOXARIFADO / DEPÓSITO | 2     |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              | 128                  | 0,92                          | 139                 | 1,00                        | 139                 | 220                            | 0,58                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 2                             | ILUMINAÇÃO | WC MASC / FEMININO      |       |       |        | 6     |       |      |         |         |                       |                              | 312                  | 0,92                          | 339                 | 1,00                        | 339                 | 220                            | 1,42                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 3                             | ILUMINAÇÃO | ARANDELAS EXTERNAS      |       |       | 11     |       |       |      |         |         |                       |                              | 660                  | 0,92                          | 717                 | 1,00                        | 717                 | 220                            | 3,00                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 4                             | ILUMINAÇÃO | HALL                    | 18    |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              | 1.152                | 0,92                          | 1252                | 1,00                        | 1.252               | 220                            | 5,24                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 5                             | TOMADAS    | BEBEDOUROS              |       |       |        |       |       |      |         | 3       |                       |                              | 600                  | 1,00                          | 600                 | 1,00                        | 600                 | 220                            | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| 6                             | TOMADAS    | DEPÓSITO / ALMOX.       |       |       |        |       |       |      | 3       |         |                       |                              | 300                  | 1,00                          | 300                 | 1,00                        | 300                 | 220                            | 1,36                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| IE1                           | ILUMINAÇÃO | POSTES ESTACION.        |       |       |        |       |       |      |         | 4       |                       |                              | 600                  | 0,92                          | 652                 | 1,00                        | 652                 | 220                            | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| IE2                           | ILUMINAÇÃO | POSTES ESTACION.        |       |       |        |       |       |      |         | 4       |                       |                              | 600                  | 0,92                          | 652                 | 1,00                        | 652                 | 220                            | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| IE3                           | ILUMINAÇÃO | POSTES ESTACION.        |       |       |        |       |       |      |         | 4       |                       |                              | 600                  | 0,92                          | 652                 | 1,00                        | 652                 | 220                            | 2,73                     | 20          | 2                     | 2,5                  |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                         |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                         |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                         |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| R                             | RESERVA    |                         |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                     |                                |                          |             |                       |                      |   |   |   |
|                               |            |                         |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 4.952                        |                      |                               |                     | 5.304                       | 220                 | 13,92                          | 32                       | 3           | 6                     | 0                    | 0 | 0 |   |
| Potência Total Instalada (W)  |            |                         |       |       |        |       |       |      |         | 4.952   | DISJUNTOR GERAL ( A ) |                              |                      |                               |                     |                             | 32                  | DISJUNTOR DIFERENCIAL DR ( A ) |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| Potência Total Demandada (VA) |            |                         |       |       |        |       |       |      |         | 5.304   | CABO DE ENTRADA (mm²) |                              |                      |                               |                     |                             | 6,0                 | ELETRODUTO ENTRADA             |                          |             |                       |                      |   |   |   |



## RELAÇÃO DE CARGAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO

### QLF 9 - CHUVEIROS

| TABELA DE CARGAS              |          |          |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(W) | FATOR DE<br>POTÊNCIA | POTÊNCIA<br>INSTALADA<br>(VA) | FATOR DE<br>DEMANDA | POTÊNCIA<br>DEMANDA<br>(VA) | TENSÃO<br>VOLTS (V)            | CORRENTE<br>AMPERES (A) | DISJUNTOR<br>AMPERES (A) | Nº<br>FASES | CABOS<br>SEÇÃO<br>mm² | POTÊNCIA FASES ( W ) |   |   |   |
|-------------------------------|----------|----------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|---------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---|---|---|
|                               |          |          | FLUO. | FLUO. | INCAN. | PL    | DICR. | V.M. | TOMADAS | TOMADAS | TOMADAS               |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       | TOMADAS              | R | S | T |
|                               |          |          | 2x32W | 4x16W | 60W    | 2x26W | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       | 1                    |   |   |   |
| Nº                            | CIRCUITO | AMBIENTE | 64W   | 64W   | 60W    | 52W   | 50W   | 35W  | 100W    | 200W    | 300W                  |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| 1                             | TOMADAS  | CHUVEIRO |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 4.500                        | 4.500                | 1,00                          | 4500                | 0,57                        | 2.565                          | 220                     | 11,66                    | 32          | 2                     | 6,0                  |   |   |   |
| 2                             | TOMADAS  | CHUVEIRO |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 4.500                        | 4.500                | 1,00                          | 4500                | 0,57                        | 2.565                          | 220                     | 11,66                    | 32          | 2                     | 6,0                  |   |   |   |
| 3                             | TOMADAS  | CHUVEIRO |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 4.500                        | 4.500                | 1,00                          | 4500                | 0,57                        | 2.565                          | 220                     | 11,66                    | 32          | 2                     | 6,0                  |   |   |   |
| 4                             | TOMADAS  | CHUVEIRO |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 4.500                        | 4.500                | 1,00                          | 4500                | 0,57                        | 2.565                          | 220                     | 11,66                    | 32          | 2                     | 6,0                  |   |   |   |
| 5                             | TOMADAS  | CHUVEIRO |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 4.500                        | 4.500                | 1,00                          | 4500                | 0,57                        | 2.565                          | 220                     | 11,66                    | 32          | 2                     | 6,0                  |   |   |   |
| 6                             | TOMADAS  | CHUVEIRO |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 4.500                        | 4.500                | 1,00                          | 4500                | 0,57                        | 2.565                          | 220                     | 11,66                    | 32          | 2                     | 6,0                  |   |   |   |
| 7                             | TOMADAS  | CHUVEIRO |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 4.500                        | 4.500                | 1,00                          | 4500                | 0,57                        | 2.565                          | 220                     | 11,66                    | 32          | 2                     | 6,0                  |   |   |   |
| 8                             | TOMADAS  | CHUVEIRO |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 4.500                        | 4.500                | 1,00                          | 4500                | 0,57                        | 2.565                          | 220                     | 11,66                    | 32          | 2                     | 6,0                  |   |   |   |
| R                             | RESERVA  |          |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| R                             | RESERVA  |          |       |       |        |       |       |      |         |         |                       |                              |                      |                               |                     |                             |                                |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
|                               |          |          |       |       |        |       |       |      |         |         |                       | 36.000                       |                      |                               |                     | 20.520                      | 220                            | 53,85                   | 63                       | 3           | 16                    | 0                    | 0 | 0 |   |
| Potência Total Instalada (W)  |          |          |       |       |        |       |       |      |         | 36.000  | DISJUNTOR GERAL ( A ) |                              |                      |                               |                     | 63                          | DISJUNTOR DIFERENCIAL DR ( A ) |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |
| Potência Total Demandada (VA) |          |          |       |       |        |       |       |      |         | 20.520  | CABO DE ENTRADA (mm²) |                              |                      |                               |                     | 16,0                        | ELETRODUTO ENTRADA             |                         |                          |             |                       |                      |   |   |   |

**POTÊNCIA TOTAL(VA): 89.143**

**CORRENTE TOTAL(A): 234**

**INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS**  
**Unidades de Infraestrutura de Apoio**





## **UNIDADES DE INFRAESTRUTURA DE APOIO**

### **Instalações Hidráulicas**

#### **1. Normas Aplicáveis**

A execução das instalações, bem como os materiais empregados, deverão atender aos requisitos das últimas edições das Normas ABNT/INMETRO.

Os sistemas de tubulações foram definidos e projetados a partir das recomendações das seguintes normas técnicas da ABNT:

NBR - 5626 – Água Potável Fria

NBR - 7198 – Água Potável Quente

NBR - 8160 – Esgotos Sanitários e Ventilações

A elaboração do projeto acompanhou estudos em conjunto com os demais sistemas, não devendo portanto, haver modificação alguma, sem previa autorização da FISCALIZAÇÃO.

As características técnicas para aparelhos e equipamentos foram estabelecidas com base em equipamentos habitualmente disponíveis no mercado, ou projeto específico, sendo que eventuais divergências ocasionadas pela disponibilidade de novos produtos, deverão ser tratadas pelo CONSTRUTOR ou PROPRIETÁRIO, como aumento de carga, com as implicações técnicas e normativas decorrentes destes fatos.

Quaisquer dúvidas em relação aos desenhos, especificações, Normas, medidas recomendadas ou interpretações, deverão ser dirimidas em consulta à FISCALIZAÇÃO, cabendo a paralisação dos serviços, até a solução da questão, sem ônus para o CONTRATANTE.

#### **2. Descrição das Instalações**

##### **a) Orientações Básicas de montagem**

Todas as tubulações quando na horizontal, deverão ser assentadas sobre apoios conforme o seguinte esquema:

Em tubulações enterradas: lastro de concreto ou terreno firmemente compactado.

Em tubulações sobre lajes: serão apoiadas sobre lastro contínuo de tijolos maciços, assentados de maneira apropriada.

Em tubulações suspensas nas lajes: serão afixadas na estrutura por meio de suportes apropriados, dando-se preferência a vergalhões seguidos de braçadeiras e/ou perfilados metálicos, conforme padrões de boa técnica.

As tubulações de PVC rígido não poderão, em hipótese alguma, ficar sujeitas a solicitações mecânicas nem serem embutidas em elementos estruturais do edifício, salvo em furações previstas e indicadas em projeto.



Os espaçamentos máximos entre apoios (suportes) de tubos de PVC devem obedecer à tabela a seguir:

| DIÂMETRO NOMINAL (mm) | ESPAÇAMENTO MÁXIMO (mm) |
|-----------------------|-------------------------|
| 20 (1/2")             | 0,9                     |
| 25 (3/4")             | 1,0                     |
| 32 (1")               | 1,1                     |
| 40 (1 1/4")           | 1,3                     |
| 50 (1 1/2")           | 1,5                     |
| 60 (2")               | 1,7                     |
| 75 (2 1/2")           | 1,9                     |
| 85 (3")               | 2,1                     |
| 110 (4")              | 2,5                     |
| 150 (6")              | 2,8                     |

Nas instalações enterradas, os tubos de PVC rígido deverão ficar, no mínimo a 0,80 m de profundidade, se houver tráfego e 0,60 m de profundidade nos demais casos. Fora destes parâmetros, os tubos deverão ser convenientemente envelopados em concreto.

#### **b) Testes**

##### **- Tubulação de água fria:**

##### Norma Técnica Referência NBR 5626/98 – ABNT

As tubulações a serem testadas devem ser preenchidas com água potável, cuidando-se para que o ar seja expelido completamente do seu interior.

Um equipamento que permita elevar gradativamente a pressão de água deve ser ligado às tubulações.

Este equipamento deve possuir manômetro adequado e aferido para leitura das pressões nas tubulações.

O valor da pressão de ensaio deve ser no mínimo, 1,5 vezes o valor da pressão em condições estáticas.

De acordo com as características do presente projeto, para que não haja qualquer dúvida no ato da execução dos testes de tubulações acima descritos, as pressões deverão ser adotadas de acordo com a seguinte tabela:



**Critério:** NORMA NBR 5657/75 – ABNT

| SISTEMA   | ÍTEM DA INSTALAÇÃO                         | PRESSÃO<br>DE SERVIÇO<br>MÁX.<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | PRESSÃO DE<br>TESTE   |       |
|-----------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------|-------|
|           |                                            |                                                        | (kg/cm <sup>2</sup> ) | (mca) |
| ÁGUA FRIA | Adução da rede pública - vem do hidrômetro | 5,00                                                   | 7,50                  | 75,00 |
|           | Barriletes e Prumadas de distribuição      | 4,00                                                   | 6,00                  | 60,00 |
|           | Ramais de distribuição                     | 4,00                                                   | 6,00                  | 60,00 |

Alcançando o valor da pressão de ensaio, as tubulações devem ser inspecionadas visualmente, bem como deve-se observar eventual queda de pressão no manômetro. Após um período de pressurização de 1 (uma) hora parte da tubulação ensaiada pode ser considerada estanque, se não for detectado vazamento nem ocorrer queda de pressão. No caso de se detectado vazamento, o mesmo deve ser reparado e o procedimento repetido.

**- Tubulação de esgoto:**

Norma Técnica Referência NBR 8160/99 – ABNT

**• Ensaio com água:**

O ensaio com água deve ser aplicado à instalação como um todo por seções.

No ensaio da instalação como um todo, toda abertura deve ser convenientemente tamponada exceto a mais alta, por onde deve ser introduzida água até o transbordamento da mesma por essa abertura e mantida por um mínimo de 15 minutos.

No ensaio por seções a pressão resultante no ponto mais baixo da tubulação não deve exceder a 60 kPa (6 mca).

No limite máximo de 60 kPa (6 mca) deve ser ultrapassado sempre que for verificado pela análise do projeto, que um entupimento em um trecho da tubulação pode ocasionar uma pressão superior a esta.

O trecho em que for constatado o descrito acima, deve ser ensaiado com água, adotando pressão estática no ponto mais desfavorável igual a causada pelo eventual entupimento.

**• Ensaio com ar:**

No ensaio com ar, toda entrada ou saída da tubulação deve ser convenientemente tamponada, à exceção daquela pela qual será introduzido o ar.

O ar deve ser introduzido no interior da tubulação até que atinja uma pressão uniforme de 35 kPa (3,5 mca).

Esta pressão deve ser manter pelo período de 15 minutos sem a introdução do ar adicional.

O limite máximo de 35 kPa deve ser ultrapassado sempre que for verificado um equipamento em um trecho da tubulação possa ocasionar uma pressão superior a esta.



O trecho que for constatado o descrito acima, deve ser ensaiado com ar a uma pressão igual à pressão máxima resultante do eventual entupimento.

• **Ensaio final com fumaça:**

Para a realização do ensaio final com fumaça todos os fechos hídricos dos aparelhos devem ser completamente cheios com água, devendo as demais aberturas serem convenientemente tamponadas com exceção das aberturas dos ventiladores primários e da abertura de introdução da fumaça.

A fumaça deve ser introduzida no interior do sistema através da abertura respectiva de cada ventilador deve ser convenientemente tamponada.

A fumaça deve ser continuamente introduzida até que se atinja uma pressão de 0,25 kPa (0,025 mca).

Esta pressão deve ser manter pelo período mínimo de 15 min., sem que seja introduzida fumaça adicional.

**c) Materiais**

- **Água potável fria**

**Tubos e conexões:**

Ligação Predial: A cargo da CAESB

Cavalete para o hidrômetro: Aço carbono galvanizado, conforme Din 2440, extremidades roscáveis, rosca BSP, com conexões de ferro maleável, roscáveis, galvanizadas, classe 150 Lbs.,

Rede de adução desde o hidrômetro da CAESB até o reservatório superior em ferro galvanizado – DIN 2458

Tubos e conexões de PVC rígido, classe 15, Serie "A", extremidades soldáveis.

**Registros de paragem:**

Aparentes: Registros de gaveta e demais registros até  $\varnothing$  4" inclusive, serão em bronze ou latão, extremidades roscáveis, hastes fixas, classe 125 libras, linha industrial, de acabamento bruto.

Registros de esfera: serão em bronze, extremidades roscáveis, hastes em latão, classe 150 libras, acabamento bruto.

Embutidos: Registros de pressão e demais metais sanitários para pias, lavatórios etc, serão com canoplas e acabamentos cromado.

**Válvulas:**

Válvulas de retenção: Serão em bronze do tipo portinhola, extremidades roscáveis, classe 125 libras.

- **Sistema de esgoto sanitário e ventilações**

**Tubos e conexões:**

Tubos de queda e coletores suspensos:

PVC rígido reforçado, juntas elásticas com anéis de borracha.



Arranjos secundários e ventilações:

PVC rígido conforme NBR - 5688 da ABNT (branco), pontas lisas, com conexões de PVC rígido soldáveis para bitolas de 40 mm e juntas elásticas com anéis de borracha, para bitolas entre 50 e 100 mm.

Maneira de instalar:

As juntas serão vedadas com anéis de borracha, do mesmo fabricante.

Nas inflexões dos tubos de queda da vertical para a horizontal, usar curvas e/ou junções simples, em material resistente em peças de mesmo material que os tubos, porem reforçadas.

#### **Caixas Sifonadas:**

##### **• Sifonados:**

Caixas sifonadas indicadas no projeto serão em PVC rígido, medidas padronizadas em 150 X 150 X 75/50 mm, ou 100 x 150 x 50 mm, completas, com porta grelhas e grelhas em aço inox, do mesmo fabricante dos tubos e conexões.

Secos:

Em PVC rígido, 100 X 100 X 40 mm, completos, com porta grelhas e grelhas em aço inox, do mesmo fabricante dos tubos e conexões.

#### **Louças e metais sanitários:**

Serão utilizadas as linhas convencionais branca, e metais cromados.

### **3. Sistema de Água Quente**

A geração de água quente será feita por um sistema de placas solares juntamente com um aquecedor elétrico localizado na laje, sobre o vestiário masculino.

Estas placas são projetadas para absorver a energia dos raios solares, transformar esta energia em calor que por sua vez será transmitido ao fluido em aquecimento.

O aquecedor elétrico fornece um aquecimento complementar para não interromper o fornecimento de água quente. Nos períodos sem sol, a água será aquecida pela resistência elétrica do boiler automaticamente.

As tubulações de água fria para alimentação do sistema deverá ser em PVC marron CL15, e as tubulações água quente, em cobre CLE.

As tubulações de água quente deverão ser isoladas termicamente.

A circulação da água entre as placas e o boiler será por convecção, portanto deverá ser mantida uma diferença de nível entre a face superior da célula e a face inferior do boiler de pelo menos 30cm.

As células deverão apontar preferencialmente para o norte ou nordeste.

Estão previstas 6 placas solares com dimensões de 1,82mt x 1,14mt, e deverão ser instaladas com inclinação mínima de 21° e máxima de 31°.

O boiler utilizado foi previsto para 200 litros – alta pressão.

A bomba de recirculação deverá ter vazão máxima de 8m³/hora; H=10mca.

## DIMENSIONAMENTO DAS FOSSAS

### 1 - Fossa Séptica:

Em áreas onde não se encontra um sistema de tratamento de esgoto efetivo, há a necessidade de oferecer um sistema compatível com as necessidades do local.

Para atender sistemas isolados individuais ou condominiais não providos de sistemas de coleta e de tratamento de esgoto pode-se optar pela utilização da fossa séptica. As fossas sépticas, que normalmente são de câmara única, permitem a sedimentação dos sólidos, a flotação das gorduras e óleos graxos, o armazenamento (lodo) e a sua digestão que ocorre em zona anaeróbia.

O interior do tanque séptico é constituído por uma zona onde flota na superfície do líquido uma camada de gordura e substâncias graxas (camada de espuma), uma zona aeróbia e uma zona anaeróbia onde o lodo é digerido conforme Figura 1.

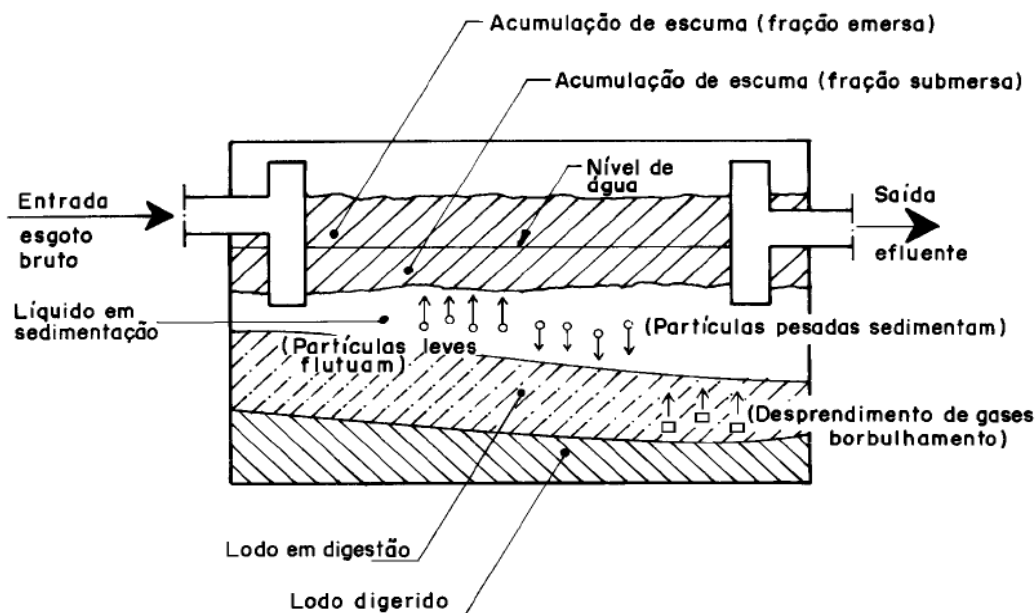


Figura 1 – funcionamento da fossa séptica segundo NBR 722

Por estas características a fossa séptica pode ser chamada também de decanto-digestora. A utilização da fossa séptica em lugares isolados e desprovidos de sistemas de tratamentos de esgoto é uma alternativa a baixo custo, pois a fossa opera sem o uso de energia.

A velocidade e a permanência do líquido no tanque séptico permitem que haja a separação dos sólidos contidos no líquido, promovendo o acúmulo dos sólidos e sua digestão limitada.

A digestão anaeróbia se desenvolve principalmente no lodo retido, onde ocorre a atividade de transformação da matéria orgânica, usando bactérias facultativas ou





anaeróbias com agentes. Atuando na ausência de oxigênio reduzem as substâncias orgânicas pouco oxidadas com disposição ou liquefação de alguns sólidos. Sendo nesta fase que ocorre a liberação dos gases.

O sistema de tanque séptico aplica-se usualmente ao tratamento de esgoto doméstico, sendo esse com dimensões próprias a receber todos os despejos a ele conferidos.

O tanque séptico pode ser uma unidade cilíndrica ou prismática retangular, onde necessariamente impera o fluxo horizontal e contínuo do efluente.

Seguindo as recomendações da NBR 7229 - *Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos* – a geometria dos tanques seguem a seguinte recomendação: Os cilíndricos são empregados em situações onde se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade; os prismáticos retangulares, nos casos em que sejam desejáveis maior área horizontal e menor profundidade.

A composição formada no seu interior produz principalmente o gás natural ( $\text{CH}_4$  +  $\text{CO}_2$ ) e pequenas quantidades do gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), entre outros.

A fossa séptica deve operar preservando a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, sendo, portanto feita de material estanque não permitindo a entrada de águas pluviais ou despejos capazes de causar interferência negativa no processo de tratamento como, por exemplo, o aumento excessivo da vazão do esgoto afluente.

O tratamento que ocorre, no entanto, é de nível primário. Ainda estão presentes, no efluente que sai da fossa séptica, matéria orgânica, patógenos e nutrientes.

Ao se instalar uma fossa séptica, deve ser prevista desde o início do uso, a retirada periódica do lodo que se acumula no fundo do tanque, a fim de garantir o bom funcionamento do sistema. O lodo removido apresenta organismos patogênicos precisando ser disposto adequadamente. A falta de destinação adequada deste lodo resulta em comprometimento do lençol freático e da saúde pública.

As fossas sépticas devem ser dimensionadas de acordo com o número de pessoas que a utilizarão.

A principal finalidade da fossa séptica é de clarificar o efluente reduzindo a concentração de sólidos sedimentáveis e a demanda bioquímica de oxigênio.

É vedado o encaminhamento ao tanque séptico de:

- a) Águas pluviais;
- b) Despejos capazes de causar interferência negativa em qualquer fase do processo de tratamento ou a elevação excessiva da vazão do esgoto afluente.

## **2. Disposição de efluentes: sumidouros:**

Sumidouros:

O sumidouro é uma unidade de deposição final e depuradora do efluente da fossa séptica. Assumindo uma posição vertical na sua implantação no solo o sumidouro tem seu uso favorável em áreas onde o aquífero é profundo, onde se possa ter a garantia de uma distância mínima correspondente a 1,50 metros entre o seu fundo e o nível máximo do lençol freático.

O sumidouro tem obstrução das suas superfícies internas periodicamente, tendo na ocasião de substituição por outro poço, deixar as paredes internas do sumidouro substituído, expostas ao ar livre, por um tempo determinado de no mínimo seis meses, para que se possa permitir a sua capacidade infiltrativa.

Sendo uma unidade verticalizada, é frequente que o sumidouro alcance diversas camadas de características distintas, necessitando assim, proceder a uma apuração da capacidade de infiltração de água no solo para cada uma destas camadas, conseguindo assim a capacidade média de percolação de água no solo sugerido.

Sendo assim as dimensões dos sumidouros são encontradas de acordo com a capacidade de absorção do solo.

A construção dos sumidouros deve ser constituída de paredes em alvenaria de tijolos, onde estes sejam assentados com junta livre ou de anéis pré-moldados de concreto, com perfurações feitas de modo adequado. Não se deve usar argamassa entre as unidades constituinte do sumidouro para que a percolação da água atinja todas as direções possíveis. No fundo do sumidouro é previsto uma camada igual ou superior a 0,50 metros de brita Nº 3 ou 4, cascalho ou coque segundo figura 2. As lajes que cobrem o sumidouro devem estar no nível do terreno e ter uma abertura de inspeção com fechamento hermético. Na presença de sumidouros consecutivos os sumidouros cilíndricos devem se manter afastados a uma distância igual a três vezes o seu diâmetro e nunca inferior a seis metros.

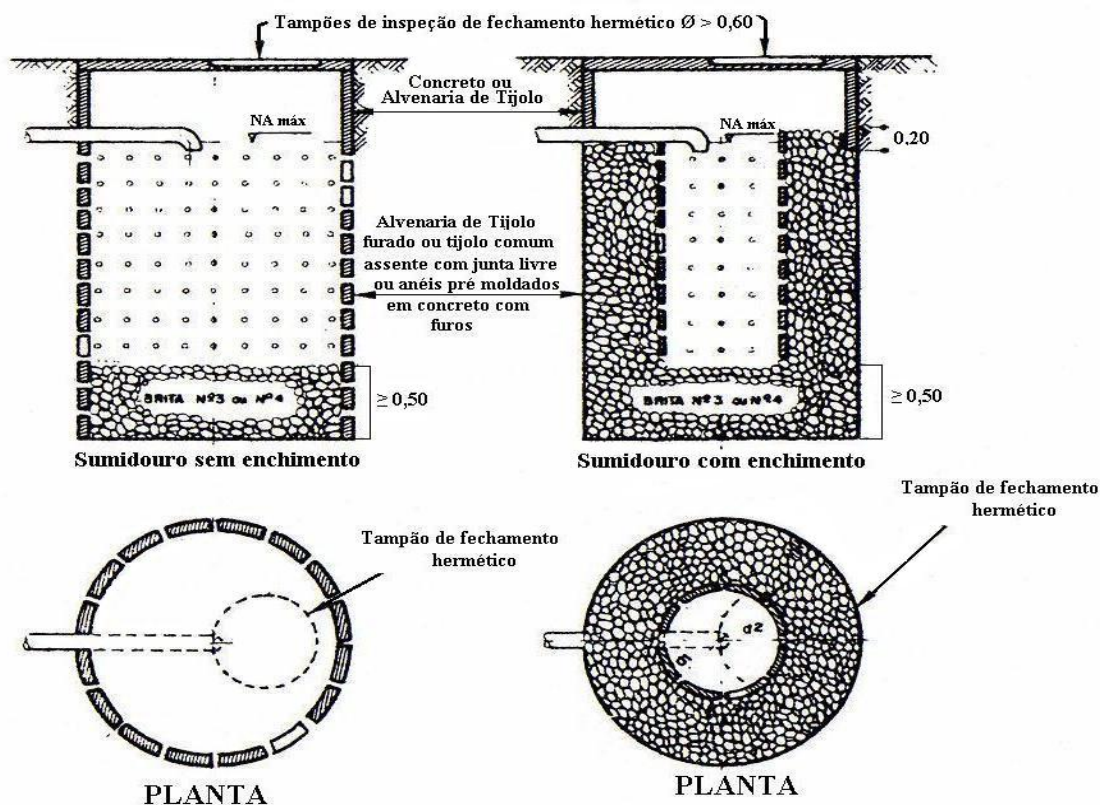


Figura 2 – desenho de sumidouro cilíndrico segundo NBR 13969.

### 3. Cálculo das fossas sépticas e sumidouros:

#### 3.1. Parâmetros:

Os tanques sépticos adotados serão prismáticos retangulares tomando uma maior área horizontal e menor profundidade visando a uma maior facilidade na manutenção.

O intervalo de limpeza do lodo nas fossas será de 1 ano.

Segundo a NBR 7229 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos – a largura interna mínima das fossas séptica prismática retangular devem ser de no mínimo: 0,80m e a relação comprimento/largura compreendidas em 2:1 (mínimo) e 4:1(máximo).

Para achar as vazões necessárias e poder dimensionar as fossas sépticas e sumidouros para as unidade foram utilizadas as normas:

NBR 7229 - 1993 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.

NBR 13969 - 1997 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.

Aplicando o resultado da quantidade de funcionários à norma NBR 7229 da ABNT foi possível concluir os cálculos para achar a vazão de esgoto produzido por determinada quantidade de contribuintes e assim poder dimensionar o sistema de tratamento para as unidades . As fórmulas usadas foram:

Cálculo do volume útil da fossa séptica segundo NBR 7229/1993:

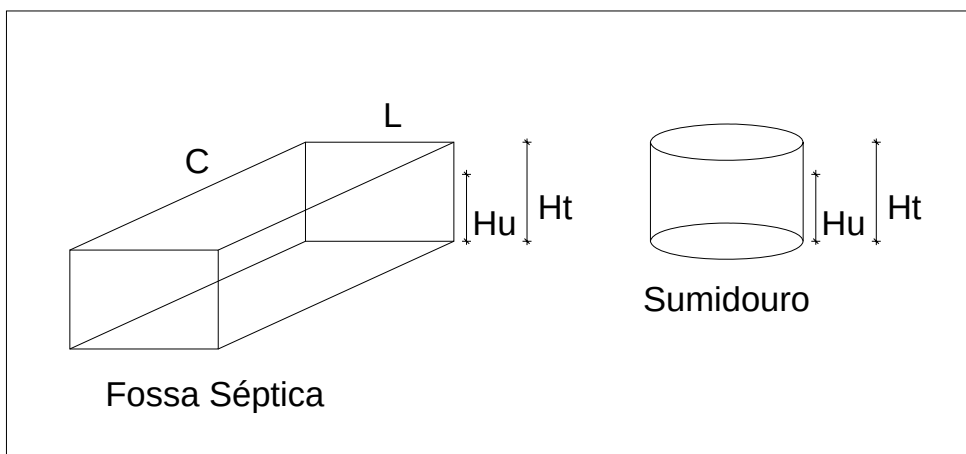
$$Vu = 1000 + N (CT + KLf)$$

Onde :

|           |                                                                                                        |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Vu</b> | <b>Volume útil, em litros;</b>                                                                         |
| <b>N</b>  | <b>Número de pessoas ou unidades de contribuição;</b>                                                  |
| <b>C</b>  | <b>contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia;</b>                      |
| <b>T</b>  | <b>Período de detenção, em dias;</b>                                                                   |
| <b>K</b>  | <b>taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;</b> |
| <b>Lf</b> | <b>contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia.</b>                   |

Foi adotado os seguintes valores para cálculo do volume útil seguindo as tabelas da NBR 7229:

- C = 50
- Lf = 0,20
- K = 57



Onde:

C = Comprimento  
L = Largura  
Hu = Altura útil  
Ht = Altura total  
D = Diâmetro

### 3.2. Cálculo dos sistemas de tratamento e de disposição final:

#### Volume útil do sistema de tratamento: Medidas conforme NBR 7229 / NBR 13969

**Volume útil e medidas da fossa séptica: para prédios da Administração e Oficina, considerando 70 e 20 funcionários respectivamente, total 90 contribuintes.**

$$Vu = 1000 + N \times (CT + KLf)$$

$$Vu = 1000 + 90 \times (50 \times 0,83 + 57 \times 0,20)$$

$$Vu = 1000 + 90 \times (52,90)$$

$$Vu = 5761 \Rightarrow 5765 \text{ Litros} \Rightarrow 5,765 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{Vu}{Hu} \Rightarrow A = \frac{5,765 \text{ m}^3}{1,50 \text{ m}} = 3,844 \text{ m}^2$$

$$C = 2L$$

$$A = L \times 2L$$

$$L^2 = \frac{3,844}{2} \text{ logo } L = 1,386 \text{ m}$$

**Medidas (arredondadas):**

$$C = 2,80 \text{ m}$$

$$L = 1,40 \text{ m}$$

$$Hu = 1,50 \text{ m}$$

$$Ht = 1,80 \text{ m}$$

**Volume útil:**

- do sistema: 5880 Litros
- por dia: 4500 Litros / dia

**Volume útil e medidas do sumidouro: para 90 contribuintes**

$$Vu = 5,765 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{Vu}{Hu} = \frac{5,765 \text{ m}^3}{2,50 \text{ m}} = 2,88 \text{ m}^2$$

$$\text{como } A = (\pi \times D^2) / 4$$

$$\text{logo } D^2 = (2,88 \times 4) / \pi \Rightarrow D = 1,71 \text{ m}$$

**Medidas (arredondadas):**

$$D = 1,75 \text{ m}$$

$$Hu = 2,50 \text{ m}$$

$$Ht = 2,80 \text{ m}$$

**Volume útil do sistema de tratamento: Medidas conforme NBR 7229 / NBR 13969**

**Volume útil e medidas da fossa séptica: para prédios da Portaria e Guarita, considerando 15 e 4 funcionários respectivamente, total 19 contribuintes.**

$$V_u = 1000 + N \times (CT + KLf)$$

$$V_u = 1000 + 19 \times (50 \times 1,00 + 57 \times 0,20)$$

$$V_u = 1000 + 19 \times (61,40)$$

$$V_u = 2166,60 \Rightarrow 2167 \text{ Litros} \Rightarrow 2,167 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V}{H_u} \Rightarrow A = \frac{2,167 \text{ m}^3}{1,20 \text{ m}} = 1,8058 \text{ m}^2$$

$$C = 2L$$

$$A = L \times 2L$$

$$L^2 = \frac{1,8058}{2} \text{ logo } L = 0,9502 \text{ m}$$

**Medidas (arredondadas):**

$$C = 2,00 \text{ m}$$

$$L = 1,00 \text{ m}$$

$$H_u = 1,20 \text{ m}$$

$$H_t = 1,50 \text{ m}$$

**Volume útil:**

- do sistema: 2400 Litros

- por dia: 950 Litros / dia

**Volume útil e medidas do sumidouro: para 19 contribuintes**

$$V_u = 2,167 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V_u}{H_u} = \frac{2,167 \text{ m}^3}{2,00 \text{ m}} = 1,0835 \text{ m}^2$$

$$\text{como } A = (\pi \times D^2) / 4$$

$$\text{logo } D^2 = (1,0835 \times 4) / \pi \Rightarrow D = 1,174 \text{ m}$$

**Medidas (arredondadas):**

$$D = 1,20 \text{ m}$$

$$H_u = 2,00 \text{ m}$$

$$H_t = 2,30 \text{ m}$$

**Volume útil do sistema de tratamento: Medidas conforme NBR 7229 / NBR 13969**

**Volume útil e medidas da fossa séptica: para prédio da Balança, considerando 4 funcionários, total 4 contribuintes.**

$$V_u = 1000 + N \times (CT + KLf)$$

$$V_u = 1000 + 4 \times (50 \times 1,00 + 57 \times 0,20)$$

$$V_u = 1000 + 4 \times (61,40)$$

$$V_u = 1245,60 \Rightarrow 1246 \text{ Litros} \Rightarrow 1,246 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V}{H_u} \Rightarrow A = \frac{1,215 \text{ m}^3}{1,20 \text{ m}} = 1,038 \text{ m}^2$$

$$C = 2L$$

$$A = L \times 2L$$

$$L^2 = \frac{1,038}{2} \text{ logo } L = 0,72 \text{ m} *$$

\* a largura mínima exigida pela norma é de 0,80 m.

**Medidas (arredondadas):**

$$C = 1,60 \text{ m}$$

$$L = 0,80 \text{ m}$$

$$H_u = 1,20 \text{ m}$$

$$H_t = 1,50 \text{ m}$$

**Volume útil:**

- do sistema: 1536 Litros

- por dia: 200 Litros / dia

**Volume útil e medidas do sumidouro: para 4 contribuintes**

$$V_u = 1,246 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V_u}{H_u} = \frac{1,246 \text{ m}^3}{1,50 \text{ m}} = 0,831 \text{ m}^2$$

$$\text{como } A = (\pi \times D^2) / 4$$

$$\text{logo } D^2 = (0,831 \times 4) / \pi \Rightarrow D = 1,028 \text{ m}$$

**Medidas (arredondadas):**

$$D = 1,05 \text{ m}$$

$$H_u = 1,50 \text{ m}$$

$$H_t = 1,80 \text{ m}$$



**Volume útil do sistema de tratamento: Medidas conforme NBR 7229 / NBR 13969**

**Volume útil e medidas da fossa séptica: para área do Auditório e Centro de Educação Ambiental, considerando 56 e 44 funcionários, total 100 contribuintes.**

$$V_u = 1000 + N \times (CT + KLf)$$

$$V_u = 1000 + 100 \times (50 \times 0,75 + 57 \times 0,20)$$

$$V_u = 1000 + 100 \times (48,90)$$

$$V_u = 5890 \Rightarrow 5890 \text{ Litros} \Rightarrow 5,89 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V_u}{H_u} \Rightarrow A = \frac{5,89 \text{ m}^3}{1,50 \text{ m}} = 3,927 \text{ m}^2$$

$$C = 2L$$

$$A = L \times 2L$$

$$L^2 = \frac{3,927}{2} \text{ logo } L = 1,4012 \text{ m}$$

**Medidas (arredondadas):**

$$C = 2,90 \text{ m}$$

$$L = 1,45 \text{ m}$$

$$H_u = 1,50 \text{ m}$$

$$H_t = 1,80 \text{ m}$$

**Volume útil:**

- do sistema: 6307,50 Litros
- por dia: 5000 Litros / dia

**Volume útil e medidas do sumidouro: para 100 contribuintes**

$$V_u = 5,89 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V_u}{H_u} = \frac{5,89 \text{ m}^3}{2,50 \text{ m}} = 2,356 \text{ m}^2$$

$$\text{como } A = (\pi \times D^2) / 4$$

$$\text{logo } D^2 = (2,356 \times 4) / \pi \Rightarrow D = 1,732 \text{ m}$$

**Medidas (arredondadas):**

$$D = 1,75 \text{ m}$$

$$H_u = 2,50 \text{ m}$$

$$H_t = 2,80 \text{ m}$$

## **ANEXO 4**

### **Estação de Pré-Tratamento de Chorume**

## **MEMORIAL DESCRITIVO**

### **Estação de Pré-Tratamento de Chorume**

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **ÍNDICE GERAL**

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. PREMISSA .....                                                                                                                                  | 4  |
| 2. CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DOS DADOS BÁSICOS DE PROJETO.....                                                                                      | 4  |
| 2.1. VARIAÇÃO DA VAZÃO DE CHORUME.....                                                                                                             | 4  |
| 2.1.1. VAZÕES MÉDIAS E MÁXIMAS DE CHORUME NAS DIFERENTES ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO .....                                                     | 5  |
| 2.1.2. VAZÕES MÁXIMAS DE CHORUME A SEREM ENVIADAS À ETE DE MELCHIOR .....                                                                          | 8  |
| 2.2. VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-FÍSICAS DO CHORUME .....                                                                                 | 10 |
| 2.2.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-FÍSICAS EM TEMPO DE CHUVA DO CHORUME, APÓS A LAGOA DE EQUALIZAÇÃO .....                                             | 11 |
| 2.2.2. MODELO PARA DEFINIÇÃO DOS DADOS BÁSICOS DE PROJETO .....                                                                                    | 12 |
| 2.2.3. EVOLUÇÃO DAS CARGAS DOS POLUENTES DO CHORUME, APÓS A LAGOA DE EQUALIZAÇÃO, EM TEMPOS DE CHUVA, ATRAVÉS DOS ANOS DE OPERAÇÃO DO ATERRO. .... | 13 |
| 3. DADOS BÁSICOS DE PROJETO .....                                                                                                                  | 14 |
| 3.1. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO NÃO ESTABILIZADO.....                                                                                            | 14 |
| 3.2. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO APÓS ESTABILIZAÇÃO .....                                                                                         | 14 |
| 3.3. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO APÓS PRÉ-TRATAMENTO .....                                                                                        | 15 |
| 4. JUSTIFICATIVA DE PROCESSO .....                                                                                                                 | 16 |
| 4.1. REMOÇÃO DE AREIA E METAIS PESADOS .....                                                                                                       | 16 |
| 4.2. EQUALIZAÇÃO DE CARGA HIDRÁULICA E CARGA POLUIDORA.....                                                                                        | 17 |
| 4.3. REMOÇÃO DO NITROGÊNIO AMONÍACAL .....                                                                                                         | 17 |
| 4.4. CARGA ORGÂNICA BIODEGRADÁVEL (DQO, DBO5) .....                                                                                                | 18 |
| 4.5. LAGOA DE EMERGÊNCIA .....                                                                                                                     | 18 |
| 5. DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO E SUA OPERAÇÃO .....                                                                                                       | 19 |
| 6. CRITÉRIOS DE PROJETO .....                                                                                                                      | 21 |
| 6.1. GRADEAMENTO.....                                                                                                                              | 21 |
| 6.2. CAIXAS DE AREIA E POÇO DE BOMBEAMENTO.....                                                                                                    | 21 |
| 6.3. LAGOAS DE EQUALIZAÇÃO E LAGOA DE EMERGÊNCIA.....                                                                                              | 21 |
| 6.4. PRÉ-TRATAMENTO BIOLÓGICO.....                                                                                                                 | 22 |
| 6.4.1. ETAPA DE DENITRIFICAÇÃO .....                                                                                                               | 23 |
| 6.4.2. ETAPA DE NITRIFICAÇÃO .....                                                                                                                 | 24 |
| 6.4.3. PRODUÇÃO DE LODO EM EXCESSO .....                                                                                                           | 25 |
| 6.4.4. BALANÇO DE ALCALINIDADE .....                                                                                                               | 25 |
| 6.4.5. CÁLCULO DA REQUISIÇÃO DE OXIGÊNIO EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS (AOR).....                                                                      | 26 |
| 6.4.6. SEPARAÇÃO DA BIOMASSA .....                                                                                                                 | 27 |
| 6.4.7. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO COM DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DO CHORUME .....                                                       | 28 |

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.5. DESIDRATAÇÃO DO LODO .....                                               | 30 |
| 7. LISTA DE EQUIPAMENTOS / ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....                      | 31 |
| 7.1. GRADEAMENTO .....                                                        | 31 |
| 7.2. CALHA PARSHALL .....                                                     | 31 |
| 7.3. PENEIRA .....                                                            | 31 |
| 7.4. CAIXAS DE AREIA .....                                                    | 32 |
| 7.5. POÇO DE RECALQUE.....                                                    | 32 |
| 7.6. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME PARA LAGOAS.....                           | 32 |
| 7.7. LAGOAS DE EQUALIZAÇÃO.....                                               | 33 |
| 7.8. LAGOA DE EMERGÊNCIA .....                                                | 33 |
| 7.9. BOMBAS DE DRAGAGEM DE LODO.....                                          | 34 |
| 7.10. BAG DE FILTRAÇÃO .....                                                  | 34 |
| 7.11. TANQUE DE PREPARO DE SUSPENSÃO DE CAL .....                             | 34 |
| 7.12. AGITADOR PARA TANQUE DE SUSPENSÃO DE CAL .....                          | 35 |
| 7.13. BOMBAS DE DOSAGEM DE SUSPENSÃO DE CAL.....                              | 35 |
| 7.14. POÇO DE RECALQUE DE CHORUME BRUTO PARA REATOR BIOLÓGICO.....            | 35 |
| 7.15. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME BRUTO PARA REATOR BIOLÓGICO .....         | 36 |
| 7.16. VALO DE OXIDAÇÃO – Tratamento Biológico .....                           | 36 |
| 7.17. AERADORES SUPERFICIAIS SUBMERSOS .....                                  | 36 |
| 7.18. TANQUE DE ESTOCAGEM DE SOLUÇÃO DE NaOH A 50% EM PESO.....               | 37 |
| 7.19. BOMBA DOSADORA DE NaOH A 50%.....                                       | 37 |
| 7.20. TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO.....                  | 37 |
| 7.21. AGITADOR PARA TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO .....   | 38 |
| 7.22. BOMBAS DE DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO.....                  | 38 |
| 7.23. FLOTADOR POR AR DISSOLVIDO.....                                         | 38 |
| 7.24. BOMBAS DE PRESSURIZAÇÃO .....                                           | 39 |
| 7.25. COMPRESSOR DE AR .....                                                  | 39 |
| 7.26. POÇO DE RECALQUE DE LODO E ESCUMAS .....                                | 39 |
| 7.27. BOMBAS DE LODO EM EXCESSO.....                                          | 40 |
| 7.28. POÇO DE RECALQUE DA LAGOA DE EMERGÊNCIA .....                           | 40 |
| 7.29. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME DA LAGOA DE EMERGÊNCIA.....               | 40 |
| 7.30. POÇO DE RECALQUE CHORUME PRÉ-TRATADO .....                              | 41 |
| 7.31. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME PRÉ-TRATADO.....                          | 41 |
| 7.32. CASTELO DE ÁGUA .....                                                   | 41 |
| 7.33. TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA.....                | 42 |
| 7.34. AGITADOR PARA TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA ..... | 42 |
| 7.35. BOMBAS DE DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA.....                | 42 |
| 7.36. CENTRÍFUGAS .....                                                       | 43 |

**AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

**CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DISTRITO FEDERAL (CTRS-DF)  
ESTAÇÃO DE PRÉ-TRATAMENTO DE CHORUME**

**1. PREMISSA**

O objetivo do presente trabalho é o dimensionamento da estação de pré-tratamento do chorume gerado na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF), situada na Região Administrativa de Samambaia, para que este seja encaminhado às ETE's de Melchior e Samambaia, dentro dos padrões concordados com os técnicos da Caesb.

A Estação atenderá a evolução do aterro, tanto no que diz respeito à produção de chorume, crescente com o aumento da massa de lixo disposto, quanto às suas características químico-físicas, que dependem da idade do aterro.

A tecnologia utilizada, tratamento biológico, proporcionará a redução dos parâmetros poluidores, a saber, carga orgânica biodegradável ( $DBO_5$ ), carga orgânica nitrogenada (NKT,  $N-NH_3$ ,  $N-NO_3$  e  $N-NO_2$ ) e metais pesados, caso presentes, de maneira a não prejudicar a performance das ETE's da Caesb. As eficiências de remoção dos parâmetros citados foram objeto de discussão com a Caesb e são apresentadas neste trabalho.

**2. CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DOS DADOS BÁSICOS DE PROJETO**

Apresentamos a seguir as considerações gerais, a partir das quais foram definidos os dados básicos de projeto e que, em definitivo, nortearam o dimensionamento da estação de pré-tratamento do percolato da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF), nas suas etapas de instalação.

**2.1. VARIAÇÃO DA VAZÃO DE CHORUME**

A vazão de chorume gerada por uma célula de disposição de lixo é crescente no tempo, proporcionalmente a área ocupada pelas células e ao volume de lixo disposto.

Uma vez encerrada a operação do aterro, com células corretamente isoladas e fechadas, deve-se esperar ao longo dos anos uma redução da vazão de chorume gerado.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

De fato, pôde ser constatado que com as células fechadas, a vazão de chorume produzido decresce no tempo com relativa rapidez. A vazão de chorume varia, também, em função da chuva incidente sobre a área de disposição do lixo e, em geral, das condições climáticas (evapotranspiração). De fato, durante o ano, a vazão cresce nos meses de chuva e decresce em tempo seco.

### **2.1.1. VAZÕES MÉDIAS E MÁXIMAS DE CHORUME NAS DIFERENTES ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO**

A determinação das vazões de chorume será realizada pelo método Suíço, que estabelece basicamente uma proporcionalidade direta entre a chuva incidente sobre o aterro e a produção de chorume.

No entanto, é necessário alertar que esta proporcionalidade se aplica às precipitações medidas em um espaço de tempo relativamente longo (Precipitação média anual, em geral, ou máxima mensal, critério este que foi utilizado, cautelosamente, nesse trabalho para definição, respectivamente, das vazões média e máxima).

A proporcionalidade não é válida para as chuvas de curta duração, visto que o aterro possui uma capacidade de acúmulo muito grande para absorvê-las e que, em geral, quanto mais intensa é a chuva, menor é a quantidade de água que permeia o aterro, comparativamente ao volume da precipitação. Por este motivo, não é correto assumir as precipitações correspondentes a eventos de curta duração e grande intensidade como base de cálculo das vazões máximas de chorume.

Outro fator a ser considerado na definição, tanto da vazão média como da vazão máxima gerada pelo aterro ao longo da sua operação, é que uma vez encerrada a operação de uma célula, desde que esta seja corretamente isolada e fechada, deve-se esperar ao longo dos anos uma progressiva redução da vazão de chorume gerado.

Por este motivo, não é possível assumir que a vazão de percolato produzida após um determinado número de anos de operação do aterro seja simplesmente a soma das vazões geradas em cada etapa da sua instalação até o momento considerado.



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

A formulação do Método Suíço, utilizado para avaliação das vazões de chorume, é apresentada a seguir:

$$Q = k \times P \times A$$

Onde:

Q = Vazão de chorume que se deseja determinar;

k = Coeficiente de contribuição = 0,52

P = Precipitação;

A = Área de contribuição

Para o cálculo das vazões máximas, utilizou-se a máxima precipitação mensal observada entre os anos de 2006 a 2011, conforme dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, a saber, 282 mm.

Para o cálculo das vazões médias, utilizou-se a precipitação média anual observada no histórico entre os anos de 1960 a 1990, conforme dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, a saber, 1.555 mm.

Em adição, para as etapas encerradas, os seguintes valores de redução de vazão foram assumidos:

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| - 0 a 12 meses         | : 15% ao ano |
| - 12 a 24 meses        | : 10% ao ano |
| - 24 a 30 meses        | : 5% ao ano  |
| - A partir de 30 meses | : 3% ao ano  |

A partir dos dados reportados e dos cálculos realizados, os valores de vazão média e máxima de chorume, de acordo com as etapas de implantação do aterro, são apresentados na tabela a seguir:

# AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.



| Dados assumidos |          |                                         |  |
|-----------------|----------|-----------------------------------------|--|
| 282 mm          | 282 mm   | Anos de referência: 2006 a 2011.        |  |
| 1.555 mm        | 1.555 mm | Anos de referência: 1960 a 1990 (INMET) |  |
| 0.52            | 0.52     | Mét. Suço - Fator k                     |  |

| ETAPA 1  | Vazão Média           |                    |               | Vazão Máxima    |         |         |         |         |         |         |       |       |      |
|----------|-----------------------|--------------------|---------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|------|
|          | Decaimento da vazão   |                    | Total         | Etapa 1         | Etapa 2 | Etapa 3 | Etapa 4 | Total   |         |         |       |       |      |
|          | Tempo após fechamento | Área de Decaimento |               |                 |         |         |         |         |         |         |       |       |      |
| Duração  | Duração Total         | Área Total         | Área Fundação | Área Sobreposta | Etapa1  | Etapa 2 | Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa 3 | Etapa 4 | Total |       |      |
| (meses)  | (meses)               | (m²)               | (m²)          | (m²)            | (m²)    | (meses) | (meses) | (meses) | (l/s)   | (l/s)   | (l/s) | (l/s) |      |
| Célula 1 | 2,7                   | 49.135             | 49.135        | -               | -       | -       | -       | -       | 1,26    | 2,78    | -     | -     | 2,78 |
| Célula 2 | 7,6                   | 94.100             | 94.100        | -               | -       | -       | -       | -       | 2,41    | 5,32    | -     | -     | 5,32 |
| Célula 3 | 8,8                   | 110.760            | 110.760       | -               | -       | -       | -       | -       | 2,84    | 6,27    | -     | -     | 6,27 |
| Célula 4 | 7,5                   | 26,6               | 110.760       | 110.760         | -       | -       | -       | -       | 2,84    | 6,27    | -     | -     | 6,27 |
| Célula 5 | 5,5                   | 32,1               | 110.760       | 110.760         | -       | -       | -       | -       | 2,84    | 6,27    | -     | -     | 6,27 |

| ETAPA 2  | Vazão Média |          |                      | Vazão Máxima |                     |                       |
|----------|-------------|----------|----------------------|--------------|---------------------|-----------------------|
|          | Etapa 1     | Etapa 2  | Etapa 3              | Etapa 4      | Etapa 1             | Etapa 2               |
| Duração  | Área        | Área     | Área                 | Área         | Decaimento da vazão | Tempo após fechamento |
| Total    | Total       | Fundação | Sobreposta à Etapa 1 | Etapa1       | Etapa 1             | Etapa 2               |
| (meses)  | (meses)     | (m²)     | (m²)                 | (m²)         | % ano               | (meses)               |
| 2,0      | 34,1        | 82.150   | 80.930               | 109.540      | 0%                  | 2,0                   |
| 9,2      | 43,3        | 120.870  | 115.815              | 105.705      | 15%                 | 11,2                  |
| Célula 3 | 10,1        | 53,4     | 134.210              | 122.128      | 10%                 | 21,3                  |
| Célula 4 | 9,3         | 62,7     | 141.500              | 122.314      | 10%                 | 30,6                  |
| Célula 5 | 8,3         | 71,0     | 146.550              | 122.125      | 3%                  | 38,9                  |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |
|          |             |          |                      |              |                     |                       |

| ETAPA 3  | Decaimento da vazão |            |               |                           | Vazão Média |         |         |         | Vazão Máxima |         |         |         |       |      |
|----------|---------------------|------------|---------------|---------------------------|-------------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|-------|------|
|          | Duração Total       | Área Total | Área Fundação | Área Sobreposta à Etapa 2 | Etapa 1     | Etapa 2 | Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa 1      | Etapa 2 | Etapa 3 | Etapa 4 | Total |      |
| (meses)  | (meses)             | (m²)       | (m²)          | (m²)                      | (meses)     | (meses) | % ano   | % ano   | (l/s)        | (l/s)   | (l/s)   | (l/s)   | (l/s) |      |
| Célula 1 | 1,0                 | 72,0       | 43.900        | 40.450                    | 3,450       | 86.335  | 143.100 | 3%      | 0%           | 1,99    | 3,67    | 1,13    | -     | 6,79 |
| Célula 2 | 6,0                 | 78,0       | 86.146        | 75.646                    | 10.500      | 86.335  | 136.050 | 3%      | 15%          | 1,96    | 3,18    | 2,21    | -     | 7,35 |
| Célula 3 | 8,4                 | 86,4       | 106.050       | 87.750                    | 18.300      | 86.335  | 128.250 | 3%      | 10%          | 1,91    | 2,87    | 2,72    | -     | 7,50 |
| Célula 4 | 8,4                 | 94,8       | 113.530       | 87.730                    | 25.800      | 86.335  | 120.750 | 3%      | 5%           | 1,87    | 2,79    | 2,91    | -     | 7,57 |
| Célula 5 | 7,5                 | 102,3      | 118.500       | 87.600                    | 30.900      | 86.335  | 115.650 | 3%      | 3%           | 1,83    | 2,73    | 3,04    | -     | 7,60 |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          |                     |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |
|          | </                  |            |               |                           |             |         |         |         |              |         |         |         |       |      |

| ETAPA 4  | Duração       |            |               | Área de Decaimento |        | Tempo após fechamento |         | Decaimento da vazão |         | Vazão Média |         | Vazão Máxima |         |         |         |         |       |
|----------|---------------|------------|---------------|--------------------|--------|-----------------------|---------|---------------------|---------|-------------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|-------|
|          | Duração Total | Área Total | Área Fundação | Área Sobreposta    | Etapa1 | Etapa 2               | Etapa 1 | Etapa 2             | Etapa 1 | Etapa 2     | Etapa 1 | Etapa 2      | Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa 3 | Etapa 4 | Total |
|          | (meses)       | (meses)    | (m²)          | (m²)               | (m²)   | (m²)                  | (meses) | (meses)             | % ano   | % ano       | (l/s)   | (l/s)        | (l/s)   | (l/s)   | (l/s)   | (l/s)   | (l/s) |
| Célula 1 | 17,6          | 119,9      | 322.220       | 322.220            | -      | -                     | -       | -                   | -       | -           | 8,26    | 8,26         | -       | -       | -       | 18,23   | 18,23 |
| Célula 2 | 14,2          | 134,1      | 322.220       | 322.220            | -      | -                     | -       | -                   | -       | -           | 8,26    | 8,26         | -       | -       | -       | 18,23   | 18,23 |
| Célula 3 | 11,1          | 145,2      | 322.220       | 322.220            | -      | -                     | -       | -                   | -       | -           | 8,26    | 8,26         | -       | -       | -       | 18,23   | 18,23 |
| Célula 4 | 8,3           | 153,5      | 322.220       | 322.220            | -      | -                     | -       | -                   | -       | -           | 8,26    | 8,26         | -       | -       | -       | 18,23   | 18,23 |
| Célula 5 | 5,9           | 159,4      | 322.220       | 322.220            | -      | -                     | -       | -                   | -       | -           | 8,26    | 8,26         | -       | -       | -       | 18,23   | 18,23 |

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **2.1.2. VAZÕES MÁXIMAS DE CHORUME A SEREM ENVIADAS À ETE DE MELCHIOR**

O percolado de um aterro sanitário possui grandes variações nas suas características, tanto de carga hidráulica, como de carga poluidora, as quais dependem basicamente de fatores meteorológicos, da idade do aterro e do seu modo de operação.

Para atenuar o efeito negativo que estas variações poderiam ter sobre a estação de pré-tratamento, é necessário prever um sistema de equalização que permita diminuir as variações de carga poluidora e reduzir os picos de vazão, proporcionando uma alimentação com característica o mais constante possível.

Portanto, para esta função, prevemos a instalação de duas lagoas de 9.000 m<sup>3</sup> cada. Este volume de acúmulo permite que, quando o aterro atingir sua máxima geração de chorume, considerando que o excedente é estocado nas lagoas, na etapa 4, a vazão de percolado a ser enviado para a ETE de Melchior represente não mais que 1% do total tratado nesta estação:

Para este cálculo, a seguinte formulação foi utilizada:

$$Q_{\text{melchior}} = Q_{\text{máx}} - V_{\text{lagoas}}$$

Onde:

$Q_{\text{máx}}$  = Vazão máxima de chorume gerado (mensal);

$V_{\text{lagoas}}$  = Volume de estocagem das 2 lagoas (18.000 m<sup>3</sup>);

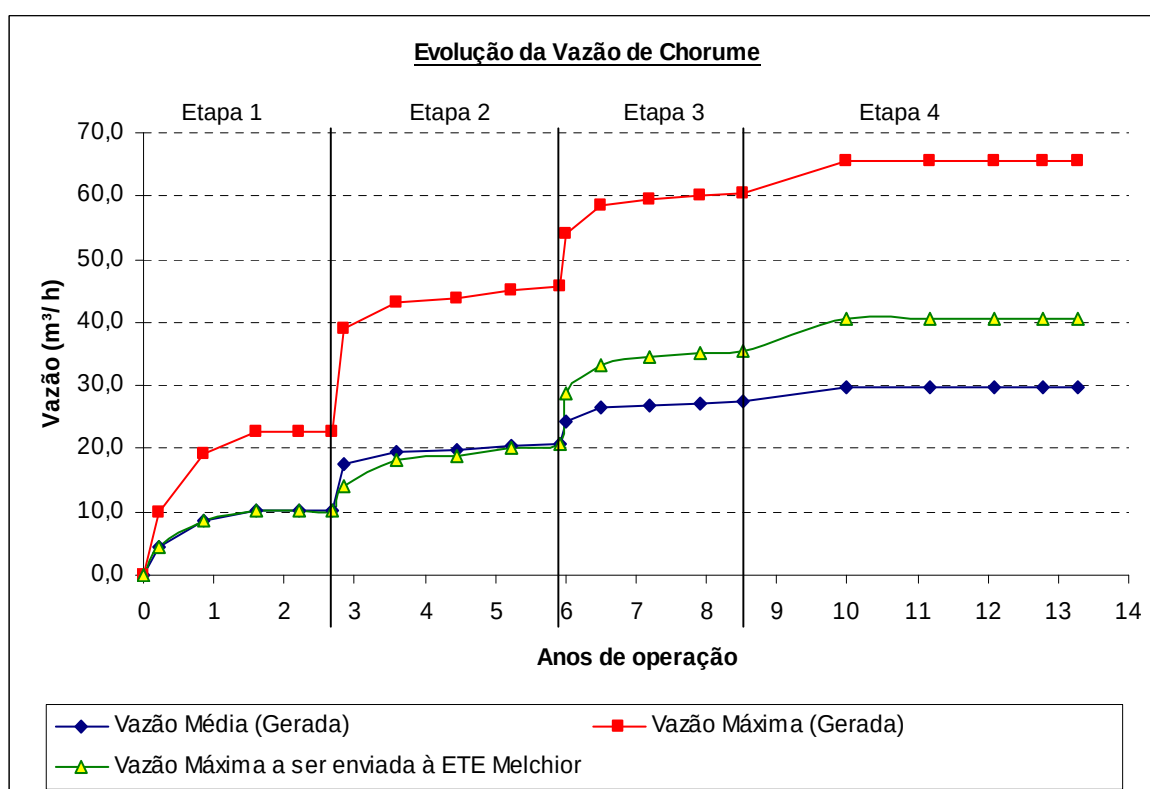
$Q_{\text{melchior}}$  = Vazão de chorume a ser bombeado à ETE Melchior

Entretanto, para a 1ª etapa do aterro, visto que o volume de acúmulo nas lagoas é superior a um mês, devido a menor geração de chorume, assumimos a vazão média como sendo a vazão a ser enviada à ETE de Melchior.

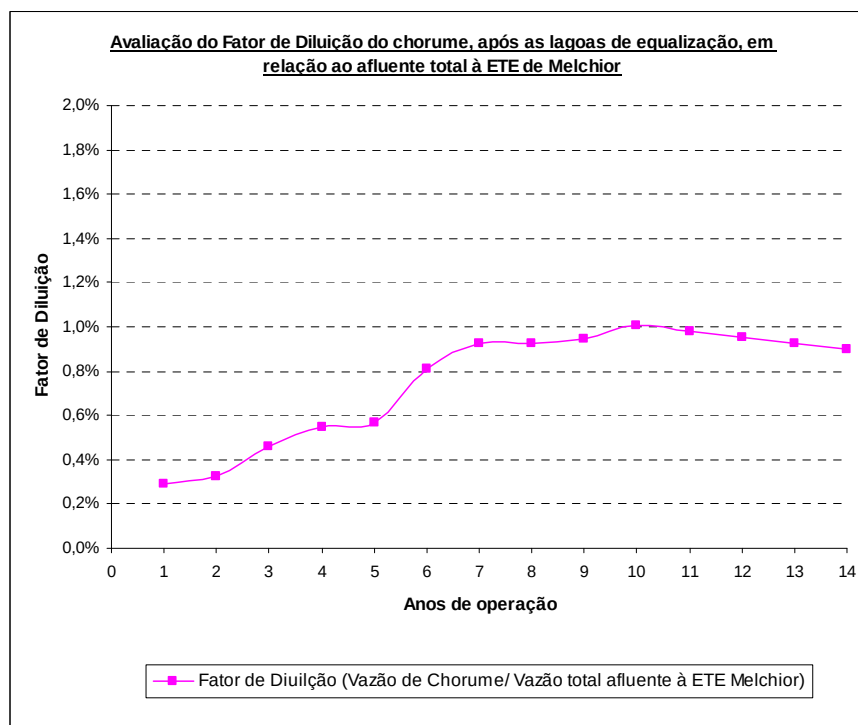
Na tabela e gráfico a seguir estão reportados os valores de vazão calculados, segundo as premissas reportadas acima:

## AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

|                | Duração |      | Vazão Média |       | Vazão Máxima |       | Vazão à Caesb |       |
|----------------|---------|------|-------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|
|                | Meses   | Anos | l/ s        | m³/ h | l/ s         | m³/ h | l/ s          | m³/ h |
| <b>Etapa 1</b> | 0,0     | 0,0  | 0,0         | 0,0   | 0,0          | 0,0   | 0,0           | 0,0   |
|                | 2,7     | 0,2  | 1,3         | 4,5   | 2,8          | 10,0  | 1,3           | 4,5   |
|                | 10,3    | 0,9  | 2,4         | 8,7   | 5,3          | 19,2  | 2,4           | 8,7   |
|                | 19,1    | 1,6  | 2,8         | 10,2  | 6,3          | 22,6  | 2,8           | 10,2  |
|                | 26,6    | 2,2  | 2,8         | 10,2  | 6,3          | 22,6  | 2,8           | 10,2  |
|                | 32,1    | 2,7  | 2,8         | 10,2  | 6,3          | 22,6  | 2,8           | 10,2  |
| <b>Etapa 2</b> | 34,1    | 2,8  | 4,9         | 17,7  | 10,8         | 39,0  | 3,9           | 14,0  |
|                | 43,3    | 3,6  | 5,4         | 19,5  | 12,0         | 43,1  | 5,0           | 18,1  |
|                | 53,4    | 4,5  | 5,5         | 19,9  | 12,2         | 43,9  | 5,2           | 18,9  |
|                | 62,7    | 5,2  | 5,7         | 20,4  | 12,5         | 45,1  | 5,6           | 20,1  |
|                | 71,0    | 5,9  | 5,8         | 20,7  | 12,7         | 45,7  | 5,8           | 20,7  |
| <b>Etapa 3</b> | 72,0    | 6,0  | 6,8         | 24,4  | 15,0         | 53,9  | 8,0           | 28,9  |
|                | 78,0    | 6,5  | 7,4         | 26,5  | 16,2         | 58,4  | 9,3           | 33,4  |
|                | 86,4    | 7,2  | 7,5         | 27,0  | 16,5         | 59,6  | 9,6           | 34,6  |
|                | 94,8    | 7,9  | 7,6         | 27,2  | 16,7         | 60,1  | 9,8           | 35,1  |
|                | 102,3   | 8,5  | 7,6         | 27,3  | 16,8         | 60,3  | 9,8           | 35,3  |
| <b>Etapa 4</b> | 119,9   | 10,0 | 8,3         | 29,7  | 18,2         | 65,6  | 11,3          | 40,6  |
|                | 134,1   | 11,2 | 8,3         | 29,7  | 18,2         | 65,6  | 11,3          | 40,6  |
|                | 145,2   | 12,1 | 8,3         | 29,7  | 18,2         | 65,6  | 11,3          | 40,6  |
|                | 153,5   | 12,8 | 8,3         | 29,7  | 18,2         | 65,6  | 11,3          | 40,6  |
|                | 159,4   | 13,3 | 8,3         | 29,7  | 18,2         | 65,6  | 11,3          | 40,6  |



## AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.



### 2.2. VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-FÍSICAS DO CHORUME

Para as características químico-físicas do chorume gerado por um aterro de lixo municipal valem basicamente os mesmos conceitos apresentados para a definição das variações de vazão.

Uma célula de disposição em operação gera um percolado com elevadas concentrações de sólidos suspensos, DQO, DBO, baixo Nitrogênio Amoniacal, baixa Alcalinidade, baixo pH, etc.

Uma vez, porém, que a célula é fechada, ao se instalarem condições de completa anaerobiose dentro do sistema, poderá ser observada uma redução progressiva das concentrações de DQO e DBO.

O Nitrogênio Orgânico é quase totalmente transformado em Nitrogênio Amoniacal, cujas concentrações após atingirem um pico inicial, também começam a diminuir com o tempo.

A Alcalinidade e o pH crescem, assumindo o chorume um pH alcalino.

Por ser o aterro constituído de várias células, após certo período de tempo é alcançado um equilíbrio nas características químico-físicas do chorume, cuja composição final resulta do aporte de percolado de células desativadas e de células em operação.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

Para aterros desativados pode ser constatada uma relativamente rápida caída da concentração de DBO e, com menor velocidade, a diminuição do Nitrogênio Amoniacal e da DQO.

Pelos motivos acima, após o período inicial de estabilização, para o dimensionamento da estação de tratamento serão consideradas constantes as características químicas médias do percolado ao longo dos anos de operação.

Outros fatores de variação das características químico-físicas do chorume são as condições climáticas e o regime de chuva. De fato, observou-se que os parâmetros poluentes possuem concentrações menores em época de chuva e concentrações maiores em tempo seco.

Tendo em conta que para definição da vazão a ser enviada para as ETE's de Melquior/Samambaia partiu-se das vazões máximas de tempo de chuva, para o projeto foram utilizadas as concentrações esperadas nessa época.

### **2.2.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-FÍSICAS EM TEMPO DE CHUVA DO CHORUME, APÓS A LAGOA DE EQUALIZAÇÃO**

Como já dito, a estação de pré-tratamento prevê duas lagoas de equalização de picos de vazão e de carga poluente.

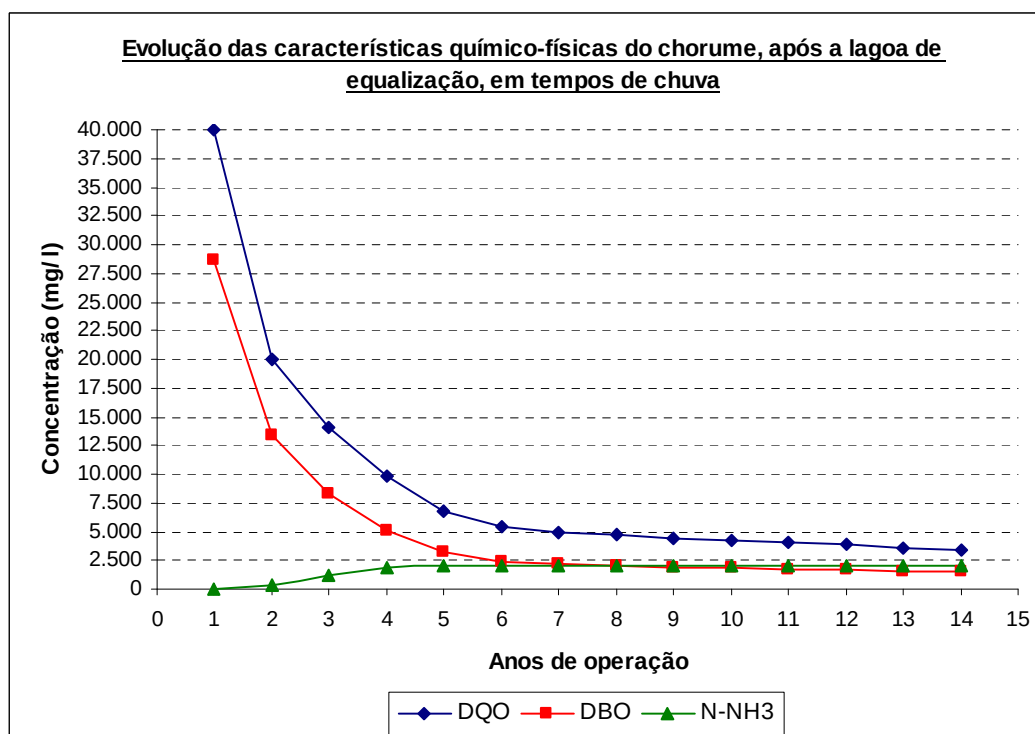
Além dessa função, o sistema de equalização proporciona, especificamente nos primeiros meses de operação do aterro, os seguintes resultados positivos:

- Devido ao longo tempo de retenção do chorume, visto que a vazão inicialmente produzida pelo aterro é pequena, as lagoas de equalização acabam operando como reatores anaeróbios, proporcionando uma significativa redução da carga orgânica, que nessa fase é particularmente elevada;

- As lagoas permitem a decantação dos sólidos em suspensão que nessa fase possuem concentração elevada.

Seguindo essas premissas, nos gráficos abaixo estão reportadas as evoluções/ decaimentos das concentrações dos principais contaminantes presentes no chorume (DBO, DQO e  $\text{N-NH}_3$ ), após a lagoa de equalização, para as vazões em tempo de chuva, nas diferentes etapas de implantação do aterro.

## AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.



### 2.2.2. MODELO PARA DEFINIÇÃO DOS DADOS BÁSICOS DE PROJETO

Como já ressaltado, tanto a vazão, como a concentração de poluentes, variam em um aterro sazonalmente em função das precipitações pluviométricas, sendo normal encontrar ao longo do ano picos máximos e mínimos desses parâmetros.

Para definição dos dados básicos de projeto, será adotado o modelo de carga poluidora constante e concentração variável, a partir da consideração que o método Suíço, escolhido para a determinação das vazões de chorume, estabelece basicamente uma proporcionalidade direta entre a chuva incidente sobre o aterro e a produção de chorume.

O modelo adotado de carga constante admite que, nessas condições, por ser o tempo de percolação do chorume através do aterro inversamente proporcional a sua vazão, as concentrações dos parâmetros poluidores também serão inversamente proporcionais à vazão do chorume gerado.

O modelo evita, ao admitir carga constante, a necessidade de super dimensionar a estação de tratamento para condições de picos coincidentes de vazão e concentrações.

Dentro de critérios de absoluta segurança, a estação será, portanto, dimensionada sobre as cargas poluidoras máximas, calculadas a partir das vazões e das concentrações em tempo de chuva.

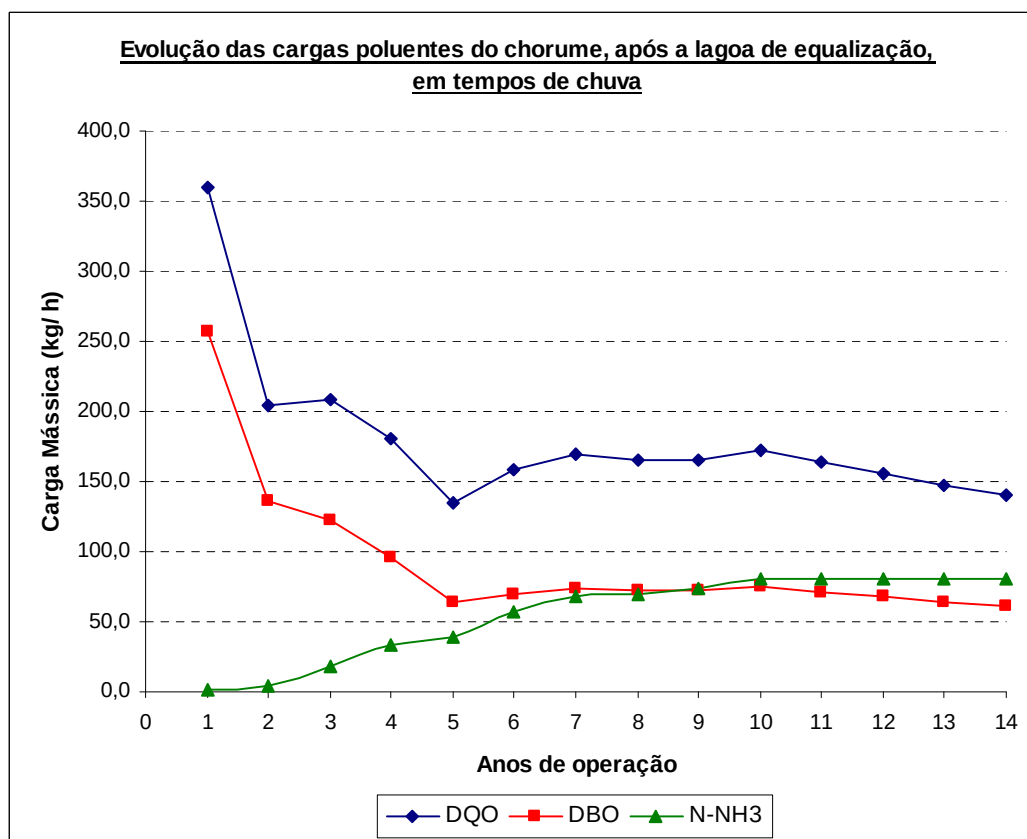


## AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

### 2.2.3. EVOLUÇÃO DAS CARGAS DOS POLUENTES DO CHORUME, APÓS A LAGOA DE EQUALIZAÇÃO, EM TEMPOS DE CHUVA, ATRAVÉS DOS ANOS DE OPERAÇÃO DO ATERRO.

Mantendo as premissas anteriormente postas, para avaliação das cargas dos poluentes presentes no chorume, consideramos cautelosamente a condição mais crítica, que corresponde ao produto das concentrações dos poluentes em tempo de chuva, após a lagoa de equalização, pela vazão máxima a ser bombeada para a ETE de Melchior.

Portanto, no gráfico abaixo, está reportada a evolução dos valores de carga poluidora dos parâmetros DBO, DQO e N-NH<sub>3</sub>, em função dos anos de operação do aterro, que serão alimentados à estação de pré-tratamento:



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **3. DADOS BÁSICOS DE PROJETO**

As características químico-físicas dos percolados foram definidas a partir de dados históricos de aterros sanitários do Brasil em geral.

As eficiências de remoção garantidas para o pré-tratamento são possíveis de ser obtidas utilizando a tecnologia proposta, que é normalmente utilizada a nível nacional e mundial para a depuração de efluentes similares.

#### **3.1. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO NÃO ESTABILIZADO**

Nos primeiros meses de operação do aterro o chorume possui características peculiares, devido ao fato que condições de degradação aeróbia prevalecem sobre a fermentação metanogênica anaeróbia do lixo, sendo que o maciço é constituído de células abertas ou de recente fechamento.

Para o chorume gerado no início de operação do aterro foram consideradas as seguintes características para a verificação do dimensionamento do pré-tratamento adotado:

- Vazão : 8,98 m<sup>3</sup>/ h
- DBO<sub>5</sub> : 28.570 mg/ l @ 256,6 kg/ h
- DQO : 40.000 mg/ l @ 359,2 kg/ h
- N-NH<sub>3</sub> : 80 mg/ l
- Temperatura : 30 °C

#### **3.2. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO APÓS ESTABILIZAÇÃO**

Para projeto de implantação da estação de pré-tratamento foram adotadas as condições mais críticas, após a fase de estabilização, que se verificam no 10º ano de operação do aterro, a saber:

- Vazão : 40,63 m<sup>3</sup>/ h
- pH : 7,9 / 8
- DQO : 4.235 mg/ l @ 172,1 kg/ h
- DBO : 1.841 mg/ l @ 74,8 kg/ h
- N-NH<sub>3</sub> : 1.980 mg/ l @ 80,4 kg/ h
- Alcalinidade : 8.000 mg/l
- Temperatura : 30 °C

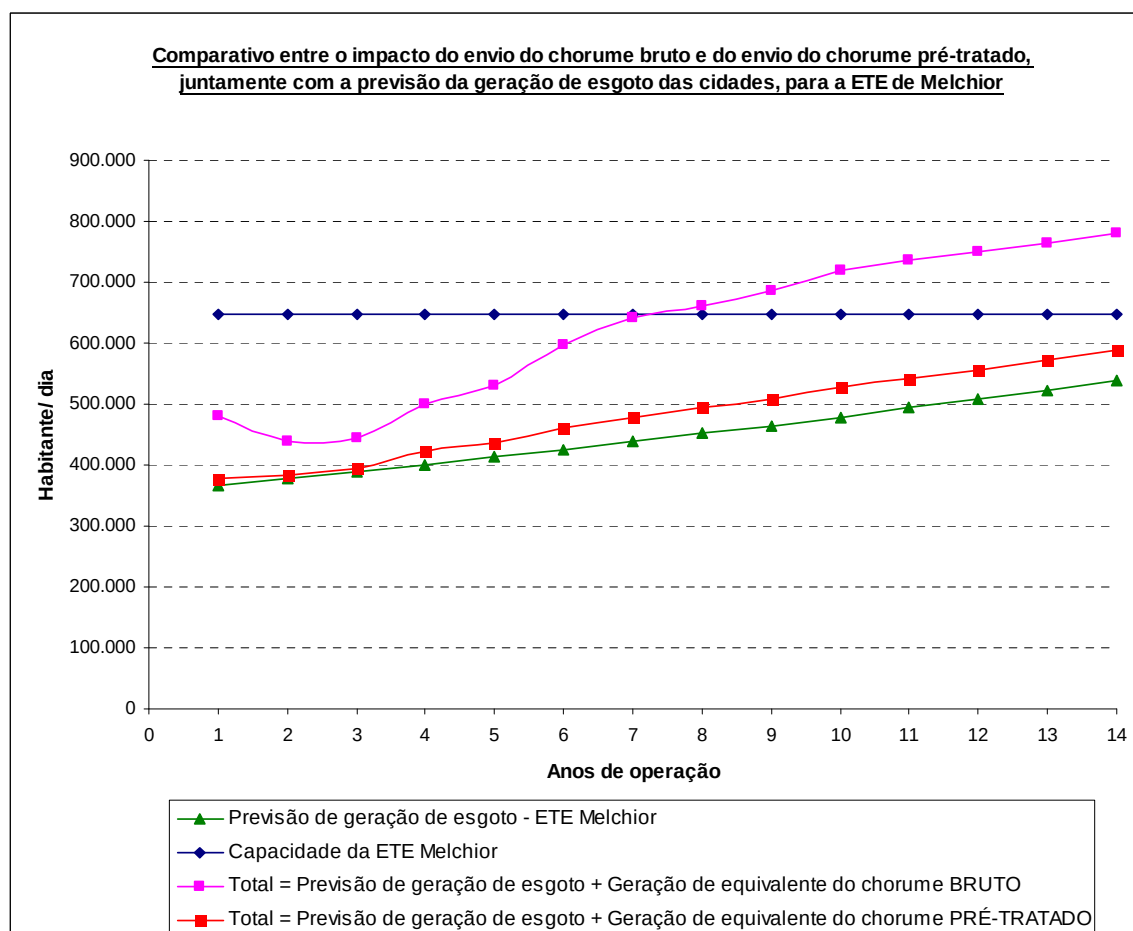
## AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Este dimensionamento, conforme já citado, é verificado para as condições mais críticas de chorume não estabilizado.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO APÓS PRÉ-TRATAMENTO

Para o sistema proposto serão garantidas as seguintes condições:

- pH : 7 - 7,5
- DBO<sub>5</sub> : Remoção mínima de 90%
- N-NH<sub>3</sub> : Remoção mínima de 80%
- DQO : Remoção mínima de 60% ou concentração de 2.000 mg/l



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **4. JUSTIFICATIVA DE PROCESSO**

O sistema de pré-tratamento proposto visa a remoção dos parâmetros críticos que caracterizam a carga poluidora do chorume produzido no aterro, a saber, nitrogênio orgânico e amoniacal, carga orgânica biodegradável (DQO e DBO) e metais pesados, caso presentes.

O chorume tratado atenderá os padrões acordados com a Caesb, para seu recebimento na ETE de Melchior.

Para alcançar este objetivo, no pré-tratamento, foram adotadas as operações unitárias básicas, a seguir descritas e justificadas na sua escolha.

#### **4.1. REMOÇÃO DE AREIA E METAIS PESADOS**

Durante a operação do aterro, com a ação de percolação da chuva pelo maciço, uma fração de material sólido, como areia, é carregada juntamente com o chorume. Este material é abrasivo e pode causar problemas nos equipamentos da estação de pré-tratamento. Por este motivo, prevemos a instalação de uma caixa de areia, a montante da estação de pré-tratamento, com tempo de decantação suficiente para a sedimentação deste material.

Ademais, no início de operação do aterro, com células de disposição de lixo ainda abertas e em operação, o chorume possui características peculiares, como baixo pH e baixa alcalinidade. Esta característica permite que ocorra um processo de lixiviação de materiais metálicos presentes nos resíduos, elevando a concentração de metais pesados, como ferro, alumínio, zinco, níquel, etc., no chorume.

Por este motivo, prevemos, também, a dosagem de hidróxido de cálcio no chorume a montante das caixas de areia, de forma que os metais, possivelmente presentes, sejam precipitados na forma hidróxida e, também, decantem nas caixas de areia. Após estabilização, o chorume assume caráter alcalino. Nessa condição, os metais precipitam dentro do próprio aterro e não é mais necessária a dosagem de alcalinizantes. De fato, em aterros brasileiros com idade superior a 2 anos, não é observada a presença de metais pesados em concentrações superiores aos limites fixados pela legislação federal, para descarte em corpo hídrico receptor.

Para periódica limpeza do material decantado nas caixas de areia, prevemos que sejam construídos dois canais idênticos, permitindo que enquanto um esteja em operação, o outro esteja sendo limpo.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **4.2. EQUALIZAÇÃO DE CARGA HIDRÁULICA E CARGA POLUIDORA**

O percolado de um aterro sanitário possui grandes variações nas suas características, tanto de carga hidráulica, como de carga poluidora.

Para atenuar o efeito negativo que estas variações poderiam ter sobre a estação de tratamento, é necessário prever 2 lagos de equalização, que minimizem as variações de carga poluidora e picos de vazão, proporcionando, dessa forma, uma alimentação com características o mais constante possível para a estação de pré-tratamento.

Ademais, como já citado, o sistema de equalização proporciona, especificamente nos primeiros meses de operação do aterro, os seguintes resultados positivos:

- Devido ao longo tempo de retenção do chorume, visto que a vazão inicialmente produzida pelo aterro é pequena, as lagoas de equalização acabam operando como reatores anaeróbios, proporcionando uma significativa redução da carga orgânica, que nessa fase é particularmente elevada;
- As lagoas permitem a decantação dos sólidos em suspensão que nessa fase possuem concentração elevada.

De fato, os sólidos suspensos, com menor granulometria que não sedimentam nas caixas de areia, acabam decantando nas lagoas de equalização, sendo inevitável que, ao longo do tempo, as mesmas sofram processos de assoreamento, mais rápido nos primeiros anos de operação do aterro, quando o aporte de sólidos em suspensão é maior, e posteriormente sempre mais lento. É necessário, portanto, que seja realizada uma periódica limpeza dessas lagoas, que pode ser feita transferindo, por bombeamento, o lodo acumulado no fundo para bag's de filtração que realizam a sua filtragem e compactação

### **4.3. REMOÇÃO DO NITROGÊNIO AMONIAL**

O nitrogênio amoniacal e seu precursor, o nitrogênio orgânico, podem ser removidos biologicamente em sistema de lodos ativados de baixa carga.

Estas remoções são obtidas a custo de um elevado consumo de energia elétrica para fornecer o oxigênio necessário à oxidação de nitrogênio amoniacal para nitritos e nitratos.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

No entanto, o produto da oxidação, nitritos e nitratos, são poluidores e, por este motivo, será necessário introduzir no tratamento biológico, também, uma etapa anóxica de denitrificação que transforme os nitritos e nitratos em nitrogênio elementar.

### **4.4. CARGA ORGÂNICA BIODEGRADÁVEL (DQO, DBO<sub>5</sub>)**

A carga orgânica biodegradável, responsável pelas elevadas concentrações de DBO<sub>5</sub> e, em parte, da DQO, será removida na etapa de denitrificação, em sistema de lodos ativados de baixa carga, do tipo valo de oxidação.

### **4.5. LAGOA DE EMERGÊNCIA**

Como já citado, a geração de percolado de um aterro sanitário possui grandes variações de carga hidráulica, que depende basicamente das precipitações pluviométricas incidentes no maciço.

Com intuito de proporcionar uma maior garantia contra eventos pluviométricos históricos, com conseqüente aumento da geração de chorume, prevemos a instalação de uma lagoa de emergência, que poderá receber o chorume excedente, caso as duas lagoas de equalização estejam cheias.

Ademais, a instalação desta lagoa de emergência proporciona uma maior flexibilidade operacional para a estação, visto que o chorume pré-tratado, a ser enviado para a ETE de Melchior, também pode ser desviado para a lagoa de emergência.

Desta lagoa, o chorume pode retornar para o início do pré-tratamento ou bombeado para a ETE de Melchior.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **5. DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO E SUA OPERAÇÃO**

O chorume gerado no aterro será drenado para uma caixa de recebimento, seguindo para um gradeamento, uma calha parshall, duas caixas de remoção de areia e, por fim, um poço de bombeamento, de onde seguirá para as lagoas de equalização.

Neste sistema, no início de operação do aterro, na caixa de recebimento, será realizada a dosagem de hidróxido de cal, para alcalinização e remoção de metais pesados, caso presentes. Após estabilização do chorume, esta operação de alcalinização será desativada. Na sequência, o chorume passa por um gradeamento para retirada de materiais grosseiros, com tamanho maior que 10 mm, que possam interferir no funcionamento dos equipamentos a jusante.

A jusante, uma calha parshall indicará a vazão instantânea de recebimento de percolado, que seguirá para duas caixas de decantação de areia, a jusante, de forma a evitar problemas de abrasão dos equipamentos integrantes do pré-tratamento. Estas caixas de areia operarão em paralelo, sendo que o controle para a escolha do canal em operação será realizado pelo fechamento/ abertura de sua respectiva comporta. Na sua entrada será instalado um instrumento analisador/ indicador/ transmissor de pH, que enviará um sinal para uma válvula de controle para dosagem de hidróxido de cálcio, na caixa de recebimento. Periodicamente, a operação das caixas de areia deve ser alternada, de forma que o material decantado possa ser retirado.

Destas, o chorume segue para um poço de bombeamento, de onde pode ser enviado para a 1ª ou para a 2ª lagoa de equalização.

Na 1ª lagoa, os sólidos mais finos que não sedimentam nas caixas de areia, tendem a decantar, visto o seu elevado tempo de retenção. Por este motivo, será instalada uma bomba de dragagem de lodo, que o enviará para um bag de filtração, de onde o líquido filtrado retorna para a lagoa e o material sólido fica retido, até a completa saturação do bag, que deverá ser retirado e devidamente disposto. Ademais, também na 1ª lagoa, há um ladrão que permite, em caso de chuvas históricas, que provoquem o enchimento do volume das duas lagoas, ou por necessidades operacionais, a transferência do chorume para a lagoa de emergência.

A 1ª lagoa, em princípio, opera com nível constante. Portanto, o chorume entrante é transferido por meio de uma tubulação instalada no topo da lagoa, a uma oportuna altura, para a segunda lagoa.

A 2ª lagoa, em princípio, opera com nível variável, equalizando os picos de vazão.

As lagoas possuem um arranjo de tubulação que permite a sua operação em série ou em paralelo. Ademais, este arranjo permite que quando a 2ª lagoa estiver vazia, a 1ª lagoa seja alinhada



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

para o tratamento, permitindo que as duas lagoas possam ser esvaziadas, em tempo seco, de maneira a poder aproveitar, em tempo de chuva, o seu volume total de acúmulo.

A jusante das lagoas há um poço de transferência que, através de bombas submersas, envia o chorume para o tratamento biológico. Nesta linha há um instrumento indicador/ controlador de vazão que atua nas bombas de dosagem de polieletrólito no chorume pré-tratado, a montante do flotador.

O tratamento biológico por lodos ativados, de baixa carga, em valo de oxidação, proporciona a alternância de condições aeróbias e anóxicas, permitindo a remoção da substância orgânica biodegradável (DBO), a nitrificação e a denitrificação.

No reator, a denitrificação é proporcionada pela elevada carga orgânica contida no chorume alimentado, visto que esse processo é realizado a custo do consumo de carbono orgânico.

Tendo em conta que a reação de nitrificação requer elevado consumo de alcalinidade, que pode não estar presente na quantidade necessária no chorume bruto, foi prevista a instalação de um sistema de dosagem de soda cáustica. Para este controle, no reator, será instalado um instrumento indicador/ controlador de pH, que atuará no inversor de frequência das bombas dosadoras.

Do reator, o chorume escoar para o flotador, onde ocorre a separação da biomassa do efluente pré-tratado. Para auxiliar na separação líquido-sólido foi prevista a possibilidade de dosagem de um polieletrólito.

O lodo flotado é, em parte, recirculado para o poço de recalque de alimentação do reator biológico e, em parte, estocado em uma caixa de recalque, de onde é bombeado para desidratação nas centrífugas.

O chorume clarificado segue para um poço de recalque, que é equipado com um instrumento indicador/ controlador de nível, o qual atua nos inversores de frequência das bombas que enviam o chorume pré-tratado para a ETE de Melchior. Ademais, um instrumento indicador/ totalizador de vazão, instalado na linha de recalque destas bombas, fornecerá informações acerca dos volumes de chorume enviados à Caesb. Caso a ETE de Melchior esteja enfrentando problemas pontuais e não possa receber o chorume pré-tratado, o operador desta enviará um sinal elétrico aos motores das bombas de recalque, interrompendo seu funcionamento. Neste caso, o chorume extravasa por um ladrão, instalado no poço de recalque, para a lagoa de emergência.

Por fim, da lagoa de emergência, a qual pode receber chorume bruto e/ou chorume pré-tratado, o percolado pode ser bombeado para a 1ª lagoa de equalização, seguindo para o pré-tratamento, ou para o poço de recalque de chorume clarificado, seguindo para a ETE de Melchior.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **6. CRITÉRIOS DE PROJETO**

#### **6.1. GRADEAMENTO**

A jusante da caixa de recebimento do chorume gerado no aterro será instalada uma grade inclinada, de barras, com espaçamento de 10 mm, de limpeza manual, para retenção de material grosseiro, que possa vir causar problemas no medidor de vazão, tipo calha parshall, instalado a jusante, e nos demais equipamentos do sistema.

#### **6.2. CAIXAS DE AREIA E POÇO DE BOMBEAMENTO**

Para a remoção de material em suspensão de maior granulometria, como areia, prevemos a instalação de uma caixa de areia, a montante da estação de pré-tratamento, que proporciona a decantação deste material.

Na entrada de cada caixa será instalada uma peneira com malha de 5 mm para retenção do material mais fino e um instrumento analisador/ controlador de pH, que deverá ser realocado sempre na caixa em operação, o qual atuará na abertura da válvula de dosagem de hidróxido de cal, proporcionando a precipitação dos metais pesados, caso presentes.

Os Hidróxidos Metálicos formados também decantarão nas caixas de areia e serão retirados quando da limpeza destas.

Para dimensionamento dos canais, assumimos uma velocidade de decantação de 1 m/ h, para uma vazão instantânea máxima de 120 m<sup>3</sup>/ h, proporcionando a separação teórica de partículas com peso específico de ~ 2 kg/ l e de diâmetro de ~ 50 micron.

A jusante das caixas de areia, um poço de bombeamento permitirá o envio do chorume para as lagoas de equalização.

#### **6.3. LAGOAS DE EQUALIZAÇÃO E LAGOA DE EMERGÊNCIA**

Para regularização da vazão enviada para o pré-tratamento, como também para homogeneização das características variáveis do chorume, foi prevista a construção de duas lagoas de equalização, cada uma com capacidade útil de armazenamento de 9.000 m<sup>3</sup>.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

Considerando as previsões das vazões de chorume máximas mensais geradas, no final de cada etapa de implantação do aterro, as lagoas, no seu conjunto, terão os seguintes tempos de retenção:

- 1ª etapa : ~ 33 dias
- 2ª etapa : ~ 16 dias
- 3ª etapa : ~ 12 dias
- 4ª etapa : ~ 11 dias

Os tempos de retenção acima foram calculados supondo que as duas bacias estejam vazias e não considera a vazão enviada ao pré-tratamento.

O arranjo de tubulações da entrada e saída das lagoas permite isolar uma das duas, a fim de realizar periódicas operações de manutenção/ limpeza. Na 1ª lagoa será instalada uma bomba de dragagem de sólidos, que recalcará continuamente o lodo decantado para um bag de filtração, de onde o líquido filtrado retorna para as lagoas e o material sólido fica retido, até a completa saturação do bag, que deverá ser retirado e devidamente disposto.

Além das duas lagoas de equalização, prevemos a construção de uma lagoa de emergência, com capacidade útil de acúmulo de 4.000 m<sup>3</sup>, que fornece um tempo de retenção adicional, seguindo as mesmas hipóteses feitas para as lagoas de equalização, de 2,5 dias na etapa final.

Esta lagoa tem como objetivo estocar a vazão de chorume bruto, em caso de extravasamento das lagoas de equalização, ou o chorume pré-tratado, em caso de impossibilidade pontual de bombeamento para a ETE de Melchior.

### **6.4. PRÉ-TRATAMENTO BIOLÓGICO**

O modelo de tratamento biológico adotado é o de lodos ativados de baixa carga, em valo de oxidação. O desenho do reator permite que o licor esteja em circulação contínua, passando um grande número de vezes, 70 a 100 vezes por dia, pelas zonas aeradas e zonas anóxicas.

Nas zonas onde ficam instalados os aeradores, predominam condições aeróbias, no entanto, na medida em que o líquido se afasta dos pontos de introdução de ar, a concentração de oxigênio diminui, atingindo condições anóxicas.

Esta alternância de condições aeróbias e anóxicas permite a remoção da substância orgânica biodegradável (DBO), a nitrificação e a denitrificação.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

Na saída do valo, deverão ser garantidas as seguintes condições:

- pH : 7 - 7,5
- DBO<sub>5</sub> : Remoção mínima de 90%
- N-NH<sub>3</sub> : Remoção mínima de 80%
- DQO : Remoção mínima de 60% ou concentração de 2.000 mg/ l

O reator foi dimensionado a partir das condições mais críticas, que se verificam no 10º ano de operação do aterro, sendo verificado para as piores condições de qualidade de chorume bruto, tanto em termos de vazão, que de carga poluente, que podem se verificar ao início de operação do aterro, quando as características são totalmente diferentes.

Características de projeto do chorume (10º ano de operação de aterro):

- Vazão : 40,63 m<sup>3</sup>/ h
- pH : 7,9 / 8,0
- DQO : 4.235 mg/ l @ 172,1 kg/ h
- DBO : 1.841 mg/ l @ 74,8 kg/ h
- N-NH<sub>3</sub> : 1.980 mg/ l @ 80,4 kg/ h
- Alcalinidade : 8.000 mg/l
- Temperatura : 30 °C

O dimensionamento do valo de oxidação foi realizado considerando separadamente a etapa de nitrificação e as etapas de denitrificação e remoção da carga orgânica. Os dados cinéticos para cálculo foram assumidos na base de valores experimentais, constatados em instalações similares.

### **6.4.1. ETAPA DE DENITRIFICAÇÃO**

Para o dimensionamento dessa etapa, foi assumido que serão denitrificados todos os nitratos passíveis de redução, a partir da carga orgânica biodegradável disponível, visto que para a reação de denitrificação é necessário um consumo de 3 kg de DBO<sub>5</sub>/ kg de N-NO<sub>3</sub> reduzido.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

De fato, a carga orgânica disponível não é suficiente para remover todos os nitratos gerados na denitrificação, que representam no mínimo 64 kg/ h, assumindo 80% de eficiência na remoção do nitrogênio amoniacal.

- N-NO<sub>3</sub> passível de denitrificação :  $\frac{74,8 \text{ kg DBO}_5/\text{h}}{3 \text{ kg de DBO}_5/\text{kg de N-NO}_3} = 24,9 \text{ kg/ h}$
- N-NO<sub>3</sub> mínimo residual :  $(64 - 24,9) = 39,1 \text{ kg/ h @ } 960 \text{ mg/ l}$
- Concentração de SST no reator :  $4.000 \text{ mg/ l @ } 4 \text{ kg/ m}^3$
- Relação SSV / SST : 0,7
- Concentração de SSV no reator :  $2.800 \text{ mg/ l @ } 2,8 \text{ kg/ m}^3$
- Velocidade de denitrificação (a T=30 °C) :  $0,1 \text{ kg N-NO}_3 / \text{kg SSV x dia}$
- Remoção de DBO na saída da denitrificação : 100%

Com esses critérios, o volume da etapa de denitrificação é:  $V = \frac{24,9 \times 24}{0,1 \times 2,8} = 2.135 \text{ m}^3$

### **6.4.2. ETAPA DE NITRIFICAÇÃO**

Tendo em conta que toda a carga orgânica biodegradável será removida na denitrificação, esta etapa, que será exclusivamente nitrificante, será dimensionada com os seguintes parâmetros:

- Concentração de SST no reator :  $4.000 \text{ mg/ l @ } 4 \text{ kg/ m}^3$
- Relação SSV/ SST : 0,7
- Concentração de SSV no reator :  $2.800 \text{ mg/ l @ } 2,8 \text{ kg/ m}^3$
- Velocidade de nitrificação (a T = 30 °C) :  $0,2 \text{ kg de N-NH}_3/ \text{kg SSV x dia}$

Com esses critérios, e aplicando, cautelosamente, a nitrificação a todo o nitrogênio amoniacal presente no despejo, o volume dessa etapa será:

$$V = \frac{80,4 \times 24}{0,2 \times 2,8} = 3.446 \text{ m}^3$$

O volume total do valo resultará da soma do volume da zona aeróbia e do volume da zona anóxica, portanto:

$$V_{\text{total}} = 2.135 + 3.446 = 5.581 \text{ m}^3$$

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

Dimensões do valo:

- Profundidade útil : 4 m
- Profundidade total : 5 m
- Largura total : 22 m
- Comprimento total : 70 m
- Vtotal : 5.740 m<sup>3</sup>

### **6.4.3. PRODUÇÃO DE LODO EM EXCESSO**

Assumindo de trabalhar com idade de lodo de 40 dias, a produção de lodo em excesso será:

$$\Delta X_t = \frac{5.740 \times 4}{40} = 574 \text{ kg/ dia}$$

### **6.4.4. BALANÇO DE ALCALINIDADE**

A alcalinidade necessária para a nitrificação é de aproximadamente:

$$\text{Alcalinidade} = 7 \text{ kg de alcalinidade} \times 80,4 \text{ kg de N-NH}_3 / \text{h} \times 0,8 = 450 \text{ kg/ h @ } 10.806 \text{ kg/ dia.}$$

No chorume bruto está presente uma alcalinidade de aproximadamente 7.680 kg/ dia.

Outrossim, na denitrificação, o ganho de alcalinidade será de 3,6 kg/ kg de N-NO<sub>3</sub> reduzido e, portanto, 24,9 kg/ h x 24 hs x 3,6 = 2.152 kg/ dia.

Portanto, o sistema terá um déficit de alcalinidade da ordem de 974 kg/ dia.

Este déficit será compensado pela adição de soda cáustica. Portanto, estimamos uma dosagem de soda de:

$$\frac{974 \text{ kg/ dia}}{100} \times 2 \times 40 = 780 \text{ kg/ dia de NaOH a 100\%}$$

## AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Ou

$$\frac{780 \text{ kg/ dia}}{0,5} \times \frac{1}{1,5} = 1.040 \text{ litros/ d de solução comercial a 50\% em peso}$$

### 6.4.5. CÁLCULO DA REQUISIÇÃO DE OXIGÊNIO EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS (AOR)

Cálculo da requisição de oxigênio em condições operacionais (AOR)

$$\text{AOR} = 4,6 \times 80,4 = \sim 370 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

Esta requisição deverá ser corrigida para as condições Standard (SOR), segundo a fórmula:

$$\frac{\text{AOR}}{\text{SOR}} = \alpha \cdot 1,024^{(T - 20)} \cdot \frac{(\beta (p / 760 \text{ Cst}) - \text{CL})}{\text{Cs}}$$

Onde :

- Relação entre os coeficientes de difusão água/ lodo ativado:  $\alpha = 0,8$
- Relação entre a concentração do oxigênio dissolvido na água na saturação e a no despejo:  
 $\beta = 0,95$
- Pressão de operação (mm Hg) / 760 =  $p/760 = 0,9$
- Concentração de oxigênio dissolvido na água na saturação a 20 °C:  $\text{Cs} = 9,2 \text{ mg/ l}$
- Concentração de oxigênio dissolvido até a saturação, na temperatura de operação:  
 $\text{Cst} = 7,7 \text{ mg/ l}$
- Concentração de oxigênio dissolvido residual no tanque de aeração:  $\text{CL} = 1,0 \text{ mg/ l}$
- Temperatura do despejo na bacia de aeração:  $T = 30 \text{ °C}$

$$\frac{\text{AOR}}{\text{SOR}} = 1,024^{10} \cdot 0,8 \cdot \frac{(0,95 \cdot 0,9 \cdot 7,7) - 1,0}{9,2} = 0,62$$



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

A capacidade de transferência de O<sub>2</sub>, em condições Standard - SOR, será:

$$\text{SOR} = \frac{370}{0,62} = \sim 600 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

A capacidade de transferência de O<sub>2</sub>, em condições Standard – SOR, para aeradores misturadores submersos, operantes na lâmina de água do reator biológico de 4 metros, é de aproximadamente 1,5 kg O<sub>2</sub>/ HP x h. Portanto, a potência de aeração necessária será:

$$\text{Potência de aeração} = \frac{600 \text{ kg O}_2/\text{h}}{1,5 \text{ kg O}_2/\text{HP x h}} = 400 \text{ HP}$$

Portanto, para este serviço, prevemos a instalação de 10 aeradores submersos, com capacidade unitária de 40 HP.

### **6.4.6. SEPARAÇÃO DA BIOMASSA**

A separação da biomassa do líquido tratado será realizada por sistema de flotação por ar dissolvido, com as seguintes características:

- Vazão afluyente ao flotador : ~ 45 m<sup>3</sup>/ h (sem o reciclo)
  - Taxa de aplicação : ~ 5 kg SST/ m<sup>2</sup> x h
  - Superfície : ~ 35 m<sup>2</sup>
  - Diâmetro : 6,7 m
  - Pressão de saturação : 5,5 kg/ m<sup>2</sup>
  - Taxa de recirculação : 200% do despejo bruto alimentado
  - Concentração do lodo flotado (1) : 3% em peso
  - Vazão de lodo flotado : ~ 6,0 m<sup>3</sup>/ h
  - Lodo a ser recirculado : ~ 5,2 m<sup>3</sup>/ h
  - Lodo em excesso para as ETE's : ~ 0,8 m<sup>3</sup>/ h
- de Melchior/ Samambaia

(1) Concentração esperada sem a adição de polieletrólito

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **6.4.7. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO COM DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DO CHORUME**

Os projetos do valo de oxidação e do sistema de flotação devem ser verificados para outras condições de operação, correspondentes a diferentes características do chorume.

A situação mais crítica, desse ponto de vista, se verifica no primeiro ano de operação do aterro, quando a carga orgânica é elevada e a carga nitrogenada relativamente baixa.

Nessa condição, o valo de oxidação opera como um reator biológico de baixa carga, totalmente aerado. Desde que os parâmetros cinéticos do reator possibilitem este tipo de operação e que a capacidade de fornecimento de oxigênio atenda a demanda, a nova situação poderá ser satisfeita, relocando oportunamente os aeradores submersíveis flutuantes.

Dados operacionais da estação, com 1 ano de vida de aterro:

- Vazão : 8,98 m<sup>3</sup>/ h
- DBO<sub>5</sub> : 28.570 mg/ l @ 256,6 kg/ h
- DQO : 40.000 mg/ l @ 359,2 kg/ h
- N-NH<sub>3</sub> : 80 mg/ l
- pH : 7,5 (após correção inicial com leite de cal)
- Temperatura : 30 °C

Visto a elevada carga orgânica do chorume nesta condição, assumimos trabalhar com uma concentração de SST no reator de 6 kg/ m<sup>3</sup> e uma eficiência de remoção de DBO de 90%. Portanto, calculamos a relação F/ M:

$$F/ M = \frac{DBO}{V \times C} = \frac{256,6 \times 0,9 \times 24}{5.740 \times 6} = 0,16 \text{ kg de DBO}_5/ \text{ kg SST x dia}$$

Este valor de F/ M é compatível com a exigência de remoção de DBO solicitada e permite que o sistema opere com uma idade de lodo relativamente elevada.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **- Cálculo da requisição de oxigênio em condições operacionais (AOR)**

- Demanda de  $O_2$  : 1,3 kg  $O_2$ / kg de  $DBO_5$  removido

$$AOR = 1,3 \times 0,9 \times 256,6 = 300 \text{ kg } O_2/ \text{ h}$$

Tendo em conta que a capacidade de oxigenação da planta, em termos de AOR, é de aproximadamente 370 kg  $O_2$ / h, o sistema não terá problemas, desde que os aeradores sejam oportunamente posicionados nos canais do valo.

### **- Cálculo de lodo em excesso**

Nestas condições, assumindo de trabalhar com idade de lodo de 30 dias, a produção de lodo em excesso será:

$$\Delta X_t = \frac{5.740 \times 6}{30} = 1.148 \text{ kg/ dia @ } \sim 48 \text{ kg/ h}$$

### **- Separação da Biomassa**

Nesta condição de operação, com o reator trabalhando com elevada concentração de SST, podemos esperar um maior adensamento do lodo na flotação. Portanto, o sistema de flotação operará com as seguintes características:

- Vazão de chorume :  $\sim 9 \text{ m}^3/ \text{ h}$  (sem o reciclo)
  - Taxa de aplicação :  $\sim 1,6 \text{ kg SST/ m}^2 \times \text{ h}$
  - Superfície :  $\sim 35 \text{ m}^2$
  - Diâmetro : 6,7 m
  - Pressão de saturação :  $5,5 \text{ kg/ m}^2$
  - Concentração do lodo flotado (1) : 6% em peso
  - Vazão de lodo flotado :  $\sim 0,9 \text{ m}^3/ \text{ h}$
  - Lodo a ser recirculado :  $\sim 0,1 \text{ m}^3/ \text{ h}$
  - Lodo em excesso para as ETE's :  $\sim 0,8 \text{ m}^3/ \text{ h}$
- de Melchior/ Samambaia

(1) Concentração esperada sem a adição de polieletrólito

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **6.5. DESIDRATAÇÃO DO LODO**

Na saída do flotador, o lodo é encaminhado para uma caixa de recalque, de onde é bombeado para duas centrífugas de desidratação, uma em operação e outra reserva, com capacidade unitária para manusear 1 m<sup>3</sup>/ h.

Na saída da centrífuga é esperado um lodo com uma concentração de 25% de substância seca.

A água drenada é encaminhada, por gravidade, para o poço de recalque de chorume das lagoas de equalização para o reator biológico.

O lodo desidratado, na vazão de aproximadamente 2,3 m<sup>3</sup>/ dia, será disposto no aterro.

Para auxiliar a operação de centrifugação está prevista a adição de um polieletrólito catiônico, com uma dosagem de 5 kg/ tonelada de sólido seco, com um consumo de 2,9 kg/ dia.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7. LISTA DE EQUIPAMENTOS / ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

Damos a seguir as especificações técnicas das bacias, tanques e equipamentos eletromecânicos que integram a estação de tratamento de efluentes.

#### **7.1. GRADEAMENTO**

- TAG : GR - 01
- Serviço : Remoção de sólidos grosseiros
- Quantidade : 01
- Tipo : de barras, com limpeza manual por rastelo
- Instalação : Entrada da estação de bombeamento
- Largura do canal : 1 m
- Espaçamento entre barras : 10 mm
- Inclinação das barras : 70° na horizontal
- Material : AISI 304

#### **7.2. CALHA PARSHALL**

- TAG : CPA - 01
- Serviço : Medição de vazão
- Quantidade : 01
- Tipo : Calha Parshall
- Material : Fibra de vidro
- Dimensão da gargante : 3" (7,6 cm)
- Faixa de medição : 3 a 194 m³/ h

#### **7.3. PENEIRA**

- TAG : GR – 02 A/ B
- Serviço : Remoção de sólidos mais finos
- Quantidade : 02 (duas)
- Tipo : Cesto
- Espaçamentos : 5 x 5 mm
- Materiais : Tela: AISI 304
- : Suporte: AISI 304

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.4. CAIXAS DE AREIA**

- TAG : BC - 01
- Serviço : Decantação de areia
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 5,0 m
  - : Comprimento : 24,0 m
  - : Altura útil : 1,3 m
  - : Altura total : 2,5 m

### **7.5. POÇO DE RECALQUE**

- TAG : BC - 02
- Serviço : Recalque chorume bruto para lagoas de equalização
- Quantidade : 01
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 10,2 m
  - : Comprimento : 1,0 m
  - : Altura útil : 1,2 m
  - : Altura total : 2,5 m

### **7.6. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME PARA LAGOAS**

- TAG : B - 01 A/ B/ C
- Serviço : Recalque chorume bruto para lagoas de equalização
- Quantidade : 03 (três)
- Tipo : Centrífuga submersa
- Vazão : 60 m<sup>3</sup>/ h
- Altura manométrica : 6 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
  - : Rotor : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
- Potência : 3 CV

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.7. LAGOAS DE EQUALIZAÇÃO**

- TAG : LE - 01 A/ B
- Serviço : Equalização de chorume
- Quantidade : 02 (duas)
- Execução : Escavação, compactação e impermeabilização do terreno
- Inclinação dos taludes internos : 45°
- Impermeabilização : Lona de PEAD
- Volume útil : 9.000 m<sup>3</sup>
- Comprimento : 55 m
- Largura : 46 m
- Profundidade útil : 4,5 m
- Profundidade total : 5,0 m

### **7.8. LAGOA DE EMERGÊNCIA**

- TAG : LE - 02
- Serviço : Emergência (Extravasamento/ parada operacional)
- Quantidade : 01 (uma)
- Execução : Escavação, compactação e impermeabilização do terreno
- Inclinação dos taludes internos : 45°
- Impermeabilização : Lona de PEAD
- Volume útil : 4.000 m<sup>3</sup>
- Comprimento : 68 m
- Largura : 20 m
- Profundidade útil : 4,5 m
- Profundidade total : 5,0 m



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.9. BOMBAS DE DRAGAGEM DE LODO**

- TAG : B - 02 A/ B
- Serviço : Recalque de lodo do fundo da lagoa
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva não instalada)
- Tipo : Mono vertical flutuante
- Vazão : 10 m<sup>3</sup>/ h
- Altura manométrica : 10 m. c. a.
- Materiais : Corpo : AISI 304  
: Rotor : AISI 304  
: Estator : Vítton
- Potência : 5 CV

### **7.10. BAG DE FILTRAÇÃO**

- TAG : BF - 01
- Serviço : Filtração e adensamento do lodo da lagoa
- Quantidade : 01 (um)
- Tipo : Horizontal
- Material : Polipropileno
- Dimensões : Largura : 3,80 m  
: Comprimento : 9,00 m  
: Circunferência : 9,10 m  
: Capac. Contenção : 47 m<sup>3</sup>  
: Altura enchimento : 1,98 m (máxima)

### **7.11. TANQUE DE PREPARO DE SUSPENSÃO DE CAL**

- TAG : TQ - 05
- Serviço : Preparo de suspensão de cal
- Quantidade : 01(um)
- Material : Fibra de vidro
- Volume : 5 m<sup>3</sup>
- Dimensões : Diâmetro : 1,6 m  
: Altura : 1,65 m

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.12. AGITADOR PARA TANQUE DE SUSPENSÃO DE CAL**

- TAG : A - 01
- Serviço : Agitação no tanque de preparo da suspensão de cal
- Quantidade : 01(um)
- Tipo : Inclinado, de hélice
- Materiais : Eixo : Aço carbono  
: Turbina : Aço carbono
- Potência : 2,5 CV

### **7.13. BOMBAS DE DOSAGEM DE SUSPENSÃO DE CAL**

- TAG : BD - 01 A/ B
- Serviço : Dosagem de suspensão de cal
- Quantidade : 02 (1 + 1 reserva)
- Tipo : Centrífuga horizontal, tipo vortex
- Vazão : 12 m³/ h
- Altura manométrica : 14 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : Ferro fundido nodular  
: Rotor : Ferro fundido nodular
- Potência : 4 CV

### **7.14. POÇO DE RECALQUE DE CHORUME BRUTO PARA REATOR BIOLÓGICO**

- TAG : TQ - 01
- Serviço : Recalque de chorume para reator biológico
- Quantidade : 01(um)
- Material : Concreto com revestimento epoxi
- Dimensões : Largura : 2,0 m  
: Comprimento : 4,0 m  
: Altura total : 5,2 m

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.15. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME BRUTO PARA REATOR BIOLÓGICO**

- TAG : B - 03 A/ B
- Serviço : Recalque chorume bruto para reator biológico
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Centrífuga submersa
- Vazão : 50 m<sup>3</sup>/ h
- Altura manométrica : 6 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento  
: Rotor : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
- Potência : 3 CV
- Acessórios : Inversor de frequência recebendo sinal de 4 à 20 m.a.

### **7.16. VALO DE OXIDAÇÃO – Tratamento Biológico**

- TAG : TQ – 08
- Serviço : Tratamento biológico
- Quantidade : 01(um)
- Execução : Concreto com revestimento epoxi
- Volume útil : 5.740 m<sup>3</sup>
- Dimensões : Largura : 22 m  
: Comprimento : 70 m  
: Altura útil : 4,0 m  
: Altura Total : 5,0 m

### **7.17. AERADORES SUPERFICIAIS SUBMERSOS**

- TAG : AS – 01 A/ B/ C/ D/ E/ F/ G/ H/ I /J
- Serviço : Aeração/ circulação do chorume dentro do tanque
- Quantidade : 10 (dez)
- Tipo : Rápido submerso
- Material : AISI 304
- Potência : 40 CV

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.18. TANQUE DE ESTOCAGEM DE SOLUÇÃO DE NaOH A 50% EM PESO**

- TAG : TQ – 06
- Serviço : Estocagem de solução de NaOH a 50% em peso
- Quantidade : 01 (um)
- Tipo : Cilíndrico vertical com teto abaulado
- Execução : Fibra de vidro
- Volume útil : 20 m<sup>3</sup>
- Dimensões : Diâmetro: 2,5 m  
Altura total: 4,5 m

### **7.19. BOMBA DOSADORA DE NaOH A 50%**

- TAG : BD – 02 A/ B
- Serviço : Dosagem de solução de NaOH a 50% em peso
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Mono
- Vazão : 100 l/ h
- Altura manométrica : 20 m. c. a.
- Materiais : Corpo : : AISI 304  
: Rotor : : AISI 304  
: Estator : : EPDM
- Potência : 0,75 CV
- Acessórios : Inversor de frequência recebendo sinal de 4 à 20 m.a.

### **7.20. TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO**

- TAG : TQ - 07
- Serviço : Preparo de polieletrólito
- Quantidade : 01(um)
- Material : Fibra de vidro
- Volume útil : 3 m<sup>3</sup>
- Dimensões : Diâmetro : 1,5 m  
: Altura total : 2,0 m

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.21. AGITADOR PARA TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO**

- TAG : A - 02
- Serviço : Agitação no tanque de preparo de polieletrólito
- Quantidade : 01(um)
- Tipo : Inclinado, de hélice
- Materiais : Eixo e turbina: : AISI 304
- Potência : 3 CV

### **7.22. BOMBAS DE DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO**

- TAG : BD - 03 A/ B
- Serviço : Dosagem de polieletrólito
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Mono
- Vazão : 100 l/ h
- Altura manométrica : 15 m. c. a.
- Materiais : Corpo : : AISI 304
- : Rotor : : AISI 304
- : Estator : : NBR-A
- Potência : 0,75 CV
- Acessórios : Inversor de frequência recebendo sinal de 4 à 20 m.a.

### **7.23. FLOTADOR POR AR DISSOLVIDO**

- TAG : F - 01
- Serviço : Clarificação do chorume
- Quantidade : 01(um)
- Tipo : Circular
- Taxa de aplicação : ~ 5 kg SST/ m<sup>2</sup> x h
- Diâmetro : 6,7 m
- Material : Tanque : Concreto revestido com epoxi
- : Raspador e internos : AISI 304
- Potência : 1 CV
- Acessórios : Tudo dissolvidor de ar (AISI 304)

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.24. BOMBAS DE PRESSURIZAÇÃO**

- TAG : B - 06 A/ B
- Serviço : Pressurização
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Centrífuga horizontal
- Vazão : 100 m³/ h
- Altura manométrica : 55 m.c.a.
- Materiais : Carcaça : : AISI 316L  
: Rotor : : AISI 316L
- Potência : 40 CV

### **7.25. COMPRESSOR DE AR**

- TAG : CP - 01 A/ B
- Serviço : Fornecimento de ar para vaso saturador
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Pistão
- Vazão de ar : 100 Nm³/ h
- Pressão de trabalho : 10 bar
- Potência : 15 CV

### **7.26. POÇO DE RECALQUE DE LODO E ESCUMAS**

- TAG : TQ - 03
- Serviço : Recalque de lodo e escumas
- Quantidade : 01 (um)
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 1,5 m  
: Comprimento : 2,5 m  
: Altura total : 1,2 m

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.27. BOMBAS DE LODO EM EXCESSO**

- TAG : B - 07 A/ B
- Serviço : Recalque de lodo em excesso
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva não instalada)
- Tipo : Mono vertical
- Vazão : 1 m<sup>3</sup>/ h
- Altura manométrica : 15 m. c. a.
- Materiais : Corpo : : AISI 304  
: Rotor : : AISI 304  
: Estator : : Viton
- Potência : 1 CV

### **7.28. POÇO DE RECALQUE DA LAGOA DE EMERGÊNCIA**

- TAG : TQ - 04
- Serviço : Recalque de chorume da lagoa de emergência
- Quantidade : 01 (um)
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 2,0 m  
: Comprimento : 3,0 m  
: Altura total : 5,2 m

### **7.29. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME DA LAGOA DE EMERGÊNCIA**

- TAG : B - 05 A/ B
- Serviço : Recalque de chorume da lagoa de emergência
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Centrífuga submersa
- Vazão : 50 m<sup>3</sup>/ h
- Altura manométrica : 6 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento  
: Rotor : : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
- Potência : 3 CV

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.30. POÇO DE RECALQUE CHORUME PRÉ-TRATADO**

- TAG : TQ - 02
- Serviço : Recalque de chorume pré-tratado
- Quantidade : 01 (um)
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 2,0 m  
: Comprimento : 5,2 m  
: Altura total : 2,0 m

### **7.31. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME PRÉ-TRATADO**

- TAG : B - 04 A/ B
- Serviço : Recalque de chorume pré-tratado
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Centrífuga horizontal
- Vazão : 50 m³/ h
- Altura manométrica : 65 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : AISI 316L  
: Rotor : AISI 316L
- Potência : 25 CV
- Acessórios : Inversor de frequência recebendo sinal de 4 à 20 m.a.

### **7.32. CASTELO DE ÁGUA**

- TAG : TQ - 09
- Serviço : Fornecimento de água industrial
- Quantidade : 01 (um)
- Material : Concreto
- Dimensões : Volume : 8 m³



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.33. TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA**

- TAG : TQ - 10
- Serviço : Preparo de polieletrólito para centrífuga
- Quantidade : 01(um)
- Material : Fibra de vidro
- Volume útil : 3 m<sup>3</sup>
- Dimensões : Diâmetro : 1,5 m  
: Altura total : 2,0 m

### **7.34. AGITADOR PARA TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA**

- TAG : A - 03
- Serviço : Agitação no tanque de preparo de polieletrólito
- Quantidade : 01(um)
- Tipo : Inclinado, de hélice
- Materiais : Eixo e turbina: : AISI 304
- Potência : 3 CV

### **7.35. BOMBAS DE DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA**

- TAG : BD - 04 A/ B
- Serviço : Dosagem de polieletrólito para centrífuga
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Mono
- Vazão : 100 l/ h
- Altura manométrica : 15 m. c. a.
- Materiais : Corpo : AISI 304  
: Rotor : AISI 304  
: Estator : NBR-A
- Potência : 0,75 CV

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.36. CENTRÍFUGAS**

- TAG : CE - 01 A/ B
- Serviço : Desidratação de lodo
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Decanter
- Capacidade máxima : 1 m<sup>3</sup>/ h
- Materiais : Carcaça : Aço carbono
  - : Rotor : AISI 316
  - : Internos : AISI 316
- Potência : 7,5 CV

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS CUSTOS DE  
OPERAÇÃO/INVESTIMENTO DE SISTEMAS DE  
DISPOSIÇÃO DE LODO**

**Estação de Pré-Tratamento de Chorume**

**AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

AC – 0171/12

23/05/2012

**AValiação Comparativa dos Custos de Operação/ Investimento  
de Sistemas de Disposição de Lodo**

**Estação de Pré-Tratamento de Chorume - CTRS-DF**

**1. PREMISSA**

O objetivo do presente relatório é a avaliação comparativa entre três processos diferentes de disposição de lodo, a saber:

- Centrifugação e disposição do lodo no aterro
- Desidratação em bag de filtração e disposição no aterro
- Bombeamento para sistema de tratamento de lodo da ETE de Melchior

Para esta avaliação, os seguintes dados, apresentados no projeto básico da estação de pré-tratamento de chorume, foram utilizados:

- Vazão de lodo : 0,8 m<sup>3</sup>/ h @ 576 kg de sólido seco/ dia
- Concentração do lodo : 3% em peso (Operação normal da planta, após estabilização do chorume)

**2. CENTRÍFUGA**

**2.1. Custos de Investimento**

Os dados assumidos para o levantamento dos custos de investimento estão relacionados abaixo:

- Preço da centrífuga (2 unidades) : ~ R\$ 190.000,0  
(Capacidade hidráulica unitária = 2.500 l/h – impostos inclusos)
- Sistema de polieletrólito : ~ R\$ 15.000,0
- Bomba de alimentação (2 un.) : ~ R\$ 10.000,0
- Casa de centrífuga (civil) : ~ R\$ 140.000,0
- Materiais de elétrica : ~ R\$ 15.000,0
- Total de investimento : ~ R\$ 370.000,0**

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **2.2. Custos de operação**

Para o cálculo dos custos operacionais, os seguintes dados foram utilizados:

#### Energia Elétrica

- Energia consumida para centrifugação : ~ 6 kWh
- Energia consumida para preparo/ dosagem de polieletrólito e alimentação da centrífuga : ~ 2 kWh
- Custo da energia elétrica : ~ R\$ 0,4/ kWh
- **Custo total com energia : R\$ 76,8/ dia**

#### Polieletrólito

- Dosagem de polieletrólito : ~ 5 kg/ tonelada de sólido seco
- Consumo de polieletrólito : ~ 2,9 kg/ dia
- Custo do polieletrólito : ~ R\$ 25/ kg
- **Custo total com polieletrólito : R\$ 72,5/ dia**

#### Disposição do lodo

- Custo de disposição do lodo no aterro : ~ R\$ 50/ tonelada
- Concentração, em peso, de sólido no lodo : ~ 25% (Densidade ~ 1,1 kg/ l)
- **Custo total com disposição : ~ R\$ 126,5/ dia**

#### Amortização do investimento

- Tempo de amortização : 12 anos
- Juros : 10% a.a.
- **Custo total com amortização : ~ R\$ 54.390,0/ ano @ ~ R\$ 149,0/ dia**

Portanto, o custo operacional com a utilização da centrífuga é:

- Custo total por dia : ~ R\$ 424,8/ dia

**Custo TOTAL por ton. de lodo seco desidratado : ~ R\$ 737,5/ ton. de lodo seco**

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **3. BAG DE FILTRAÇÃO**

#### **3.1. Custos de Investimento**

Os dados assumidos para o levantamento dos custos de investimento estão relacionados abaixo:

|                                      |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| • Sistema de polieletrólito          | : ~ R\$ 15.000,0                  |
| • Bomba de alimentação (2 un.)       | : ~ R\$ 10.000,0                  |
| • Baías de contenção (civil – 2 un.) | : ~ R\$ 80.000,0                  |
| <b>Total de investimento</b>         | <b>: ~ R\$ 105.000,0 (Nota 1)</b> |

Nota 1: O bag não foi utilizado como custo de investimento, visto que este é descartado quando da sua saturação e precisa ser sempre repostos.

#### **3.2. Custos de operação**

Para o cálculo dos custos operacionais, os seguintes dados foram utilizados:

##### Bag de filtração

|                                            |                                                |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| • Preço do bag                             | : ~ R\$ 17.000 (1 unidade – impostos inclusos) |
| • Volume do bag                            | : ~ 47 m <sup>3</sup>                          |
| • Concentração de lodo na saturação do bag | : ~ 45% em peso                                |
| • Massa de sólido seco na saturação do bag | : ~ 21,15 ton                                  |
| • Tempo de operação até saturação do bag   | : ~ 37 dias                                    |
| <b>Custo total por dia</b>                 | <b>: ~ R\$ 460,0/ dia</b>                      |

##### Energia Elétrica

|                                                                                  |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| • Energia consumida para preparo/ dosagem de polieletrólito e alimentação do bag | : ~ 2 kWh              |
| • Custo da energia elétrica                                                      | : ~ R\$ 0,4/ kWh       |
| <b>Custo total com energia</b>                                                   | <b>: R\$ 19,2/ dia</b> |

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### Disposição do lodo

- Dosagem de polieletrólito : ~ 5 kg/ tonelada de sólido seco
- Consumo de polieletrólito : ~ 2,9 kg/ dia
- Custo do polieletrólito : ~ R\$ 25/ kg
- Custo total com polieletrólito : R\$ 72,5/ dia**

### Disposição do lodo

- Custo de disposição do lodo no aterro : ~ R\$ 50/ tonelada
- Concentração, em peso, de sólido no lodo : ~ 45% (Densidade ~ 1,2 kg/ l)
- Custo total com disposição : ~ R\$ 76,0/ dia**

### Amortização do investimento

- Tempo de amortização : 12 anos
- Juros : 10% a.a.
- Custo total com amortização : ~ R\$ 15.435,0/ ano @ ~ R\$ 42,3/ dia**

Portanto, o custo operacional total com a utilização do bag de filtração é:

- Custo total por dia : ~ R\$ 670,0/ dia

**Custo TOTAL por ton. de lodo seco desidratado : ~ R\$ 1.163,2/ ton. de lodo seco**

## **4. BOMBEAMENTO DO LODO PARA TRATAMENTO NA ETE MELCHIOR**

### **4.1. Custos de Investimento**

Os dados assumidos para o levantamento dos custos de investimento estão relacionados abaixo:

- Bombas de transferência (2 un.) : ~ R\$ 27.000,0
- Linha de bombeamento : ~ R\$ 17.000,0
- Total de investimento : ~ R\$ 44.000,0**

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **4.2. Custos de operação**

Para o cálculo dos custos operacionais, os seguintes dados foram utilizados:

#### Energia Elétrica

- Energia consumida para bombeamento : ~ 7,5 kWh
- Custo da energia elétrica : ~ R\$ 0,4/ kWh
- Custo total com energia : R\$ 72,5/ dia**

#### Recebimento do lodo pela Caesb

A Caesb apresentou 3 possíveis opções de tratamento para o lodo, sendo que uma delas está sendo utilizada no momento e as outras duas estão em fase de estudo. Abaixo estão reportadas as opções e seus respectivos custos de recebimento:

- Situação 1 (Atual) : R\$ 125/ ton. lodo a 20% @ R\$ 625/ ton. lodo seco @ **R\$ 360,0/ dia**  
Centrifugação e disposição com uso agrícola
- Situação 2 (Estudo) : R\$ 195/ ton. lodo a 20% @ R\$ 975/ ton. lodo seco @ **R\$ 561,6/ dia**  
Secagem natural + caleação ou compostagem
- Situação 3 (Estudo) : R\$ 560/ ton. lodo a 20% @ R\$ 2.800/ ton. lodo seco @ **R\$ 1.612,8/ dia**  
Secagem térmica

#### Amortização do investimento

- Tempo de amortização : 12 anos
- Juros : 10% a.a.
- Custo total com amortização : ~ R\$ 6.468,0/ ano @ ~ R\$ 17,7/ dia**

**Nota:** No custo da amortização não estão inclusos os investimentos por parte da Caesb.

Portanto, o custo operacional para envio e tratamento do lodo pela Caesb é:

- Custo total por dia - Situação 1 : ~ R\$ 450,2 kg/ dia
- Custo total por dia - Situação 2 : ~ R\$ 651,8 kg/ dia
- Custo total por dia - Situação 3 : ~ R\$ 1.703,0 kg/ dia



## AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

### Custo TOTAL por ton. de lodo seco desidratado

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| Situação 1 | : ~ R\$ 781,6/ ton. de lodo seco   |
| Situação 2 | : ~ R\$ 1.131,6/ ton. de lodo seco |
| Situação 3 | : ~ R\$ 2.956,6/ ton. de lodo seco |

### 5. TABELA COMPARATIVA

| Opção de Disposição               | Custo de Investimento | Custo Operacional<br>(R\$/ ton. de sólido seco) |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| Centrifugação                     | R\$ 370.000,0         | R\$ 737,5                                       |
| Bag de Filtração                  | R\$ 105.000,0         | R\$ 1.163,2                                     |
| Envio à ETE Melchior - Situação 1 | R\$ 44.000,0          | R\$ 781,6                                       |
| Envio à ETE Melchior - Situação 2 | R\$ 44.000,0          | R\$ 1.131,6                                     |
| Envio à ETE Melchior - Situação 3 | R\$ 44.000,0          | R\$ 2.956,6                                     |

### 6. CONCLUSÃO

Após a avaliação comparativa entre os custos de investimento e operacionais de cada uma das opções de desidratação de lodo apresentadas, optamos pela solução de instalação de centrífugas na estação de pré-tratamento de chorume.

Apesar de possuir o maior custo de investimento, este sistema permite praticar a desidratação do lodo com um menor custo de operação, já incluindo neste o custo financeiro de amortização.

Descartamos a opção de envio do lodo para tratamento na ETE de Melchior, pois, além de ter um custo operacional atual levemente superior ao previsto pela instalação de centrífugas, a Caesb está estudando alternativas de desidratação que, no futuro, elevarão os custos operacionais, os quais serão repassados ao operador do aterro.

**PARECER TÉCNICO DE FUNDAÇÕES E  
ESPECIFICAÇÕES CONSTRUTIVAS**

**Estação de Pré-Tratamento de Chorume**

## **Parecer Técnico de Fundações e Especificações Construtivas**

### **Elementos técnicos utilizados como referência**

- a) Sondagens a percussão para reconhecimento do subsolo executadas pela Sonda Engenharia Ltda. – relatório 021/2008 executadas em 23 de Abril de 2008.
- b) Projeto Básico de Implantação da Central de Coleta de Resíduos, perfil hidráulico, elaboradas por AQUAPRO Engenheiros Associados Ltda.

### **Perfil Geotécnico do Subsolo**

As sondagens próximas ao empreendimento são SP21 e SP15:

- SP15:- Cota do terreno 988.23 m

A sondagem executadas caracteriza o subsolo como constituído basicamente por uma camada superficial de argila arenoso, marrom mole, com espessura aproximada 0,6 m. Abaixo desta encontra-se camada de argila pouco arenosa muito mole a mole, com espessura 3,6 m. Subjacente encontra-se camada de argila pouco arenosa com pedregulhos, média, vermelha, espessura 0,65 m. Abaixo encontra-se silte argiloso, com pedregulhos, médio a duro, cor variada, com espessura 3,35 m. Abaixo camada de silte pouco arenoso, com pedregulhos, compacto, amarelo variegado.

O nível do lençol freático foi detectado nas prospecções executadas com profundidade 3,53 m em relação ao nível do terreno atual.

- SP21:- Cota do terreno 981.34 m

A sondagem executadas caracteriza o subsolo como constituído basicamente por uma camada superficial de aterro de argila arenosa, marrom mole, com espessura aproximada 2,5 m. Abaixo desta encontra-se camada de silte argiloso médio a duro, com espessura 7,95 m. O nível do lençol freático foi detectado nas prospecções executadas com profundidade 3,35 m em relação ao nível do terreno atual.

A terraplenagem deverá ser executada com base nas Normas ABNT pertinentes, citadas ou não neste documento, adotando soluções que contemplem procedimentos executivos seguros e preservem o meio ambiente.

A limpeza e a remoção da camada superficial com previsão de 1,5 a 2 metros, deverão ser feitas nos limites dos "offsets" + 5 m e consistem na completa retirada da vegetação rasteira, arbustos e árvores. A profundidade de corte será confirmada posteriormente após a realização de novas sondagens de reconhecimento do solo para determinar a camada de baixa resistência. Os serviços serão liberados para a etapa seguinte após a constatação da inexistência de materiais orgânicos e solos com raízes na área trabalhada.

Após a remoção da camada de solo vegetal o greide resultante será regularizado e compactado por meio de 6 passadas completas de trator de esteira D6 ou equivalente e de acordo com a FISCALIZAÇÃO.

A execução dos aterros será mediante a utilização racional de equipamentos adequados que possibilitem a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

O aterro deverá ser constituído segundo os taludes, dimensões e cotas indicados nos desenhos de projeto e de acordo com as determinações da FISCALIZAÇÃO.

O aterro deverá ser lançado e compactado em camadas com espessura máxima de 25 cm, medida antes da compactação.

Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de solos de baixa capacidade de suporte ( $ISC < 2 \%$ ) e expansão maior do que 4 %.

A camada final da execução dos aterros deverá ser constituída de solo selecionado, conforme projeto. Não será permitido o uso de solos com expansão maior que 2 %.

Depois de atingidas as cotas previstas no projeto, todas as áreas terraplenadas, nos aterros, deverão ser acabadas com o emprego de equipamentos adequados, obedecendo-se aos níveis e caimentos indicados em projeto. O material em excesso proveniente dos acertos dos taludes deverá ser compactado no pé destes ou ser removido. A abertura de canaletas de drenagem superficial, nos aterros, também deverá ser feita com o emprego dos equipamentos adequados.

A solução de troca desta camada de solo superficial mole por solo compactado mecanicamente, melhorando a resistência deste solo superficial, que servirá de suporte para as fundações das estruturas em radier, o qual será dimensionado por Projetista Estrutural. A superfície da plataforma que servirá de apoio dos raders deverá ser obrigatoriamente compactada com placa vibratória de alto impacto. Nas regiões com materiais orgânicos, detritos vegetais ou solos de má qualidade, dever-se-á proceder a troca de solo com espessura a ser confirmada pelas novas sondagens, seguindo as orientações para aterros abaixo apresentada: Antes do aterro, os materiais superficiais de baixa qualidade deverão ser removidos, tais como: solos com detritos vegetais, solos orgânicos e entulhos. É fundamental que o aterro seja compactado com controle da umidade e do grau de compactação conforme especificado nos itens a seguir.

O nível do lençol freático deve ser avaliado e rebaixado, se necessário, através de poços drenantes.

### **Sistema de drenagem sub-superficial**

Será implantado sistema de drenagem sub-superficial na área de implantação da Estação de Tratamento de Chorume composto por drenos principais, drenos secundários, drenos coletores, emissário e caixa de recepção, cuja posição dos elementos e os detalhes podem ser visualizados na folha de projeto 03/25.

Os drenos principais serão executados em valas escavadas mecanicamente, de seção transversal retangular de 1,0 m de largura por 1,0 m de altura, e serão compostos por tubo de PEAD corrugado, ou similar, de diâmetro de 200 mm, perfurado, assentes sobre lastro de brita nº 1, lavada, e envolto por brita nº 4, contando com revestimento de manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar.

Os drenos secundários serão executados em valas escavadas mecanicamente, de seção transversal retangular de 1,0 m de largura por 1,0 m de altura, preenchida com brita nº 4, envolto por manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar.

Os drenos coletores serão executados em valas escavadas mecanicamente, de seção transversal retangular de 1,0 m de largura por 1,0 m de altura, e serão compostos por tubo de PEAD corrugado ou similar, de diâmetro de 400 mm, perfurado, assente sobre lastro de brita nº 1, lavada, e envolto por brita nº 4, contando com revestimento de manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar.

Acima da seção de cada dreno (principal, secundário e coletor), será executada camada drenante com areia grossa, com 2,0 m de largura e 50 cm de espessura.

O emissário da drenagem sub-superficial será executado em vala escavada mecanicamente, de seção transversal retangular de 1,0 m de largura e altura variável, sendo composto por tubo de PEAD corrugado ou similar, não perfurado, de 400 mm de diâmetro, assentado sobre lastro de brita nº 1, lavada, seguindo com o reaterro da vala com solo compactado.

Todo o sistema de drenagem sub-superficial implantado área da Estação de Tratamento de Chorume acabará por convergir para a caixa de recepção das águas sub-superficiais, que será executada em concreto armado, de onde serão realizadas as coletas de amostras das águas para análise periódica em laboratório, cujos laudos deverão ser encaminhados ao órgão de controle ambiental.

### **Sistema de impermeabilização das lagoas**

O sistema de impermeabilização das lagoas de equalização, acúmulo e emergência será executado com sistema composto por múltiplas barreiras, iniciando-se pela execução de camada de impermeabilização de 1,50m de espessura, com solo compactado e coeficiente de permeabilidade igual ou inferior a  $10^{-7}$  cm/s, onde as camadas inferiores serão executadas revolvendo e compactando o próprio solo local, que possui característica geotécnica que permite atingir a permeabilidade exigida. As camadas superiores serão executadas com o lançamento, espalhamento e compactação do solo em camadas de cerca de 20 cm de espessura até atingir a cota de projeto do aterro de impermeabilização.

Sobrejacente ao aterro de impermeabilização será instalada a geomembrana de PEAD com espessura de 2,0 mm, texturizada nas duas faces, sendo que as emendas deverão ser executadas com o método de fusão térmica e submetidas a ensaios de qualidade.

A proteção mecânica da geomembrana de PEAD, tanto na base quanto nos taludes, será executada por meio de instalação de geotêxtil tipo bidim ou similar

Para a execução dos aterros compactados previstos no aterro, deverão ser utilizados solos essencialmente argilosos. O grau de compactação mínimo requerido a ser atingido na compactação de cada camada deverá ser 98% referido ao ensaio de compactação Proctor (ABNT-MB-33/Energia Normal) feito pela Metodologia Hilf. O teor de umidade deverá se apresentar inferior a 1,10 e superior a 0,95 do teor de umidade ótimo referido à energia normal de compactação, de modo a possibilitar a execução de corpo compactado com condições adequadas.

O solo deverá ser descarregado por caminhões basculantes, espalhado com trator de esteira tipo D6 ou similar em camadas com no máximo 25 centímetros.

O material lançado será espalhado e nivelado de modo a ser obtida uma superfície plana e de espessura uniforme. Na sequência, o solo lançado deverá ser tratado por meio de grade de discos para assegurar que ao longo de sua espessura seja obtido um material homogêneo quanto ao teor da umidade e textura, promovendo-se todas as medidas de umedecimento por irrigação ou aeração para correção dessa umidade. A compactação deverá ser efetuada com rolo compactador tipo tamping.

Para o lançamento de uma nova camada sobre uma já executada deverá ser feita uma escarificação superficial da camada existente de modo a assegurar uma boa ligação entre camadas.

A espessura da camada, o tipo e o número de passagens do equipamento de compactação poderão ser alterados em função de observações feitas durante os trabalhos iniciais e baseados em ensaios de controle de compactação tipo Hil-Proctor, executados em um número de no mínimo 1 ensaio para cada 2500 m³ e sempre que se tiver materiais diferenciados, sem reuso do material.

Dever-se-á prever, ainda, ensaios de permeabilidade a carga variável em laboratório, em corpos de prova moldados em conformidade com o especificado para o aterro compactado.

Durante a execução do aterro compactado, a praça de compactação deverá ser mantida com declividade mínima de 0,5 % para permitir o rápido escoamento das águas de chuva.

## **CRITÉRIOS DE PROJETO ELÉTRICO / INSTRUMENTAÇÃO**

**Estação de Pré-Tratamento de Chorume**

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **1 - OBJETIVO**

Este documento estabelece os critérios mínimos para o desenvolvimento dos serviços de engenharia da disciplina de Elétrica e de Instrumentação. Este é um documento de consulta para o desenvolvimento do projeto, planejamento das atividades, especificações e folhas de dados, memórias de cálculo e outros documentos necessários na execução do Projeto Elétrico e de Instrumentação, Básico, a ser utilizado na implantação da Estação de Pré-tratamento de Chorume da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF), na Região Administrativa de Samambaia – DF (Aterro de Brasília).

### **2 - CÓDIGOS E NORMAS**

Exceto onde indicada à adoção de outra Norma específica, o desenvolvimento das atividades de projeto deverá seguir as orientações das últimas edições da ABNT. Para assuntos não cobertos por esta, deverão ser consideradas as Normas abaixo relacionadas:

|                                                           |      |
|-----------------------------------------------------------|------|
| American National Standards Institute                     | ANSI |
| American Society for Testing and Materials                | ASTM |
| Factory Mutual Engineering Division Recommended Practices | FM   |
| Illumination Engineers Society                            | IES  |
| International Electrotechnical Commission                 | IEC  |
| Institute of Electrical and Electronic Engineers          | IEEE |
| Instrument Society of America                             | ISA  |
| International Organization for Standardization            | ISO  |
| National Electric Code                                    | NEC  |
| National Electrical Manufacturers Association             | NEMA |
| National Fire Protection Association                      | NFPA |
| National Occupational Safety Association                  | NOSA |
| Normas Regulamentadoras do MT                             | NR   |
| Occupational Safety and Health Administration             | OSHA |
| Underwriters Laboratories, Inc. Standards                 | UL   |

Além dos códigos e normas acima citados, o projeto deverá cumprir com todas as leis e regulamentações das autoridades locais. Em caso de conflito, o mais restrito prevalecerá.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Clima tropical de altitude com temperaturas médias para Distrito Federal - Brasília:

|                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Altitude                        | : aproximadamente 1000 metros |
| Temperatura média               | : 22 °C                       |
| Temperatura de projeto elétrico | : 40 °C                       |

O fator de potência deve ser controlado automaticamente com limite de 0,92 indutivo. Devemos ter a possibilidade de acompanhar o valor do fator de potência.

Soluções para uso de tecnologias renováveis devem ser desenvolvidas. Daremos sempre preferência para tecnologias menos poluentes, mais econômicas e eficientes. Para isso devemos esgotar todas as opções para utilização de fontes energéticas renováveis e que ofereçam boa relação custo/benefício. Os motores elétricos devem ser de alto rendimento (WEG ou similar de mesma eficiência e qualidade).

### **4 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO**

#### **4.1 NÍVEIS DE TENSÃO**

##### **4.1.1 SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA**

O suprimento de energia elétrica é feito pela concessionária da região em rede de distribuição em 13,8kV aérea, com entrada no local, subterrânea até a sala de entrada e medição na portaria, e da portaria até as subestações de distribuição por fábrica.

##### **4.1.2 SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**

###### Entrada de Energia - Primária

A entrada de energia primária existente é em 13,8 kV, trifásico, 60 Hz, entrada de energia em 13,8 kV, com medição, padrão da concessionária, a ser feita pela ADASA.



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### Distribuição Secundária

- 440V, trifásica, 60 Hz, neutro solidamente aterrado.

### Sistemas auxiliares (Iluminação e tomadas de uso geral)

- 220/127 V, trifásica + neutro, 60 Hz. As luminárias, resistências de aquecimento e tomadas monofásicas serão ligadas entre fase e neutro.

### Resistências de aquecimento

- 220 V, monofásico ou trifásico, 60 Hz, dependendo da potência.

### Tensão para Instrumentação

- 120 V, monofásico, fase-neutro, 60 Hz.

### Características Gerais das Instalações

- Instalações Elétricas do tipo aparente.

Estamos prevendo, para estas áreas, instalações elétricas do tipo aparente, com a rede instalada através de leitos e perfilados, ou em eletrodutos, com descidas verticais nas bancadas ou caixas de passagens.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **6.2 TRANSFORMADORES DE ILUMINAÇÃO**

Quando instalados no interior de salas elétricas, deverão ser secos, com potências até 75 kVA, ventilados ou com enrolamentos encapsulados.

Todos os transformadores deverão possuir conexão triângulo (primário) em 440V– estrela (secundário) 220 – 127 V, com o neutro solidamente aterrado .

### **6.3 CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES DE BAIXA TENSÃO**

Os CCMs deverão do tipo convencional, com gavetas extraíveis para os demarradores de motores e gavetas destinadas a alimentadores diversos (transformadores e outras cargas não motorizadas).

Os demarradores deverão incluir disjuntores termomagnéticos (disjuntor motor) e contadores tripolares .

As gavetas dos demarradores e alimentadores deverão ser providas de cadeado para impedir o acesso ao comando do disjuntor e/ou contator do equipamento em manutenção.

As gavetas devem permitir abertura da porta somente após desligada e extraída do barramento.

Os inversores de frequência até 11 kW serão montados dentro de gavetas extraíveis, para potências acima de 11 kW, serão montados dentro de gavetas fixas, e acima e igual a 100 kW serão instaladas fora do painel .

Deverão obedecer aos requisitos de segurança previstos nas NRs do MT-10 e 22.

Quando a alimentação do CCM for feita direta do transformador ou quadro montado em outra sala, sem disjuntor de saída, deverá ser exigido disjuntor na entrada do CCM.

Os TPs devem ser secos e montados no cubículo de entrada.

Os CCMs devem ser montados com equipamentos compatíveis com a tecnologia atual, tendo como alternativa a possibilidade de instalação, atual ou futura, de equipamentos inteligentes.

A proteção contra curtos-circuitos e a desenergização final das gavetas será feita sempre por disjuntor de caixa moldada, com sensor para proteção magnética (instantânea) ajustável de 5 a 12 vezes sua corrente nominal.

Os contadores deverão ser adequados à partida de motores de indução trifásicos e deverão suportar uma queda de tensão nominal de 30% sem desligamento.

A capacidade de interrupção padrão para o CCM de BT deverá ser de (Hold) kA.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **5 - CODIFICAÇÃO DE CORES**

#### **5.1 EQUIPAMENTOS**

Os equipamentos deverão ser pintados nas cores:

- Equipamentos localizados em subestações ou salas elétricas: Cinza Claro Munsell N6,5.
- Motores elétricos, serão conforme padrão do fabricante
- As caixas de comando locais, serão instaladas próximas aos motores, prevendo uma chave seletora de 3 posições:-
  - MANUAL , acionamento do motor no local
  - 0 , desligado
  - AUTOMÁTICO acionamento automático pelo supervisor, via PLC

A disposição dos painéis em seu interior da sala elétrica deverá ser tal que atenda as normas, quanto à segurança de manuseio e manutenção, no que se refere às distâncias mínimas entre painéis e entre estes e as paredes.

As salas deverão possuir no mínimo duas portas, com abertura para fora, que deverão ser utilizadas como rotas de fuga. As portas deverão ser do tipo corta-fogo, com alavanca de abertura rápida. Deverão ser adicionadas novas portas, caso o percurso de fuga ultrapasse 15 m.

### **6 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS**

#### **6.1 GERAL**

Os equipamentos elétricos instalados nas salas elétricas deverão possuir invólucros com grau de proteção IP-4X e quando instalados ao tempo IP-55.

Os instrumentos e botoeiras de comando deverão ter grau de proteção IP-65 (mínimo). Todos os motores deverão possuir invólucro com grau de proteção IPW-55. Na construção e instalação dos equipamentos elétricos, deve ser dada ênfase à segurança, como exigido pelas NRs do MT-10 e 22.

Nos painéis deverão ser previsto acesso seguro aos componentes, inclusive aos localizados na parte traseira, para efeito de medição de temperatura nas conexões.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

Casos particulares especialmente com a existência de projeto de geração própria deverão ser estudados em cada projeto.

A seção de entrada deverá possuir medição de tensão, corrente e fator de potência .

Os dispositivos de proteção e manobra dos motores deverão incluir disjuntores, contadores tripolares com bobinas para 120 Vca .

Forma construtiva 3b, conforme NBR IEC60439-1.

### **6.4 MOTORES ELÉTRICOS**

Os motores elétricos deverão seguir as recomendações das especificações gerais correspondentes.

As tensões de serviço padronizadas, exceto em casos específicos de projeto, serão as seguintes:

- Motores menores que 150 kW – 440 V - trifásicos – 60 Hz.

Os motores deverão ser de indução, assíncrono com rotor em gaiola de esquilo, salvo aplicação específica, com isolamento classe F, elevação de temperatura classe B e fator de serviço 1,0 mínimo (casos especiais a serem definidos na FD), aletados, grau de proteção IPW 54, quando não especificados de outra forma.

Os seguintes acessórios deverão ser previstos:

Resistência de aquecimento de parada com alimentação em 220 V, monofásica, para motores de BT com potências acima de 150 kW e motores de MT.

Os motores alimentados por inversores de frequência deverão ser fornecidos com características adequadas a este fim, atendendo aos requisitos das normas IEC.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7 - SISTEMAS DE ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

#### **7.1 ATERRAMENTO (GERAL)**

O sistema de aterramento será constituído de uma malha de aterramento geral.

O sistema de aterramento deve atender aos requisitos da NR-10, itens 10.3.4 e 10.3.6.

#### **7.2 SISTEMAS DE ATERRAMENTO**

Abrangendo toda a área da planta, deverá existir um sistema de aterramento geral e adequado, executando as seguintes funções:

- Garantia de segurança quanto às tensões de toque e passo máximas admissíveis pelo corpo humano.
- Limitação das sobrecorrentes sustentadas nas fases sãs na ocorrência de falta fase-terra, bem como sobre tensões transitórias devido à faltas para a terra através do arco intermitente, a níveis compatíveis com o isolamento dos equipamentos e que permitam satisfatória coordenação do isolamento.
- Garantia de um sistema de proteção contra falta fase-terra sensível, rápido e seletivo.
- Atender às características das cargas no que diz respeito às correntes de desequilíbrio, bem como à necessidade de continuidade de alimentação sob condições de falta fase-terra.

#### **Aterramento de Equipamentos e componentes do sistema elétrico com instalação fixa**

Deverão ser duplamente aterrados através de cabo isolado conectado ao cabo terra do bandejamento que terá o caminhamento desde o transformador até a carga, passando pelos painéis, como CCMs e QDs, e do condutor de aterramento de cobre, este interligado ao ponto mais próximo da malha geral de aterramento.

Os motores elétricos deverão ser aterrados através de dois condutores:

- “Condutor de Proteção”: constituído por um cabo isolado conectado ao cabo de terra do bandejamento do mesmo para o motor. O condutor de proteção acompanha os cabos principais dentro do eletroduto, a partir deste ponto até a caixa de ligações do motor;

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

- “Condutor de Aterramento”: constituído por um cabo de aço cobreado conectado no terminal de aterramento da carcaça do motor e no ponto mais próximo da malha de terra.

### **Aterramento de equipamentos eletrônicos e equipamentos sensíveis**

Deverão ser aterrados através de um sistema de equalização de potenciais obtido pelo uso de uma malha de aterramento especial (malha de referencia ou equalização), constituída de um reticulado de cabos de cobre ou chapas de cobre. Esta malha deverá ser interligada à malha geral de aterramento.

### **Aterramento de cabos de força**

Os cabos de força blindados, com comprimento até 900 m deverão ter a blindagem aterrada em um único ponto, do lado da fonte, ainda que alimentem equipamentos situados em áreas com malhas de aterramento distintas. Para comprimentos maiores, deverá ser feito estudo específico.

### **Aterramento de leitos para cabos, eletrodutos e calhas metálicas**

Os leitos deverão ser interligados nas junções e estas, os eletrodutos e calhas deverão ser interligados à malha geral de aterramento, nos dois extremos, ou, em grandes extensões, em intervalos de 50 m.

### **Aterramento de Edifícios**

Os edifícios deverão ter uma malha de aterramento externa e uma interna, ambas interligadas entre si à malha geral.

Os edifícios em estrutura metálica deverão ter suas colunas aterradas através de hastes, no mínimo, em 4 pontos distintos.

### **Aterramentos diversos**

Todos os portões, corrimãos, estruturas e demais peças metálicas fixas sujeitas à energização, ainda que accidental, deverão ser aterrados.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **Interligação de malhas de aterramento**

É desejável a interligação de todas as malhas, de forma a se evitar diferenças de potencial que coloquem em risco o ser humano e equipamentos.

Caso exista possibilidade de potenciais de risco, deve ser tomado o cuidado também com a interligação acidental, através de tubulações metálicas ou redes aéreas.

### **Recomendações para projeto da malha**

Procurar sempre utilizar um número reduzido de diferentes seções de condutores para aterrar equipamentos. Na malha deverão ser projetadas hastes nos seguintes locais:

- Cantos das malhas em torno das instalações.
- Próximo às instalações de resistores de aterramento.
- Nos cabos de descida dos pára-raios.
- Nos cabos de descida do sistema de proteção contra descargas atmosféricas.
- Pontos de aterramento de equipamentos de manobra de alta tensão.
- Ao longo da periferia da malha geral, da periferia de anéis em torno das instalações e da periferia de cercas de fios metálicos em torno das instalações e subestações.

As conexões dos cabos de aterramento deverão ser projetadas da seguinte forma:

- As ligações dos cabos de aterramento às hastes de medição deverão ser executadas através de conectores aparafusados. As hastes de medição deverão ser protegidas por manilhas de concreto armado com tampas de concreto.
- As ligações dos cabos de aterramento à malha enterrada permanentemente ou embutidas deverão ser executadas através de solda exotérmica.
- As ligações dos cabos de aterramento de equipamentos aos mesmos deverão ser executadas com conectores aparafusados, exceto no caso de aterramento de estruturas metálicas fixas, onde deverá ser usada a solda exotérmica.
- As fundações das instalações poderão ser utilizadas como meio de redução da resistência de aterramento quando for mais viável técnica e economicamente.
- As hastes de aterramento serão do tipo “cooperweld” com  $\frac{3}{4}$ ”(19 mm) de diâmetro e 3 m de comprimento, no mínimo.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.3 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

O sistema a ser adotado dependerá da configuração das instalações e de estudo técnico econômico conforme NBR-5419, mas algumas recomendações gerais deverão ser obedecidas, ou seja:

Serão aplicados pára-raios tipo Franklin na proteção de estruturas altas e de pequena projeção horizontal, observando-se a necessidade de malhas intermediárias em estruturas com altura superior a 20 m.

Para proteção de edifícios, com cobertura não metálica, deverão ser previstas redes de captação aérea e condutores de descida.

As redes de captação do tipo gaiola de Faraday serão constituídas de cabos de cobre nu, cabo copperweld, de ferro galvanizado, ou alumínio, devidamente escolhidos em função da agressividade do ambiente, com seção mínima de 25 mm<sup>2</sup>.

A distância máxima entre cabos deverá ser de 15 m, formando uma rede articulada, com os cabos fixados no telhado, de acordo com os detalhes técnicos.

Em edifícios e tanques metálicos, onde a espessura da cobertura for tal que não permita a penetração em caso de descargas atmosféricas, como definido na NBR-5419, pode-se dispensar a rede captação aérea, bastando aterrar as colunas metálicas, com o cuidado de assegurar a continuidade da cobertura e sua interligação com as colunas metálicas.

O número de descidas será definido segundo a NBR-5419, com mínimo de duas.

Os cabos de descida deverão ficar afastados de locais de estacionamento ou circulação contínua de pessoas.

Os condutores de descida deverão ser projetados com o menor comprimento possível, evitando-se ângulos e posições que facilitem arcos laterais. "Deverão ser conectados a uma haste de copperweld, diâmetro 3/4" e comprimento mínimo de 3 m e esta interligada à malha geral.

## **8 - CABOS ELÉTRICOS**

### **8.1 ALIMENTADORES DE 440 V**

Deverão ser utilizados cabos com isolamento EPR ou do tipo Sintenax para 0,6 /1kV e capa em PVC, com encordoamento classe 5. Os cabos deverão ser com condutores de cobre, baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, não propagante de chama, e classe de elevação de temperatura igual a 90°C, em regime contínuo.



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

Os cabos deverão possuir condutor de cobre, tipo antichama, bitola mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>, tetrapolares até 35 mm<sup>2</sup> e singelos acima desta bitola. Para os cabos de potência, de seção acima de 35 mm<sup>2</sup> deve ser previsto terminal de compressão com dois furos para fixação nos barramentos.

### **8.2 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO**

Para instalação em locais úmidos, e em rede de dutos, subterrâneos deverão ser utilizados cabos de cobre com isolamento para 1 kV e capa em PVC, com encordoamento classe 5, elevação de temperatura 70°C, bitola mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>, singelos.

Para instalação em locais secos, deverão ser utilizados cabos de cobre com isolamento e capa em PVC, para 750V, e demais características conforme item anterior.

Os condutores de iluminação deverão ter bitola mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> e deverão ser padronizados nas cores:

- Fases: R-preto; S-branco e T-vermelho.
- Neutro: azul.
- Condutor de aterramento: verde
- Retorno: cinza.

### **8.3 SISTEMA DE CONTROLE**

Deverão ser utilizados cabos múltiplos com isolamento para 1 kV e capa em PVC, com condutores de cobre, com encordoamento classe 5, identificação dos condutores através de sistema numérico e bitola mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Os circuitos elétricos com finalidades diferentes, tais como: comunicação, sinalização, controle e tração elétrica devem ser identificados e instalados separadamente, conforme NR-10, item 10.3.3.1.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **8.4 ATERRAMENTO**

Condutores de aterramento deverão ser em cobre nu, ou copperweld, conforme normas NBR-6524 com formação a 7 fios, têmpera meio dura, para seções até 35 mm<sup>2</sup> e formação a 19 fios, têmpera meio dura, para seções de 50 a 70 mm<sup>2</sup>.

### **8.5 CONDUTORES DE PROTEÇÃO**

Deverão ser utilizados cabos com condutor de cobre encordoamento classe 2, singelos, isolamento em PVC na cor verde, 750 V, conforme NBR-7288, temperatura máxima de 70°C em regime contínuo. As seções deverão estar de acordo com a NBR-5410 sendo que para BT, seções inferiores a 70 mm<sup>2</sup> serão utilizados cabos tetra polares, conforme indicado anteriormente, que incluem o cabo de proteção.

### **8.6 DIMENSIONAMENTOS DE CONDUTORES**

Todos os condutores deverão ser dimensionados utilizando-se os critérios estabelecidos na NBR-5410 para BT e NBR-14039 para MT.

## **9 - CONDUTOS PARA CABOS ELÉTRICOS**

### **9.1 GERAL**

Será utilizada rede de dutos subterrâneos, para a distribuição dos cabos de interligação entre as áreas.

Nos casos excepcionais, devidamente aprovados pela ADASA e obedecendo as Normas NBR-5410 e 14039 deverão ser tomados os seguintes cuidados dentre outros:

- Os cabos devem ser protegidos contra as deteriorações causadas por movimentação de terra, contato com corpos duros, choques de ferramentas em caso de escavações, bem como contra a umidade e ações químicas causadas pelos elementos do solo.
- Como prevenção contra os efeitos de movimentação de terra, os cabos devem ser instalados, em terreno normal, pelo menos a 0,90 m da superfície do solo. Essa profundidade deve ser aumentada para 1,20 m na travessia de vias acessíveis a veículos numa zona de 0,50 m de largura, de um lado e de outros destas vias. Essas

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

profundidades podem ser reduzidas em terreno rochoso ou quando os cabos estiverem protegidos, por exemplo, por eletrodutos que suportem sem danos as influências externas a que possam ser submetidos.

- Qualquer linha enterrada deve ser continuamente sinalizada por um elemento de advertência (por exemplo, fita colorida), não sujeito a deterioração, situado no mínimo a 0,10 m acima dela.
- Os eletrodutos galvanizados devem ser aterrados, em uma das extremidades, através de buchas com terminal de aterramento.

### **9.2 LEITOS PARA CABOS**

Os leitos para cabos deverão ser do tipo pesados (função da aplicação interna ou externa), ventilados, com abas externas, fabricados em aço e galvanizados a fogo, comprimento 3 m, altura 100 mm e larguras padronizadas de 200, 400, 600 e 800 mm.

Deverão ser utilizados em locais secos e preferencialmente abrigados.

Deverão ser previstos leitos separados para cabos de 440 V, controle (120 Vca), instrumentação (4-20 mA) e fibra ótica, conforme NR-10, item 10.3.3.1.

Quando os cabos de instrumentação e de controle estiverem instalados no mesmo leito, deverão ser separados por chapas de aço galvanizado (septo divisor).

Fibras óticas e cabos conduzindo sinais de 4-20 mA poderão ser instalados no mesmo leito.

Nos projetos deverá ser previsto taxa de ocupação máxima de 80% dos leitos.

### **9.3 ELETRODUTOS**

- Rede de dutos subterrâneos – Dutos em PVC corrugado, tipo “Kanalex” ou aço galvanizado, pesado, com costura removida.
- Instalação aparente e embutida – Eletrodutos em aço galvanizado bitola mínima “ $\frac{3}{4}$ ”, tipo pesado, ou, em locais com presença de atmosfera corrosiva, rígidos de PVC. Os eletrodutos galvanizados, em envelopes ou enterrados, devem ser providos de buchas com terminal de aterramento.
- Ligação de eletrodutos rígidos e caixas de passagem à caixas de terminais de motores e aos dispositivos de instrumentação e controle – Eletroduto metálico flexível recoberto de PVC.
- Os eletrodutos e as conexões deverão ser fornecidos com rosca gás para conexão com luvas.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

- Deverão ser utilizados eletrodutos separados para:
  - Cabos de força: 440 V.
  - Cabos de iluminação: 220V / 127 V.
  - Cabos de instrumentação: 120 Vca / e 24 Vcc 4-20 mA.
  - Cabos de comunicação e fibras óticas.

A suportação não deverá exceder a 2 m e o uso de curvas de 90° limitado ao máximo de duas entre caixas de passagem.

### **9.4 TOMADAS DE USO GERAL**

A alimentação deverá ser através de disjuntor de proteção residual, 30 mA.

As tomadas deverão ser distribuídas de modo que seja possível utilizar aparelhos elétricos portáteis que tenham cabos de até 15 m de comprimento.

Os circuitos para alimentação de tomadas deverão ser independentes e alimentar no máximo 5 unidades.

## **10 - ILUMINAÇÃO**

O sistema de iluminação deverá ser constituído por transformador de 440-220V/127V, quadro e painel de iluminação.

### **10.1 NÍVEIS DE ILUMINAMENTO**

Os níveis médios de iluminamento deverão obedecer a tabela 14.1 abaixo:

| <b>LOCAL</b>                               | <b>LUX</b> |
|--------------------------------------------|------------|
| Recepção                                   | 300        |
| Salas de equipamentos elétricos            | 500        |
| Baias de transformadores                   | 250        |
| Sala de controle                           | 500        |
| Pátios                                     | 50         |
| Passarelas, escadas, galerias e corredores | 150        |
| Piso técnico                               | 250        |
| Escritórios, Biblioteca, Sala de Estudo    | 500        |
| Áreas externas                             | 30         |
| Apoio laboratório                          | 500        |
| Banheiro                                   | 250        |

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **10.2 TIPOS DE LÂMPADAS E REATORES**

São os seguintes os padronizados:

- Fluorescentes compactas, tipo PL, base E-27, 15-23 W/220 V.
- Halogenas, tipo par, base E27, 35W, 50W, 75W e 90W.
- Vapor de sódio de alta pressão, de bulbo ovóide, de potências 70 W, 100 W, 150 W, 250 W e 400 W e bulbo tubular de potência 400 W, 700 W e 1000 W, em 220 V.
- Reatores de alto fator de potência menor que 0,95
- Fluorescente tubular, extra luz do dia, 16W, 18W, 32W, 40W, 54 W ou 58 W, base bipino.
- Obs.:na ocasião do projeto detalhado, poderemos ter alterações nestas potências em função da adequação dos tipos das luminárias aos diversos ambientes.

As lâmpadas deverão ser utilizadas nas seguintes aplicações:

- Iluminação externa: lâmpadas a vapor de sódio ou vapor metálico.
- Iluminação de salas elétricas, sala de controle e escritórios: lâmpadas fluorescentes.
- Iluminação de pequenos ambientes, como por exemplo, banheiros: lâmpadas fluorescentes compactas.
- Iluminação das áreas produtivas: lâmpadas fluorescentes ou vapor metálico, dependendo da aplicação e altura de montagem da luminária.

### **10.3 TIPOS DE LUMINÁRIAS**

As luminárias de potência iguais ou superiores a 150 W devem ser providas de plug para facilitar retirada para manutenção e deverão ser dos tipos:

- Para lâmpadas de vapor de sódio, ou vapor metálico, corpo em alumínio fundido com reator incorporado, grade proteção, globo de vidro e refletor. Serão aplicadas em áreas industriais de processo, sendo basicamente dos tipos pendente ou arandela.
- Para lâmpadas fluorescentes tubular, com refletor em alumínio anodizado de alta refletância. Para áreas internas as luminárias serão abertas e para áreas externas fechadas em acrílico.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

- Para lâmpadas de vapor de sódio, ou vapor metálico, com corpo em alumínio fundido, refletor em alumínio anodizado e vidro plano.
- Do tipo plafon, com globo de vidro serão aplicadas com lâmpadas fluorescentes compactas.

### **10.4 LUMINÁRIAS ESPECIAIS**

Deverá consistir na instalação de luminárias com lâmpadas vapor metálico em máquinas operatrizes girantes, como torno, fresa, furadeira etc, de modo a evitar o efeito estroboscópico, sendo que estas luminárias deverão ser fornecidas com a máquina.

Locais onde a distribuição para iluminação de arruamento for subterrânea, as derivações para alimentação das luminárias serão executadas no interior das caixas de passagem.

O condutor desta derivação até a luminária deverá ser de mesma seção do condutor do circuito principal e a conexão se fará com conectores tipo parafuso fendido, isolados com fitas adesivas plásticas e fita auto-fusão.

Não deverá ser utilizada a instalação de tomadas de piso.

Deverá ser evitada no projeto a provisão de luminárias pendentes sobre equipamentos que operam continuamente.

Em instalações como salas elétricas, galpões, etc, onde não haja presença de poeira deverão ser utilizados perfilados para distribuição dos circuitos. As luminárias deverão ser ligadas através de tomadas, de forma a facilitar a sua retirada para manutenção e reposição sem a necessidade de uso de ferramentas e execução de emendas.

Em áreas de processo com presença de poeira em suspensão e locais sujeitos a intempéries a distribuição dos circuitos deverá ser através de eletrodutos de aço galvanizado a fogo, do tipo pesado e todas as derivações em caixas de passagem do tipo condutele.

## **11 - SISTEMA DE EMERGÊNCIA**

### **11.1 ILUMINAÇÕES DE EMERGÊNCIA**

Deverá ser prevista iluminação de emergência, com nível de iluminamento adequado, nos locais de trânsito de pessoas e onde a falta de iluminação seja crítica, como em salas elétricas e de controle, portas de acesso, escadas, refeitório, corredores etc.

A instalação deverá atender as exigências da NR-10, NR-22 e NR-23 onde aplicável.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

O sistema deverá ter funcionamento automático e autonomia superior a duas horas de funcionamento, com perda máxima de 10% de sua luminosidade inicial de projeto.

Para sinalização de saídas, deverão ser utilizadas unidades autônomas, instaladas em cada uma das portas de saída.

Deverá ser utilizado sistema de iluminação de emergência do tipo unidade autônoma, constituído por bateria recarregável de 17 Ah, carregador de baterias, refletor com posição ajustável, equipado com duas lâmpadas halógenas de 55 W.

As luminárias deverão ser posicionadas de forma que não impeçam, por ofuscamento ou iluminação desfavorável, a inspeção de área ou atuação de equipes de salvamento.

Deverá ser utilizado módulo de emergência nas luminárias fluorescentes.

### **12 - CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA**

A correção do fator de potência deverá ser feita de preferência na barra de baixa tensão da subestação através de capacitores, devendo as características do banco de capacitores serem selecionadas, de modo a afastar a possibilidade de ocorrência de ressonância harmônica e/ou distorções harmônicas de tensão excessivas.

Para o projeto em questão será utilizado um banco de capacitores automático em 440V, para correção do fator de potência em 0,92.

### **13 - DISPOSITIVOS ELÉTRICOS DE SEGURANÇA PESSOAL**

Além de dispositivos citados nos itens anteriores, deverão ser previstos adicionais relativos à segurança pessoal conforme descrito na NBR-5410.

#### **13.1 PROTEÇÃO CONTRA FUGA PARA TERRA (DR)**

Todos os circuitos de tomadas de 220V (fase + fase + terra) e 127V (fase + neutro + terra), de qualquer edifício, escritório, áreas industriais e das oficinas em particular, deverão possuir dispositivo de fuga a terra (DR – diferencial residual), conforme descrito na norma. Estes dispositivos deverão ser para corrente de fuga de 30 mA.

O gerador deverá ser próprio para alimentação de todas cargas em regime de emergência.

**AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

**14 - SISTEMA DE COMUNICAÇÃO E INFORMÁTICA**

O sistema de comunicação e informática deverá ser adequado para as necessidades, devendo ser deixada somente a infra estrutura para o mesmo (Tubulação seca).



**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA  
CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES**

**Estação de Pré-Tratamento de Chorume**

**AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

**ÍNDICE**

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 1. OBJETIVO.....                                         | 3  |
| 2. NORMAS APLICÁVEIS .....                               | 3  |
| 3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS .....                      | 3  |
| 4. ESCOPO DE FORNECIMENTO .....                          | 4  |
| 5. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA .....                      | 4  |
| 6. CARACTERÍSTICAS CONTRUTIVAS .....                     | 5  |
| 7. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS .....                       | 6  |
| 8. COMPOSIÇÃO DO PAINEL.....                             | 8  |
| 9. IDENTIFICAÇÃO .....                                   | 8  |
| 10. INSPEÇÃO (QUANDO APLICÁVEL) .....                    | 9  |
| 11. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA A SER FORNECIDA .....           | 10 |
| 12. PRAZO DE ENTREGA.....                                | 10 |
| 13. GARANTIA .....                                       | 10 |
| 14. LISTA DE SOBRESSALENTES.....                         | 10 |
| 15. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DESTE FORNECIMENTO ..... | 11 |
| 16. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....                       | 11 |

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **1. OBJETIVO**

A presente especificação tem por finalidade descrever as características gerais para o fornecimento de CCMs (Centro de Controle de Motores) em 440 V, para o Projeto Estação de Pré-tratamento de Chorume da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF), na Região Administrativa de Samambaia – DF (Aterro de Brasília) - Brasil.

### **2. NORMAS APLICÁVEIS**

Os **CCMs** deverão ser projetados, construídos e testados segundo as seguintes normas:

| <b>ABNT/IEC</b> | <b>Associação Brasileira de Normas Técnicas</b>           |
|-----------------|-----------------------------------------------------------|
| NBR 5410        | Instalação Elétrica de Baixa Tensão – última revisão      |
| NBR 6146        | Graus de Proteção Providos pôr Invólucros – Especificação |
| NBR IEC 60439-1 | Conjuntos de Manobra e Controle de baixa Tensão /2003     |
| IEC-60439-1     | Conjuntos de Manobra e Controle de baixa Tensão /1999     |
| IEC-529         | Graus de Proteção Providos pôr Invólucros – Especificação |
| IEC-947-1       | Coordenação das partidas de motores                       |
| NR-10           | Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade       |

### **3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS**

#### **3.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Altitude em relação ao nível do mar: | Paroximadamente 1000m |
| Clima:                               | Tropical              |
| Temperatura máxima de projeto:       | 40° C                 |
| Área:                                | Não classificada      |

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **4. ESCOPO DE FORNECIMENTO**

Compreende o fornecimento completo dos CCMs de Baixa Tensão utilização em 440 Volts, para alimentação de cargas diversas.

O Painei será com **gavetas extraíveis, compartimentação 3b.**

Os cubículos para inversores e chaves soft-starters serão fixos, **compartimentação 3b.**

Quaisquer desvios e/ou adições à presente especificação, deverão ser apresentadas e justificadas por ocasião da proposta.

Serão aceitas alternativas técnicas, desde que as mesmas sejam justificáveis economicamente e/ou tecnicamente.

O fornecimento do **CCM** incluirá:

- Projeto Construtivo,
- Detalhamento dos diagramas de circuitos,
- Ligações internas e cablagem.
- Equipamentos de manobra e proteções em geral, conforme marcas e tipos especificados nos desenhos de referência.
- Demais materiais complementares que sejam necessários.
- Montagem Eletromecânica (Fabricação do mesmo).
- Testes e inspeção conforme folha de dados anexo a esta especificação
- Embalagem e transporte.

### **5. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA**

Para a cotação de fornecimento para do Painei deverá ser utilizados, além desta especificação, os seguintes documentos, relacionados na FD.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **6. CARACTERÍSTICAS CONTRUTIVAS**

- 6.1** O Painel deverá ser projetado e construído para instalações abrigadas, na forma de construção (compartimentada, 3B) (NBR/IEC – 60439-1).
- 6.2** Os invólucros deverão seguir o grau de proteção mínimo IP 54 (ABNT).
- 6.3** As dimensões do painel, o fabricante deve apresentar sua proposição juntamente com a proposta, devendo estar adequadas às dimensões apresentadas nas folhas de dados.
- 6.4** Cor padrão Munsell , N6,5 (cinza), interno e externo: e placas de montagem: Laranja, RAL-2000
- 6.5** A armação estrutural deverá ser suficientemente rígida para suportar todas as forças normais de operação, de falta ou curto circuito, de manuseio e de transporte, sem deformação, desalinhamento ou dano. Deverá ser dada a devida consideração para esforços resultantes de embarque por caminhão em estradas ruins, carga e descarga. Partes removíveis do conjunto não serão usadas para obter a rigidez especificada.
- 6.6** O painel deverá ter acesso frontal, para operação e manutenção.
- 6.7** As bases dos quadros deverão ser suficientemente reforçadas de modo a permitirem seus deslocamentos sobre roletes por ocasião da montagem. Deverão ser providas de furos para fixação por parafusos, os quais deverão ser fornecidos juntamente com os quadros.
- 6.8** Deverão ser previstas aberturas nas partes inferiores dos quadros de modo a proporcionar ventilação adequada. As aberturas serão providas de tela de metal não oxidável e filtros tais que impeçam a entrada de insetos e poeira (quando aplicável e sem comprometer o grau de proteção do painel).
- 6.9** Os equipamentos a serem instalados no quadro deverão ser rigorosamente testados e inspecionados, antes e após a montagem, assegurando-se o seu perfeito funcionamento.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

- 6.10** Os barramentos de saída e partes “vivas” devem ser protegidos contra toque, por meio de placas de Policarbonato translúcido espessura de 4,0 mm. Estas placas devem prover um sistema de fixação que permita a sua remoção com segurança, sem uso de ferramentas.
  
- 6.11** Os quadros deverão ser construídos de modo a permitir futuras ampliações pela justaposição de novas colunas em suas extremidades. Os barramentos deverão ter furações para prolongamento dos mesmos.
  
- 6.12** Os quadros deverão ser projetos levando em conta que a manutenção seja feita pela parte frontal dos mesmos, sendo necessário o acesso aos barramentos pela parte posterior, para eventuais inspeções e medições.
  
- 6.13** O Compartimento de proteção, medição e auxiliares deverá ser completamente isolado do compartimento dos barramentos, e deverá ser acessível para inspeção e manutenção com o Painel energizado.
  
- 6.14** As gavetas de saídas serão fixas e os acionamentos dos disjuntores deverão ter manopla externo rotativo, com dispositivo de bloqueio a cadeado. Devem ser previstos contatos auxiliares, disponíveis a borne dos mesmos.
  
- 6.15** Deverá ser adotada a coordenação tipo 2 (IEC)

## **7. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS**

### **7.1 SISTEMA ELÉTRICO/PAINEL**

|                                                        |                  |
|--------------------------------------------------------|------------------|
| Tensão nominal de operação                             | 440 VCA          |
| Tensão nominal de isolamento                           | 600 V            |
| Frequência                                             | 60 Hz            |
| Fases                                                  | 3+pe             |
| Corrente de curto circuito (Sim.1 seg. IK)             | 30 kA            |
| Corrente de curto circuito (Dinâmica de Crista - IK”). | 45 kA            |
| Tensão de Comando ( contatores)                        | 110 Vca          |
| Tensão para auxiliares                                 | 110 Vca          |
| Tensão para Medição                                    | 115 Vca -por TPs |

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.2 BARRAMENTOS**

Conforme Folha de Dados do Fabricante

### **7.3 FIAÇÃO E CABLAGEM**

Os condutores utilizados serão de cobre com capa termoplástica não propagante de chama e isolamento para 750 V, para os circuitos de controle e medição, nas seguintes cores e bitolas mínimas:

| <b>SISTEMA</b>               | <b>COR DO ISOLAMENTO</b> | <b># MÍNIMA</b>     |
|------------------------------|--------------------------|---------------------|
| FORÇA (440 VCA)              | PRETA                    | 4,0 mm <sup>2</sup> |
| SINAL DE CORRENTE (Proteção) | VERMELHA                 | 2,5 mm <sup>2</sup> |
| SINAL DE TENSÃO (Proteção)   | PRETA                    | 1,5 mm <sup>2</sup> |
| COMANDO -FASE                | VERMELHO                 | 1,5 mm <sup>2</sup> |
| COMANDO -NEUTRO              | AZUL CLARO               | 1,5 mm <sup>2</sup> |
| POSITIVO (+)                 | BRANCO                   | 1,0 mm <sup>2</sup> |
| NEGATIVO (-)                 | PRETA                    | 1,0 mm <sup>2</sup> |
| FIAÇÃO DE COMANDO            | CINZA                    | 1,0 mm <sup>2</sup> |
| TERRA                        | VERDE                    | 1,5 mm <sup>2</sup> |
| MÓDULOS DE I/O               | Cinza                    | 0,5 mm <sup>2</sup> |

Os condutores de comando e medição deverão ter a capa externa conforme tabela acima, devendo as extremidades ser identificadas com anilhas numeradas.

Todos os fios de ligações internas deverão ser alojados em calhas plásticas com tampas desmontáveis nos trechos fixos.

No caso de haver necessidade de separação das colunas, para transporte deverão ser consideradas régua de borne de interligação entre as partes separáveis.

Todos os blocos terminais deverão ser do tipo aperto mecânico com uma capacidade mínima de 20 A, e sempre que for possível deixar reserva 20 %.

Os blocos terminais deverão ser de melanina ou outro material não higroscópico, não sendo aceitáveis os bornes tipo duplos e triplos, a não ser em situações especiais, acordadas e aprovadas pela ADASA

Todas as interligações entre colunas e todas as ligações de aparelhos deverão ser feitas através de régua de bornes.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **7.4 SISTEMA DE COMANDO E OPERAÇÃO**

Os diagramas típicos deverão ser detalhados pelo fornecedor

Os equipamentos extraíveis deverão ter uma posição de teste para verificar a operação dos equipamentos e dos circuitos de comando sem interferir nas ligações de potência.

Todos os contatos auxiliares, dos disjuntores, de aparelhos de medição e outros eventuais, deverão ser conectados diretamente à régua de bornes.

### **8. COMPOSIÇÃO DO PAINEL**

- A composição do painel será, **conforme estabelecido nas Listas de Cargas e Consumidores.**
- O Fornecedor deverá considerar o arranjo das colunas conforme pré estabelecido no diagrama unifilar, tendo em vista as seguintes premissas:
- **Coluna C01**= Entrada de cabos, disjuntor geral e medição – Esta coluna poderá ficar no lado direito ou esquerdo do painel
- **Coluna C02...**= As colunas seguintes serão para inversores e chaves soft starters, típicos (VFD e SMC)
- **Coluna C03...**= As colunas seguintes são destinadas as demais unidades funcionais, dispostas na ordem pré estabelecida no diagrama unifilar.

### **9. IDENTIFICAÇÃO**

#### **9.1 IDENTIFICAÇÃO DE CONDUTORES**

a) Todos os condutores deverão ser dotados de anéis ou etiquetas de identificação em ambas as extremidades. Os tipos de anéis ou etiquetas e o critério de numeração dos condutores deverão ser submetidos à aprovação da ADASA.

b) Cada condutor em cada circuito de controle/força deverá ser designado pelo número do componente e do borne de destino.



## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **9.2 PLAQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO**

- a) Os quadros deverão ter uma placa de identificação principal, colocada no canto superior esquerdo do mesmo.
- b) Cada dispositivo de controle deverá ter uma plaqueta disposta na fachada do quadro sobre o acionamento do dispositivo.
- c) As plaquetas de identificação serão executadas em plástico laminado com fundo preto e letras brancas, nas dimensões conforme padrão anexo a esta especificação.
- d) Os dizeres e numeração, a serem gravados nas placas, serão aprovados pela ADASA em cada caso.
- e) As placas serão fixadas pôr meio de parafusos. Fixação com adesivos não será aceita.
- f) A placa principal de identificação do quadro deve informar a área, o tag do quadro e o numero do diagrama elétrico.

### **10. INSPEÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)**

Os quadros deverão ser submetidos às seguintes verificações e ensaios durante a sua fabricação, e antes da sua liberação para o embarque na presença do comprador ou seu delegado:

- Verificação visual qualitativa e quantitativa;
- Verificação das características elétricas;
- Verificação dimensional;
- Ensaio de funcionamento com tensão de controle;
- Ensaios de isolamento das ligações internas e dos barramentos;
- Ensaio com tensão aplicada à frequência industrial.

Todas as verificações deverão ser baseadas na especificação, em desenhos, listas e demais documentos certificados.

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **11. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA A SER FORNECIDA**

Serão exigidos documentos técnicos conforme listagem a seguir:

| <b>Item</b> | <b>Tipo de documento</b>                        | <b>Proposta</b> | <b>P/ Coment</b> | <b>Definitivo</b> |
|-------------|-------------------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| 1           | Lay-out orientativo – dimensionais              | 01              |                  |                   |
| 2           | Lista/Especificação de componentes equipamentos | 01              |                  |                   |
| 3           | Lista de sobressalentes p/ 2 anos de operação   | 01              |                  |                   |
| 4           | Especificações técnicas completas               | 01              |                  |                   |
| 6           | Diagramas unilares/trifilares/ funcionais       |                 | 01               | 02                |
| 7           | Lista de componentes                            |                 | 01               | 02                |
| 8           | Desenhos de lay-out interno e externo - cortes  |                 | 01               | 02                |
| 9           | Catálogos e manuais dos relés e medidores       |                 | 01               | 02                |
| 10          | Catálogos e manuais dos disjuntores             |                 | 01               | 02                |
| 11          | Manual de operação e manutenção                 |                 |                  | 02                |

### **12. PRAZO DE ENTREGA**

O fabricante deverá fornecer o prazo de entrega destes quadros na sua proposta, juntamente com o cronograma de fabricação, destacando os principais eventos.

### **13. GARANTIA**

O fabricante deverá garantir reparar e/ou substituir, sob suas expensas, todo material em que forem constatados defeitos de fabricação dentro de 24 meses a partir do início de seu funcionamento.

### **14. LISTA DE SOBRESSALENTES**

O fabricante deverá apresentar uma lista de peças sobressalentes para um período de operação de 2 (dois) anos, contendo preços unitários para cada quadro.

**AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

**15. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DESTE FORNECIMENTO**

A coluna de entrada destes CCMs poderá ter um disjuntor tripolar sob carga.

**16. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

Folhas de Dados.

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA  
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO E  
TOMADAS**

**Estação de Pré-Tratamento de Chorume**

**AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

**ÍNDICE**

|                                            |   |
|--------------------------------------------|---|
| OBJETIVO.....                              | 3 |
| UNIDADES A SEREM FORNECIDAS: .....         | 3 |
| CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PRINCIPAIS:..... | 3 |
| CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS: .....        | 3 |
| ENSAIOS .....                              | 4 |
| DOCUMENTAÇÃO.....                          | 4 |
| DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....              | 4 |

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **OBJETIVO**

Esta especificação estabelece os requisitos para o fornecimento de Quadro de Distribuição de Iluminação e Tomadas, para o Projeto Estação de Pré-tratamento de Chorume da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF), na Região Administrativa de Samambaia – DF (Aterro de Brasília) - Brasil.

### **UNIDADES A SEREM FORNECIDAS:**

Todos os disjuntores de entradas e saídas deverão estar de acordo com os Diagramas Elétricos anexos. Estes disjuntores poderão ser das seguintes fabricantes: **ABB; SIEMENS; SCHNEIDER.**

**NOTA:** Os diagramas elétricos anexos estão baseados em disjuntores de fabricação SCHNEIDER.

### **CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PRINCIPAIS:**

|                                                                |         |
|----------------------------------------------------------------|---------|
| Tensão nominal:                                                | 220VAC  |
| Tensão suportável nominal à frequência industrial – 1min/60Hz: | 1 kV    |
| Corrente de curto-circuito monofásico:                         | 10 kA   |
| Tensão fase / neutro                                           | 127 VAC |

### **CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS:**

Grau de Proteção: ABNT IP-54

Fixação de parede; acesso frontal com porta aterrada;

Entrada e saída de força e comando pela parte inferior por cabos, com flanges e prensa cabos.

Barramento de cobre com juntas prateadas, pintado no padrão ABNT.

Plaquetas de identificação em acrílico, aparafusadas, cor de fundo preto e letras brancas.

Pintura do quadro:

Externa, interna e espelho: Cinza claro – Munsell N 6,5

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **ENSAIOS**

O Quadro de distribuição deverá ser submetidos aos ensaios de rotina, relacionados abaixo, conforme Norma ABNT.

Ensaio de tensão aplicada à frequência industrial;

Ensaio de tensão aplicada nos circuitos de controle auxiliares; Ensaio mecânico de operação;

Ensaio de sequência e verificação da fiação (deverá incluir uma verificação completa, ponto por ponto da continuidade dos condutores, baseada nos últimos diagramas aprovados, de forma a assegurar que estes são a representação exata da fiação dos Quadros);

Teste dos auxiliares;

Polaridade dos transformadores de instrumentos.

### **DOCUMENTAÇÃO**

Manual de Instruções incluído:

Cópia de todos os desenhos certificados.

Procedimento para instalação, manutenção e posta em marcha. Lista de peças sobressalentes recomendadas.

Relatório de testes certificados dos componentes e dos Quadros. Manuais de instrução de todos os componentes, materiais e acessórios.

### **DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

- Folha de Dados – Quadro de Distrib De iluminação e Tomadas –

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA  
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL**

**Estação de Pré-Tratamento de Chorume**



**AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

**ÍNDICE**

|                                            |   |
|--------------------------------------------|---|
| OBJETIVO.....                              | 3 |
| ESCOPO DO FORNECIMENTO .....               | 3 |
| CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PRINCIPAIS:..... | 3 |
| CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS: .....        | 3 |
| ENSAIOS .....                              | 4 |
| DOCUMENTAÇÃO.....                          | 4 |
| DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....              | 4 |
| REFERÊNCIA DE FABRICANTE .....             | 4 |

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **OBJETIVO**

Esta especificação estabelece os requisitos para o fornecimento de 1 (um) painel de automação com CLP, para o Projeto Estação de Pré-tratamento de Chorume da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF), na Região Administrativa de Samambaia – DF (Aterro de Brasília) - Brasil.

### **ESCOPO DO FORNECIMENTO**

Compreende o fornecimento completo do painel de automação completamente montado e interligado, com todos os equipamentos necessários para seu perfeito funcionamento.

### **CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PRINCIPAIS**

|                                          |        |
|------------------------------------------|--------|
| Tensão nominal:                          | 120VAC |
| Tensão nominal de isolamento:            | 600 V  |
| Frequência:                              | 60 Hz  |
| Tensão de comando:                       | 120VAC |
| Tensão para eletrônica e de sinalização: | 24 Vcc |

### **CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS**

Grau de Proteção: ABNT IP-54

Painel autosustentável; acesso frontal com porta aterrada;

Entrada e saída dos cabos pela parte inferior do painel.

Plaquetas de identificação em acrílico, aparafusadas, cor de fundo preto e letras brancas.

Pintura do quadro:

Externa, interna e espelho: Cinza claro – Munsell N 6,5

## **AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.**

### **ENSAIOS**

O Painel CLP deverá ser submetido aos ensaios de rotina, relacionados abaixo, conforme Norma ABNT.

- Ensaio de tensão aplicada à frequência industrial;
- Ensaio de tensão aplicada nos circuitos, onde aplicável, curtocircuitando os equipamentos eletrônicos e de automação;
- Ensaio de sequência e verificação da fiação (deverá incluir uma verificação completa, ponto por ponto da continuidade dos condutores, baseada nos últimos diagramas aprovados, de forma a assegurar que estes são a representação exata da fiação do painel, simulando todas as entradas e saídas.

### **DOCUMENTAÇÃO**

Desenho Dimensional;  
Lista/Especificação de componentes – equipamentos;  
Diagrama de interligação;  
Manual de Operação e Manutenção;  
Catálogo dos equipamentos;  
Diagramas funcionais.

### **DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

- Lista de entradas e saídas

### **REFERÊNCIA DE FABRICANTE**

- Controlador Programável, com módulos de comunicação tipo Ethernet, tipo Controllogix da Rockwell ou similar.
- Modulos Flex I/O da Rockwell ou similar

## **LISTA DE MOTORES**

### **Estação de Pré-Tratamento de Chorume**



## LISTA DE MOTORES

**Projeto:** Estação Pré-tratamento chorume - CTRS-DF

**Doc.:** AC-0126-12-LI001

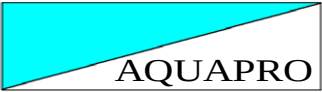
Rev.: B

[illegible]

## **LISTA DE INSTRUMENTOS**

### **Estação de Pré-Tratamento de Chorume**

|  |                    | <b>CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DISTRITO FEDERAL (CTRS-DF)</b><br><br><b>ESTAÇÃO DE PRÉ-TRATAMENTO DE CHORUME</b> |                                                               |     |                  | <b>LISTA DE INSTRUMENTOS - VAZÃO</b> |                  |                              |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----|------------------|--------------------------------------|------------------|------------------------------|----------|
|                                                                                   |                    |                                                                                                                                   |                                                               |     |                  | <b>Nº AQUAPRO</b>                    | AC-0126-12-LI002 | <b>REV.</b>                  | <b>B</b> |
| TAG<br>MALHA                                                                      | TAG<br>INSTRUMENTO | TIPO INSTRUMENTO                                                                                                                  | SERVIÇO                                                       | I/O | P&ID<br>COOP-PRO | STATUS                               | LOCAL            | OBSERVAÇÕES                  |          |
| FIQ-01                                                                            | FE-01              | Calha Parshall                                                                                                                    | Vazão de Chorume afluente à BC-01 A/B                         |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            |                              |          |
|                                                                                   | FIT-01             | Transm. Ultrassônico                                                                                                              |                                                               |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            |                              |          |
|                                                                                   | FIQ-01             | Totalizador de vazão                                                                                                              |                                                               |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | CLP              |                              |          |
| FIC-02                                                                            | FE-02              | Medidor Magnético                                                                                                                 | Vazão de Chorume no recalque das bombas B-03 A/B              |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            |                              |          |
|                                                                                   | FIT-02             | Transm. Ind. Vazão                                                                                                                |                                                               |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            |                              |          |
|                                                                                   | FIC-02             | Control. Ind. Vazão                                                                                                               |                                                               |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | CLP              |                              |          |
|                                                                                   | SC-MBD-03A/B       | Inv. de frequencia                                                                                                                |                                                               |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            | Bombas dosadoras BD-03 A/B   |          |
| FIQ-03                                                                            | FE-03              | Medidor Magnético                                                                                                                 | Vazão Efluente Pré Tratado enviado à ETE CAESB pelas B-04 A/B |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            |                              |          |
|                                                                                   | FIT-03             | Transm. Ind. Vazão                                                                                                                |                                                               |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            |                              |          |
|                                                                                   | FIQ-03             | Totalizador de vazão                                                                                                              |                                                               |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | CLP              |                              |          |
| FI-04                                                                             | FE-04              | Medidor Magnético                                                                                                                 | Ind. Vazão Chorume para Tubo Dissolvedor                      |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            | Saída tubo dissolvedor de ar |          |
|                                                                                   | FIT-04             | Transm. Ind. Vazão                                                                                                                |                                                               |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            |                              |          |
| FI-05                                                                             | FI-05              | Rotâmetro                                                                                                                         | Ind. Vazão Ar comprimido                                      |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                 | Campo            |                              |          |

| <br>Engenheiros Associados S/C Ltda. |                  | CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DISTRITO<br>FEDERAL (CTRS-DF) |                                       |     |                 | LISTA DE INSTRUMENTOS - NÍVEL |       |                                                   |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----|-----------------|-------------------------------|-------|---------------------------------------------------|--------|
|                                                                                                                       |                  |                                                                            |                                       |     |                 | Nº AQUAPRO                    |       | AC-0126-12-LI002                                  | REV. B |
| TAG MALHA                                                                                                             | TAG INSTRUMENTO  | TIPO INSTRUMENTO                                                           | SERVIÇO                               | I/O | P&ID COOP-PRO   | STATUS                        | LOCAL | OBSERVAÇÕES                                       |        |
| LI-01                                                                                                                 | LIT-01           | Transm. Nível                                                              | Controle de nível - TQ-01             |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | Campo | Tipo Ultrassom                                    |        |
|                                                                                                                       | LI-01            | Ind. Nível                                                                 |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   |                                                   |        |
|                                                                                                                       | LSH-01/ LAH-01   | Chave de nível alto                                                        |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme nível alto                                 |        |
|                                                                                                                       | LSL-01/ LAL-01   | Chave de nível baixo                                                       |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme nível baixo e desliga a bomba B-03 A/ B    |        |
| LIC-02                                                                                                                | LIT-02           | Transm. Nível                                                              | Controle de nível - TQ-02             |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | Campo | Tipo Ultrassom                                    |        |
|                                                                                                                       | LIC-02           | Controlador Ind. Nível                                                     |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   |                                                   |        |
|                                                                                                                       | SC-MB-02A/B      | Inversores de freq.                                                        |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | Campo | Controle vazão B-04A/ B                           |        |
|                                                                                                                       | LSL-02           | Chave de nível baixo                                                       |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Desliga a bomba B-04 A/ B                         |        |
|                                                                                                                       | LSH-02           | Chave de nível alto                                                        |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Liga a bomba B-04 A/ B                            |        |
|                                                                                                                       | LSHH-02/ LAHH-02 | Chave de nível + alto                                                      |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme de nível muito alto                        |        |
| LI-12                                                                                                                 | LIT-12           | Transm. Nível                                                              | Controle de nível no 1º poço do TQ-02 |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | Campo | Tipo Ultrassom                                    |        |
|                                                                                                                       | LI-12            | Ind. Nível                                                                 |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   |                                                   |        |
|                                                                                                                       | LSL-12/ LAL-12   | Chave de nível baixo                                                       |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme nível baixo e desliga a bomba B-06 A/ B    |        |
| LI-03                                                                                                                 | LIT-03           | Transm. Nível                                                              | Controle de nível - TQ-03             |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | Campo | Tipo Ultrassom                                    |        |
|                                                                                                                       | LI-03            | Ind. Nível                                                                 |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   |                                                   |        |
|                                                                                                                       | LSH-03           | Chave de nível alto                                                        |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Liga a bomba B-07 A/ B                            |        |
|                                                                                                                       | LSHH-03/ LAHH-03 | Chave de nível + alto                                                      |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme de nível muito alto                        |        |
|                                                                                                                       | LSL-03           | Chave de nível baixo                                                       |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Desliga a bomba B-07 A/ B                         |        |
|                                                                                                                       | LSLL-03/ LALL-03 | Chave de nível + baixo                                                     |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme de nível muito baixo                       |        |
| LS-13                                                                                                                 | LSHH-13          | Chave de nível + alto                                                      | Controle de nível - TQ-03             |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | Campo | Tipo bóia                                         |        |
|                                                                                                                       | LAHH-13          | Alarme nível + alto                                                        |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme de nível muito alto                        |        |
| LI-04                                                                                                                 | LIT-04           | Transm. Nível                                                              | Controle de nível - TQ-04             |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | Campo | Tipo Ultrassom                                    |        |
|                                                                                                                       | LI-04            | Indicador. Nível                                                           |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   |                                                   |        |
|                                                                                                                       | LSH-04/ LAH-04   | Chave de nível alto                                                        |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme de nível alto                              |        |
|                                                                                                                       | LSL-04/ LAL-04   | Chave de nível baixo                                                       |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme de nível baixo e desliga a bomba B-05 A/ B |        |
|                                                                                                                       | LSLL-04/ LALL-04 | Chave de nível + baixo                                                     |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme de nível muito baixo                       |        |
| LS-14                                                                                                                 | LSHH-14          | Chave de nível + alto                                                      | Controle de nível - TQ-04             |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | Campo | Tipo bóia                                         |        |
|                                                                                                                       | LAHH-14          | Alarme nível + alto                                                        |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme de nível muito alto                        |        |
| LI-05                                                                                                                 | LIT-05           | Transm. Nível                                                              | Controle de nível - TQ-05             |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | Campo | Tipo Ultrassom                                    |        |
|                                                                                                                       | LI-05            | Ind. Nível                                                                 |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   |                                                   |        |
|                                                                                                                       | LSL-05/ LAL-05   | Chave de nível baixo                                                       |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme nível baixo e desliga a bomba BD-01 A/ B   |        |
|                                                                                                                       | LSH-05/ LAH-05   | Chave de nível alto                                                        |                                       |     | AC-0126-12-P002 | Novo                          | CLP   | Alarme nível alto                                 |        |



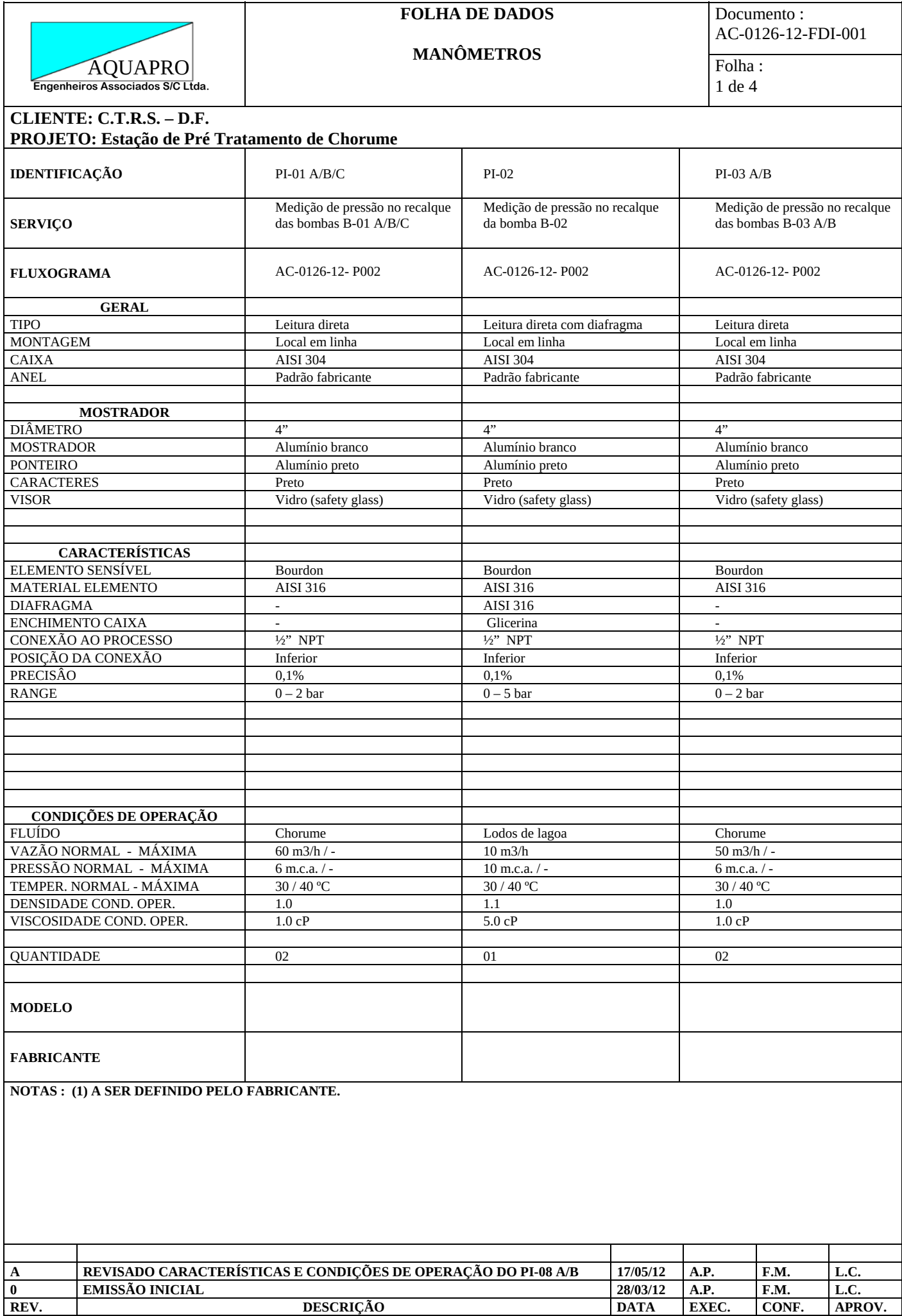
| TAG MALHA | TAG INSTRUMENTO  | TIPO INSTRUMENTO       | SERVIÇO                   | I/O | P&ID COOP-PRO   | STATUS | LOCAL | OBSERVAÇÕES                                     |
|-----------|------------------|------------------------|---------------------------|-----|-----------------|--------|-------|-------------------------------------------------|
| LS-15     | LSLL-15          | Chave de nível + baixo | Controle de nível - TQ-05 |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Tipo de pressão diferencial                     |
|           | LALL-15          | Alarme nível + baixo   |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Alarme de nível muito baixo                     |
| LI-06     | LIT-06           | Transmissor de nível   | Controle de Nível - TQ-06 |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Tipo Ultrassom                                  |
|           | LI-06            | Indicador de nível     |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   |                                                 |
|           | LSL-06/ LAL-06   | Chave de nível baixo   |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Alarme nível baixo e desliga a bomba BD-02 A/ B |
|           | LSH-06/ LAH-06   | Chave de nível alto    |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Alarme nível alto                               |
| LI-07     | LIT-07           | Transm. Nível          | Controle de nível - BC-02 |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Tipo Ultrassom                                  |
|           | LI-07            | Ind. Nivel             |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   |                                                 |
|           | LSL-07           | Chave de nível baixo   |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Desliga a bomba B-01 A/ B/ C                    |
|           | LSH-07           | Chave de nível alto    |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Liga a bomba B-01 A ou B                        |
|           | LSHH-07          | Chave de nível + alto  |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Liga a bomba B-01 B ou C                        |
|           | LSLL-07/ LALL-07 | Chave de nível ++ alto |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Alarme nível muito baixo                        |
| LS-17     | LSHHH-17         | Chave de nível ++ alto | Controle de nível - BC-02 |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Tipo bóia                                       |
|           | LAHHH-17         | Alarme nível ++ alto   |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Alarme nível muito muito alto                   |
| LS-08     | LSH-08/ LAH-08   | Chave de nível alto    | Controle de nível - TQ-07 |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Alarme nível baixo e desliga a bomba BD-03 A/ B |
|           | LSL-08/ LAL-08   | Chave de nível baixo   |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Alarme nível alto                               |
|           | LSLL-08/ LALL-08 | Chave nível + baixo    |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Alarme nível muito baixo                        |
| LI-09     | LIT-09           | Transmissor de nível   | Controle de Nível - TQ-09 |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Tipo Ultrassom                                  |
|           | LI-09            | Indicador de nível     |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   |                                                 |
|           | LSL-09/ LAL-09   | Chave de nível baixo   |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Alarme nível baixo                              |
|           | LSH-09/ LAH-09   | Chave de nível alto    |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | CLP   | Alarme nível alto                               |
| LS-10     | LSH-10/ LAH-10   | Chave de nível alto    | Controle de nível - TQ-10 |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Alarme nível baixo e desliga a bomba BD-04 A/ B |
|           | LSL-10/ LAL-10   | Chave de nível baixo   |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Alarme nível alto                               |
|           | LSLL-10/ LALL-10 | Chave nível + baixo    |                           |     | AC-0126-12-P002 | Novo   | Campo | Alarme nível muito baixo                        |

|  |                    | <b>CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DISTRITO FEDERAL<br/>(CTRS-DF)</b><br><br><b>ESTAÇÃO DE PRÉ-TRATAMENTO DE CHORUME</b> |                                 |     |                  | <b>LISTA DE INSTRUMENTOS - PRESSÃO</b> |                  |                                          |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----|------------------|----------------------------------------|------------------|------------------------------------------|----------|
|                                                                                   |                    |                                                                                                                                       |                                 |     |                  | <b>Nº AQUAPRO</b>                      | AC-0126-12-LI002 | <b>REV.</b>                              | <b>B</b> |
| TAG<br>MALHA                                                                      | TAG<br>INSTRUMENTO | TIPO INSTRUMENTO                                                                                                                      | SERVIÇO                         | I/O | P&ID<br>COOP-PRO | STATUS                                 | LOCAL            | OBSERVAÇÕES                              |          |
|                                                                                   | PI-01 A/B/C        | Manômetro                                                                                                                             | Pressão descarga das B-01 A/B/C |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PI-02              | Manômetro                                                                                                                             | Pressão descarga da B-02        |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PI-03 A/B          | Manômetro                                                                                                                             | Pressão descarga das B-03 A/B   |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PI-04 A/B          | Manômetro                                                                                                                             | Pressão descarga das B-04 A/B   |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PI-05 A/B          | Manômetro                                                                                                                             | Pressão descarga das B-05 A/B   |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PI-06 A/B          | Manômetro                                                                                                                             | Pressão descarga das B-06 A/B   |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PI-07              | Manômetro                                                                                                                             | Pressão saída tubo dissolvedor  |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PI-08 A/B          | Manômetro                                                                                                                             | Pressão descarga das B-07 A/B   |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PI-09              | Manômetro                                                                                                                             | Pressão descarga das CP-01 A/B  |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PI-10 A/ B         | Manômetro                                                                                                                             | Pressão compressores CP-01 A/B  |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   |                  | Fornecido juntamente com os compressores |          |
|                                                                                   | PI-11 A/ B         | Manômetro                                                                                                                             | Pressão descarga das BD-01 A/B  |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PS-01 A/ B         | Pressostato                                                                                                                           | Controle pressão dos CP-01 A/B  |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   |                  | Fornecido juntamente com os compressores |          |
|                                                                                   | PSV-01             | Válvula de alívio                                                                                                                     | Alívio Tubo Dissolvedor de ar   |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |
|                                                                                   | PSV-02 A/ B        | Válvula de alívio                                                                                                                     | Alívio Compressores CP-01 A/B   |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   |                  | Fornecido juntamente com os compressores |          |
|                                                                                   | PCV-01             | Válvula Auto-controle                                                                                                                 | Pressão ar comprimido           |     | AC-0126-12-P002  | Novo                                   | Campo            |                                          |          |

|                                                                                              |                 |                                                                                                                     |                                            |     |                 |                                    |       |                   |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----|-----------------|------------------------------------|-------|-------------------|--|
| <div></div> |                 | CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DISTRITO FEDERAL (CTRS-DF)<br><br>ESTAÇÃO DE PRÉ-TRATAMENTO DE CHORUME |                                            |     |                 | LISTA DE INSTRUMENTOS - ANALISADOR |       |                   |  |
|                                                                                              |                 |                                                                                                                     |                                            |     |                 | Nº AQUAPRO                         |       | AC-0126-12-LI002  |  |
| TAG MALHA                                                                                    | TAG INSTRUMENTO | TIPO INSTRUMENTO                                                                                                    | SERVIÇO                                    | I/O | P&ID COOP-PRO   | STATUS                             | LOCAL | OBSERVAÇÕES       |  |
| AIC-01                                                                                       | AE-01           | Célula de pH                                                                                                        | Controle de pH nas bacias BC-01 A/B        |     | AC-0126-12-P002 | Novo                               | Campo |                   |  |
|                                                                                              | AIT-01          | Transmissor de pH                                                                                                   |                                            |     | AC-0126-12-P002 | Novo                               | Campo |                   |  |
|                                                                                              | AIC-01          | Controlador Ind. pH                                                                                                 |                                            |     | AC-0126-12-P002 | Novo                               | CLP   |                   |  |
|                                                                                              | ACV-01          | Válv. Controle de pH                                                                                                |                                            |     | AC-0126-12-P002 | Novo                               | Campo |                   |  |
| AIC-02                                                                                       | AE-02           | Célula de pH                                                                                                        | Controle de pH no Valo de Oxidação - TQ-08 |     | AC-0126-12-P002 | Novo                               | Campo |                   |  |
|                                                                                              | AIT-02          | Transmissor de pH                                                                                                   |                                            |     | AC-0126-12-P002 | Novo                               | Campo |                   |  |
|                                                                                              | AIC-02          | Controlador Ind. pH                                                                                                 |                                            |     | AC-0126-12-P002 | Novo                               | CLP   |                   |  |
|                                                                                              | SC-MBD-04A/B    | Inversor de frequencia                                                                                              |                                            |     | AC-0126-12-P002 | Novo                               | Campo | Bombas BD-02 A/ B |  |

## **FOLHA DE DADOS**

### **Estação de Pré-Tratamento de Chorume**



[illegible]

[illegible]



## FOLHA DE DADOS

Documento :  
AC-0126-12-FDI-001

## MANÔMETROS

Folha :  
4 de 4

**CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.**

**PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume**

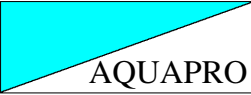
|                              |                                               |                                                     |  |
|------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--|
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>         | PI-10 A/B <b>(2)</b>                          | PI-11 A/B                                           |  |
| <b>SERVIÇO</b>               | Medição de pressão nos compressores CP-01 A/B | Medição de pressão no recalque das bombas BD-01 A/B |  |
| <b>FLUXOGRAMA</b>            | AC-0126-12- P002                              | AC-0126-12- P002                                    |  |
| <b>GERAL</b>                 |                                               |                                                     |  |
| TIPO                         | (1)                                           | Leitura direta com diafragma                        |  |
| MONTAGEM                     | (1)                                           | Local em linha                                      |  |
| CAIXA                        | (1)                                           | AISI 304                                            |  |
| ANEL                         | (1)                                           | Padrão fabricante                                   |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
| <b>MOSTRADOR</b>             |                                               |                                                     |  |
| DIÂMETRO                     | (1)                                           | 4"                                                  |  |
| MOSTRADOR                    | (1)                                           | Alumínio branco                                     |  |
| PONTEIRO                     | (1)                                           | Alumínio preto                                      |  |
| CARACTERES                   | (1)                                           | Preto                                               |  |
| VISOR                        | (1)                                           | Vidro (safety glass)                                |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
| <b>CARACTERÍSTICAS</b>       |                                               |                                                     |  |
| ELEMENTO SENSÍVEL            | (1)                                           | Bourdon                                             |  |
| MATERIAL ELEMENTO            | (1)                                           | AISI 316                                            |  |
| DIAFRAGMA                    | (1)                                           | AISI 316                                            |  |
| ENCHIMENTO CAIXA             | (1)                                           | Glicerina                                           |  |
| CONEXÃO AO PROCESSO          | (1)                                           | ½" NPT                                              |  |
| POSIÇÃO DA CONEXÃO           | (1)                                           | Inferior                                            |  |
| PRECISÃO                     | (1)                                           | 0,1%                                                |  |
| RANGE                        | (1)                                           | 0 – 3 bar                                           |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b> |                                               |                                                     |  |
| FLUÍDO                       | Ar de serviço                                 | Leite de cal                                        |  |
| VAZÃO NORMAL - MÁXIMA        | (1)                                           | 12 m³/h / -                                         |  |
| PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA      | (1)                                           | 14 m.c.a. / -                                       |  |
| TEMPER. NORMAL - MÁXIMA      | (1)                                           | Ambiente                                            |  |
| DENSIDADE COND. OPER.        | (1)                                           |                                                     |  |
| VISCOSIDADE COND. OPER.      | (1)                                           |                                                     |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
| QUANTIDADE                   | 02                                            | 02                                                  |  |
|                              |                                               |                                                     |  |
| <b>MODELO</b>                |                                               |                                                     |  |
| <b>FABRICANTE</b>            |                                               |                                                     |  |

NOTAS : (1) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.  
(2) FORNECIDO JUNTAMENTE COM OS COMPRESSORES.

|      |                                                               |          |       |       |        |
|------|---------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|--------|
|      |                                                               |          |       |       |        |
| A    | REVISADO CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO PI-08 A/B | 17/05/12 | A.P.  | F.M.  | L.C.   |
| 0    | EMISSION INICIAL                                              | 28/03/12 | A.P.  | F.M.  | L.C.   |
| REV. | DESCRIÇÃO                                                     | DATA     | EXEC. | CONE. | APROV. |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|------------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|------------|--|----------|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|--|-------------|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|--|
|  <p><b>AQUAPRO</b><br/>Engenheiros Associados S/C Ltda.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          | <p align="center"><b>FOLHA DE DADOS</b></p> <p align="center"><b>MEDIDORES ELETROMAGNÉTICOS DE VAZÃO</b></p> |                                                                                   | <p>Documento :<br/>AC-0126-12-FDI-004</p> <p>Folha :<br/>1 de 1</p> |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <p><b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b></p> <p><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          | FE-02 / FIT-02                                                                                               | FE-03 / FIT-03                                                                    | FE-04 / FIT-04                                                      |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>SERVIÇO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          | Medição de vazão de chorume no recalque das bombas B-03 A/B                                                  | Medição de vazão de chorume pré tratado enviado à ETE CAESB pelas bombas B-04 A/B | Indicação de vazão de chorume para tubo dissolvedor                 |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>FLUXOGRAMA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          | AC-0126-12-P002                                                                                              | AC-0126-12-P002                                                                   | AC-0126-12-P002                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>GERAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| LINHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          | 4" - PP                                                                                                      | 6" – PP                                                                           | 6" - AISI                                                           |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| CLASSIF. DO INVÓLUCRO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          | (1)                                                                                                          | (1)                                                                               | (1)                                                                 |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| CLASSIF. DA ÁREA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          | Não classificada                                                                                             | Não classificada                                                                  | Não classificada                                                    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>MEDIDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| TAG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| DIÂMETRO – CLASSE - FACE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| MATERIAL DO TUBO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| REVESTIMENTO DO TUBO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| MATERIAL DO FLANGE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| MATERIAL DOS ELETRODOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          | AISI 316                                                                                                     | AISI 316                                                                          | AISI 316                                                            |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| MAT. DO ANEL DE ATERRAMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| CONEXÃO ELÉTRICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          | ½" – NPT                                                                                                     | ½" – NPT                                                                          | ½" – NPT                                                            |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| PINTURA ACABAMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>TRANSMISSOR/INDICADOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| TIPO DE MONTAGEM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          | Remota                                                                                                       | Remota                                                                            | Remota                                                              |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| ALIMENTAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          | 120 VAC                                                                                                      | 120 VAC                                                                           | 120 VAC                                                             |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| INDICADOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          | Sim                                                                                                          | Sim                                                                               | Sim                                                                 |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| FAIXA DE OPERAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          | 0 ~ 50 m³/h                                                                                                  | 0 ~ 50 m³/h                                                                       | 0 ~ 120 m³/h                                                        |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| PROTEÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          | IP-65                                                                                                        | IP-65                                                                             | IP-65                                                               |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| CONEXÃO ELÉTRICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          | 2 x ½" – NPT                                                                                                 | 2 x ½" – NPT                                                                      | 2 x ½" – NPT                                                        |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| SINAL DE SAÍDA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          | 4 a 20 mACC                                                                                                  | 4 a 20 mACC                                                                       | 4 a 20 mACC                                                         |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| FAIXA DE CALIBRAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| PRECISÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| COMPRIMENTO DO CABO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>ACESSÓRIOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| CABO LIGAÇÃO SENSOR/TRANSM.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          | Sim                                                                                                          | Sim                                                                               | Sim                                                                 |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| ANEL DE ATERRAMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          | Sim                                                                                                          | Sim                                                                               | Sim                                                                 |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          | Sim                                                                                                          | Sim                                                                               | Sim                                                                 |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| TOTALIZADOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| FLUÍDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          | Chorume Bruto                                                                                                | Chorume pré tratado                                                               | Chorume pré tratado                                                 |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| VAZÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          | 45 / 50 m3/h                                                                                                 | 41 / 50 m3/h                                                                      | 120 m3/h / -                                                        |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                          | 6 m.c.a. / -                                                                                                 | 40 m.c.a. / -                                                                     | 55 m.c.a. / -                                                       |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| TEMPER. NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                          | 30 / 40 °C                                                                                                   | 30 / 40 °C                                                                        | 30 / 40 °C                                                          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| DENSIDADE COND. OPER.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          | ~1.0                                                                                                         | ~1.0                                                                              | ~1.0                                                                |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| VISCOSIDADE COND. OPER.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                          | ~1.0 cP                                                                                                      | ~1.0 cP                                                                           | ~1.0 cP                                                             |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| CONDUTIVIDADE MÍNIMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          | > 5µS/cm                                                                                                     | > 5µS/cm                                                                          | > 5µS/cm                                                            |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>MODELO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <p><b>NOTAS : (1) CONFORME ESPECIFICAÇÕES DO FABRICANTE.</b></p> <p><b>(2) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>A</b></td> <td><b>EXCLUÍDO MEDIDOR DE VAZÃO DE LODO</b></td> <td><b>17/05/12</b></td> <td><b>A.P.</b></td> <td><b>F.M.</b></td> <td><b>L.C</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>0</b></td> <td><b>EMIÇÃO INICIAL</b></td> <td><b>28/03/12</b></td> <td><b>A.P.</b></td> <td><b>F.M.</b></td> <td><b>L.C.</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>REV.</b></td> <td><b>DESCRIÇÃO</b></td> <td><b>DATA</b></td> <td><b>EXEC.</b></td> <td><b>CONF.</b></td> <td><b>APROV.</b></td> <td></td> </tr> </table> |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>A</b> | <b>EXCLUÍDO MEDIDOR DE VAZÃO DE LODO</b> | <b>17/05/12</b> | <b>A.P.</b> | <b>F.M.</b> | <b>L.C</b> |  | <b>0</b> | <b>EMIÇÃO INICIAL</b> | <b>28/03/12</b> | <b>A.P.</b> | <b>F.M.</b> | <b>L.C.</b> |  | <b>REV.</b> | <b>DESCRIÇÃO</b> | <b>DATA</b> | <b>EXEC.</b> | <b>CONF.</b> | <b>APROV.</b> |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |                                                                                                              |                                                                                   |                                                                     |               |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>EXCLUÍDO MEDIDOR DE VAZÃO DE LODO</b> | <b>17/05/12</b>                                                                                              | <b>A.P.</b>                                                                       | <b>F.M.</b>                                                         | <b>L.C</b>    |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>0</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>EMIÇÃO INICIAL</b>                    | <b>28/03/12</b>                                                                                              | <b>A.P.</b>                                                                       | <b>F.M.</b>                                                         | <b>L.C.</b>   |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |
| <b>REV.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>DESCRIÇÃO</b>                         | <b>DATA</b>                                                                                                  | <b>EXEC.</b>                                                                      | <b>CONF.</b>                                                        | <b>APROV.</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |          |                                          |                 |             |             |            |  |          |                       |                 |             |             |             |  |             |                  |             |              |              |               |  |

|                                                                                                                      |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|--------|
| <br>Engenheiros Associados S/C Ltda. |                                               | <b>FOLHA DE DADOS</b><br><br><b>MEDIDORES DE NÍVEL</b> |                                   | Documento :<br>AC-0126-12- FDI-006           |        |
|                                                                                                                      |                                               |                                                        |                                   | Folha :<br>1 de 5                            |        |
| <b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b><br><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b>                              |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                 |                                               | LIT-01                                                 | LIT-02                            | LIT-12                                       |        |
| <b>SERVIÇO</b>                                                                                                       |                                               | Controle de nível do tanque TQ-01                      | Controle de nível do tanque TQ-02 | Controle de nível no 1º poço do tanque TQ-02 |        |
| <b>FLUXOGRAMA</b>                                                                                                    |                                               | AC-0126-12- P002                                       | AC-0126-12- P002                  | AC-0126-12- P002                             |        |
| <b>GERAL</b>                                                                                                         |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| TIPO                                                                                                                 |                                               | Ultrassom                                              | Ultrassom                         | Ultrassom                                    |        |
| MONTAGEM NO EQUIPAMENTO                                                                                              |                                               | Topo tanque TQ-01                                      | Topo do tanque TQ-02              | Topo tanque TQ-02                            |        |
| MATERIAL CAIXA DE PROTEÇÃO                                                                                           |                                               | (1)                                                    | (1)                               | (1)                                          |        |
| CONEXÕES AO PROCESSO                                                                                                 |                                               | (2)                                                    | (2)                               | (2)                                          |        |
| DIST. NÍVEL ( L ) A CONEXÃO                                                                                          |                                               | 4800 mm                                                | 1700 mm                           | 1700 mm                                      |        |
| DIST. NÍVEL ( H ) A CONEXÃO                                                                                          |                                               | 800 mm                                                 | 400 mm                            | -                                            |        |
| DIST. NÍVEL ( LL ) A CONEXÃO                                                                                         |                                               | -                                                      | -                                 | -                                            |        |
| DIST. NÍVEL (HH) A CONEXÃO                                                                                           |                                               | -                                                      | 300 mm                            | -                                            |        |
| PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO                                                                                            |                                               | Sim (1)                                                | Sim (1)                           | Sim (1)                                      |        |
|                                                                                                                      |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| <b>MATERIAIS/INTERNOS</b>                                                                                            |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| MATERIAL SENSOR                                                                                                      |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| MATERIAL SELO                                                                                                        |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| MAT. CABO                                                                                                            |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| COMPRIMENTO DO CABO                                                                                                  |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| INDICADOR                                                                                                            |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| MONTAGEM                                                                                                             |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
|                                                                                                                      |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| <b>CHAVE / TRANSMISSOR</b>                                                                                           |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| TIPO                                                                                                                 |                                               | Ultrasônico                                            | Ultrasônico                       | Ultrasônico                                  |        |
| QUANTIDADE - FORMA                                                                                                   |                                               | -                                                      | -                                 | -                                            |        |
| CAPACIDADE DOS CONTATOS                                                                                              |                                               | -                                                      | -                                 | -                                            |        |
| CONTATOS ABRE/FECHA                                                                                                  |                                               | -                                                      | -                                 | -                                            |        |
| QUANDO NÍVEL SOBE/DESCE                                                                                              |                                               | -                                                      | -                                 | -                                            |        |
| CLASSIF. DO INVÓLUCRO                                                                                                |                                               | IP-65                                                  | IP-65                             | IP-65                                        |        |
| CLASSIF. DA ÁREA                                                                                                     |                                               | Não classificada                                       | Não classificada                  | Não classificada                             |        |
| CONEXÃO ELETRICA                                                                                                     |                                               | ½” – NPT                                               | ½” – NPT                          | ½” – NPT                                     |        |
| DIFERENCIAL FIXO / AJUSTÁVEL                                                                                         |                                               | -                                                      | -                                 | -                                            |        |
| SAÍDA SINAL                                                                                                          |                                               | 4 a 20 mACC                                            | 4 a 20 mACC                       | 4 a 20 mACC                                  |        |
|                                                                                                                      |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                         |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| FLUIDO                                                                                                               |                                               | Chorume Bruto                                          | Chorume pré tratado               | Chorume pré tratado                          |        |
| PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                              |                                               | Atmosférica                                            | Atmosférica                       | Atmosférica                                  |        |
| TEMPERATURA NORMAL - MÁXIMA                                                                                          |                                               | 30 / 40 °C                                             | 30 / 40 °C                        | 30 / 40 °C                                   |        |
| pH                                                                                                                   |                                               | 6,5 – 8,5                                              | 6,5 – 8,5                         | 6,5 – 8,5                                    |        |
| DENSIDADE COND. OPER.                                                                                                |                                               | ~1,0                                                   | ~1,0                              | ~1,0                                         |        |
| VISCOSIDADE COND. OPER.                                                                                              |                                               | ~1,0 cP                                                | ~1,0 cP                           | ~1,0 cP                                      |        |
| SÓLIDOS EM SUSPENSÃO                                                                                                 |                                               | SIM                                                    | SIM                               | SIM                                          |        |
| ESPUMAS                                                                                                              |                                               | SIM                                                    | SIM                               | SIM                                          |        |
|                                                                                                                      |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| <b>MODELO</b>                                                                                                        |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                    |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| <b>NOTAS : (1) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.</b><br><b>(2) AS CONEXÕES CORRESPONDEM AO TOPO DOS TANQUES.</b>       |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
|                                                                                                                      |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
|                                                                                                                      |                                               |                                                        |                                   |                                              |        |
| A                                                                                                                    | INCLUSÃO MALHA TANQUE DE POLIELETRÓLITO TQ-10 | 17/05/12                                               | A.P.                              | F.M.                                         | L.C.   |
| 0                                                                                                                    | EMIÇÃO INICIAL                                | 28/03/12                                               | A.P.                              | F.M.                                         | L.C.   |
| REV.                                                                                                                 | DESCRIÇÃO                                     | DATA                                                   | EXEC.                             | CONF.                                        | APROV. |

|                                                                                                                                             |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------|
|  <p><b>AQUAPRO</b><br/>Engenheiros Associados S/C Ltda.</p> |                                               | <p align="center"><b>FOLHA DE DADOS</b></p> <p align="center"><b>MEDIDORES DE NÍVEL</b></p> |                                   | <p>Documento :<br/>AC-0126-12- FDI-006</p> <p>Folha :<br/>2 de 5</p> |        |
| <p><b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b></p> <p><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b></p>                                          |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                                        |                                               | LIT-03                                                                                      | LSHH-13                           | LIT-04                                                               |        |
| <b>SERVIÇO</b>                                                                                                                              |                                               | Controle de nível do tanque TQ-03                                                           | Controle de nível do tanque TQ-03 | Controle de nível do tanque TQ-04                                    |        |
| <b>FLUXOGRAMA</b>                                                                                                                           |                                               | AC-0126-12- P002                                                                            | AC-0126-12- P002                  | AC-0126-12- P002                                                     |        |
| <b>GERAL</b>                                                                                                                                |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| TIPO                                                                                                                                        |                                               | Ultrassom                                                                                   | Bóia                              | Ultrassom                                                            |        |
| MONTAGEM NO EQUIPAMENTO                                                                                                                     |                                               | Topo tanque TQ-03                                                                           | (1)                               | Topo tanque TQ-04                                                    |        |
| MATERIAL CAIXA DE PROTEÇÃO                                                                                                                  |                                               | (1)                                                                                         | (1)                               | (1)                                                                  |        |
| CONEXÕES AO PROCESSO                                                                                                                        |                                               | (2)                                                                                         | (2)                               | (2)                                                                  |        |
| DIST. NÍVEL ( L ) A CONEXÃO                                                                                                                 |                                               | 800 mm                                                                                      |                                   | 4800 mm                                                              |        |
| DIST. NÍVEL ( H ) A CONEXÃO                                                                                                                 |                                               | 300 mm                                                                                      |                                   | 800 mm                                                               |        |
| DIST. NÍVEL ( LL ) A CONEXÃO                                                                                                                |                                               | 1000 mm                                                                                     |                                   | 5000 mm                                                              |        |
| DIST. NÍVEL (HH) A CONEXÃO                                                                                                                  |                                               | 200 mm                                                                                      |                                   | -                                                                    |        |
| PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                   |                                               | Sim (1)                                                                                     |                                   | Sim (1)                                                              |        |
| <b>MATERIAIS/INTERNOS</b>                                                                                                                   |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| MATERIAL DA Sonda                                                                                                                           |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| MAT. FIXADOR                                                                                                                                |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| MAT. CABO                                                                                                                                   |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| MAT. HASTE                                                                                                                                  |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| ISOLAMENTO Sonda                                                                                                                            |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| MAT. DA CONEXÃO                                                                                                                             |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| COMPRIMENTO DO CABO                                                                                                                         |                                               |                                                                                             | 5 m                               |                                                                      |        |
| ISOLAMENTO DO CABO                                                                                                                          |                                               |                                                                                             | 0,6 / 1,0 ICV                     |                                                                      |        |
| <b>CHAVE / TRANSMISSOR</b>                                                                                                                  |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| TIPO                                                                                                                                        |                                               | Ultrasônico                                                                                 | Bóia                              | Ultrasônico                                                          |        |
| QUANTIDADE - FORMA                                                                                                                          |                                               | -                                                                                           | 01 / SPDT                         | -                                                                    |        |
| CAPACIDADE DOS CONTATOS                                                                                                                     |                                               | -                                                                                           | 2,0 / 120 A                       | -                                                                    |        |
| CONTATOS ABRE/FECHA                                                                                                                         |                                               | -                                                                                           | -                                 | -                                                                    |        |
| QUANDO NÍVEL SOBE/DESCE                                                                                                                     |                                               | -                                                                                           | -                                 | -                                                                    |        |
| CLASSIF. DO INVÓLUCRO                                                                                                                       |                                               | IP-65                                                                                       | IP-65                             | IP-65                                                                |        |
| CLASSIF. DA ÁREA                                                                                                                            |                                               | Não classificada                                                                            | Não classificada                  | Não classificada                                                     |        |
| CONEXÃO ELETRICA                                                                                                                            |                                               | ½" – NPT                                                                                    | -                                 | ½" – NPT                                                             |        |
| DIFERENCIAL FIXO / AJUSTÁVEL                                                                                                                |                                               | -                                                                                           | -                                 | -                                                                    |        |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                                                |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| FLUIDO                                                                                                                                      |                                               | Lodo                                                                                        | Lodo                              | Chorume                                                              |        |
| PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                     |                                               | Atmosférica                                                                                 | Atmosférica                       | Atmosférica                                                          |        |
| TEMPERATURA NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                 |                                               | 30 / 40 °C                                                                                  | 30 / 40 °C                        | 30 / 40 °C                                                           |        |
| pH                                                                                                                                          |                                               | 6,5 – 8,5                                                                                   | 6,5 – 8,5                         | 6,5 – 8,5                                                            |        |
| DENSIDADE COND. OPER.                                                                                                                       |                                               | ~1,1                                                                                        | ~1,1                              | ~1                                                                   |        |
| VISCOSIDADE COND. OPER.                                                                                                                     |                                               | ~5,0 cP                                                                                     | ~5,0 cP                           | ~1 cP                                                                |        |
| SÓLIDOS EM SUSPENSOS                                                                                                                        |                                               | SIM                                                                                         | SIM                               | Sim                                                                  |        |
| ESPUMAS                                                                                                                                     |                                               | -                                                                                           | -                                 | Sim                                                                  |        |
| <b>MODELO</b>                                                                                                                               |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                                           |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| <p><b>NOTAS : (1) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.</b></p> <p><b>(2) AS CONEXÕES AO PROCESSO CORRESPONDEM AO TOPO DO TANQUE.</b></p>         |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
|                                                                                                                                             |                                               |                                                                                             |                                   |                                                                      |        |
| A                                                                                                                                           | INCLUSÃO MALHA TANQUE DE POLIELETROLITO TQ-10 | 17/05/12                                                                                    | A.P.                              | F.M.                                                                 | L.C.   |
| 0                                                                                                                                           | EMIÇÃO INICIAL                                | 28/03/12                                                                                    | A.P.                              | F.M.                                                                 | L.C.   |
| REV.                                                                                                                                        | DESCRIÇÃO                                     | DATA                                                                                        | EXEC.                             | CONF.                                                                | APROV. |

|                                                                                                                                             |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|---------------|
|  <p><b>AQUAPRO</b><br/>Engenheiros Associados S/C Ltda.</p> |                                                      | <p align="center"><b>FOLHA DE DADOS</b></p> <p align="center"><b>MEDIDORES DE NÍVEL</b></p> |                                   | <p>Documento :<br/>AC-0126-12- FDI-006</p> |               |
|                                                                                                                                             |                                                      |                                                                                             |                                   | <p>Folha :<br/>3 de 5</p>                  |               |
| <p><b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b></p> <p><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b></p>                                          |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                                        | LSHH-14                                              | LIT-05                                                                                      | LSLL-15                           |                                            |               |
| <b>SERVIÇO</b>                                                                                                                              | Controle de nível do tanque TQ-04                    | Controle de nível do tanque TQ-05                                                           | Controle de nível do tanque TQ-05 |                                            |               |
| <b>FLUXOGRAMA</b>                                                                                                                           | AC-0126-12- P002                                     | AC-0126-12- P002                                                                            | AC-0126-12- P002                  |                                            |               |
| <b>GERAL</b>                                                                                                                                |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| TIPO                                                                                                                                        | Bóia                                                 | Ultrassom                                                                                   | Pressão diferencial               |                                            |               |
| MONTAGEM NO EQUIPAMENTO                                                                                                                     | (1)                                                  | Topo tanque TQ-05                                                                           | Fundo do tanque TQ-05             |                                            |               |
| MATERIAL CAIXA DE PROTEÇÃO                                                                                                                  | (1)                                                  | (1)                                                                                         |                                   |                                            |               |
| CONEXÕES AO PROCESSO                                                                                                                        | (2)                                                  | (2)                                                                                         | -                                 |                                            |               |
| DIST. NÍVEL ( L ) A CONEXÃO                                                                                                                 | -                                                    | 1250 mm                                                                                     | -                                 |                                            |               |
| DIST. NÍVEL ( H ) A CONEXÃO                                                                                                                 | -                                                    | 200 mm                                                                                      | -                                 |                                            |               |
| DIST. NÍVEL ( LL ) A CONEXÃO                                                                                                                | -                                                    | -                                                                                           | 1450 mm                           |                                            |               |
| DIST. NÍVEL (HH) A CONEXÃO                                                                                                                  | 700 mm                                               | -                                                                                           | -                                 |                                            |               |
| PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                   | Sim (1)                                              | Sim (1)                                                                                     |                                   |                                            |               |
| <b>MATERIAIS/INTERNOS</b>                                                                                                                   |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| MATERIAL DA Sonda                                                                                                                           |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| MAT. FIXADOR                                                                                                                                |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| MAT. CABO                                                                                                                                   |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| MAT. HASTE                                                                                                                                  |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| ISOLAMENTO Sonda                                                                                                                            |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| MAT. DA CONEXÃO                                                                                                                             |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| COMPRIMENTO DO CABO                                                                                                                         | 5 m                                                  |                                                                                             | 5 m                               |                                            |               |
| ISOLAMENTO DO CABO                                                                                                                          | 0,6 / 1,0 ICV                                        |                                                                                             | 0,6 / 1,0 ICV                     |                                            |               |
| <b>CHAVE / TRANSMISSOR</b>                                                                                                                  |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| TIPO                                                                                                                                        | Bóia                                                 | Ultrassônico                                                                                | Bóia                              |                                            |               |
| QUANTIDADE - FORMA                                                                                                                          | 01 / SPDT                                            | -                                                                                           | 01 / SPDT                         |                                            |               |
| CAPACIDADE DOS CONTATOS                                                                                                                     | 2,0 / 120 A                                          | -                                                                                           | 2,0 / 120 A                       |                                            |               |
| CONTATOS ABRE/FECHA                                                                                                                         | -                                                    | -                                                                                           | -                                 |                                            |               |
| QUANDO NÍVEL SOBE/DESCE                                                                                                                     | -                                                    | -                                                                                           | -                                 |                                            |               |
| CLASSIF. DO INVÓLUCRO                                                                                                                       | IP-65                                                | IP-65                                                                                       | IP-65                             |                                            |               |
| CLASSIF. DA ÁREA                                                                                                                            | Não classificada                                     | Não classificada                                                                            | Não classificada                  |                                            |               |
| CONEXÃO ELÉTRICA                                                                                                                            | -                                                    | ½" – NPT                                                                                    | -                                 |                                            |               |
| DIFERENCIAL FIXO / AJUSTÁVEL                                                                                                                | -                                                    | -                                                                                           | -                                 |                                            |               |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                                                |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| FLUIDO                                                                                                                                      | Chorume                                              | Leite de cal                                                                                | Leite de cal                      |                                            |               |
| PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                     | Atmosférica                                          | Atmosférica                                                                                 | Atmosférica                       |                                            |               |
| TEMPERATURA NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                 | 30 / 40 °C                                           | Ambiente                                                                                    | Ambiente                          |                                            |               |
| pH                                                                                                                                          | 6,5 – 8,5                                            | >10 (?)                                                                                     | >10 (?)                           |                                            |               |
| DENSIDADE COND. OPER.                                                                                                                       | ~1                                                   |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| VISCOSIDADE COND. OPER.                                                                                                                     | ~1 cP                                                |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| SÓLIDOS EM SUSPENSOS                                                                                                                        | Sim                                                  | Sim                                                                                         | Sim                               |                                            |               |
| ESPUMAS                                                                                                                                     | Sim                                                  | Não                                                                                         | Não                               |                                            |               |
| <b>MODELO</b>                                                                                                                               |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                                           |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| <p><b>NOTAS : (1) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.</b></p> <p><b>(2) AS CONEXÕES AO PROCESSO CORRESPONDEM AO TOPO DO TANQUE.</b></p>         |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
|                                                                                                                                             |                                                      |                                                                                             |                                   |                                            |               |
| <b>A</b>                                                                                                                                    | <b>INCLUSÃO MALHA TANQUE DE POLIELETROLITO TQ-10</b> | <b>17/05/12</b>                                                                             | <b>A.P.</b>                       | <b>F.M.</b>                                | <b>L.C.</b>   |
| <b>0</b>                                                                                                                                    | <b>EMIÇÃO INICIAL</b>                                | <b>28/03/12</b>                                                                             | <b>A.P.</b>                       | <b>F.M.</b>                                | <b>L.C.</b>   |
| <b>REV.</b>                                                                                                                                 | <b>DESCRIÇÃO</b>                                     | <b>DATA</b>                                                                                 | <b>EXEC.</b>                      | <b>CONF.</b>                               | <b>APROV.</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|--|--|--|--|--|--|----------|------------------------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
|  <p><b>AQUAPRO</b><br/>Engenheiros Associados S/C Ltda.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      | <p align="center"><b>FOLHA DE DADOS</b></p> <p align="center"><b>MEDIDORES DE NÍVEL</b></p> |                                    | <p>Documento :<br/>AC-0126-12- FDI-006</p> <p>Folha :<br/>4 de 5</p> |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <p><b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b></p> <p><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      | LIT-06                                                                                      | LIT-07                             | LSHHH-17                                                             |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>SERVIÇO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      | Controle de nível do tanque<br>TQ-06                                                        | Controle de nível do poço<br>BC-02 | Controle de nível do poço<br>BC-02                                   |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>FLUXOGRAMA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      | AC-0126-12- P002                                                                            | AC-0126-12- P002                   | AC-0126-12- P002                                                     |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>GERAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      | Ultrassom                                                                                   | Ultrassom                          | Bóia                                                                 |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>MONTAGEM NO EQUIPAMENTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      | (1)                                                                                         | Topo bacia BC-02                   | (1)                                                                  |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>MATERIAL CAIXA DE PROTEÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      | (1)                                                                                         | (1)                                | (1)                                                                  |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>CONEXÕES AO PROCESSO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      | (2)                                                                                         | (2)                                | (2)                                                                  |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>DIST. NÍVEL ( L ) A CONEXÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      | 4125 mm                                                                                     | 2900 mm                            | -                                                                    |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>DIST. NÍVEL ( H ) A CONEXÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      | 500 mm                                                                                      | 2500 mm                            | -                                                                    |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>DIST. NÍVEL ( LL ) A CONEXÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      | -                                                                                           | 3000 mm                            | -                                                                    |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>DIST. NÍVEL ( HH ) A CONEXÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      | -                                                                                           | 2100 mm                            | 2000 mm                                                              |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      | Sim (1)                                                                                     | Sim (1)                            | Sim (1)                                                              |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>MATERIAIS/INTERNOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>MATERIAL DA Sonda</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>MAT. FIXADOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>MAT. CABO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>MAT. HASTE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>ISOLAMENTO Sonda</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>MAT. DA CONEXÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>COMPRIMENTO DO CABO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                                                             |                                    | 5 m                                                                  |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>ISOLAMENTO DO CABO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |                                                                                             |                                    | 0,6 / 1,0 ICV                                                        |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>CHAVE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      | Ultrasônico                                                                                 | Ultrasônico                        | Bóia                                                                 |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>QUANTIDADE - FORMA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      | -                                                                                           | -                                  | 01 / SPDT                                                            |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>CAPACIDADE DOS CONTATOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      | -                                                                                           | -                                  | 2,0 / 120 A                                                          |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>CONTATOS ABRE/FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      | -                                                                                           | -                                  | -                                                                    |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>QUANDO NÍVEL SOBE/DESCE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      | -                                                                                           | -                                  | -                                                                    |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>CLASSIF. DO INVÓLUCRO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      | IP-65                                                                                       | IP-65                              | IP-65                                                                |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>CLASSIF. DA ÁREA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                      | Não classificada                                                                            | Não classificada                   | Não classificada                                                     |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>CONEXÃO ELÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                      | ½" – NPT                                                                                    | ½" – NPT                           | -                                                                    |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>DIFERENCIAL FIXO / AJUSTÁVEL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      | -                                                                                           | -                                  | -                                                                    |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>FLUIDO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      | Soda cáustica                                                                               | Chorume bruto                      | Chorume bruto                                                        |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      | Atmosférica                                                                                 | Atmosférica                        | Atmosférica                                                          |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>TEMPERATURA NORMAL - MÁXIMA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      | Ambiente                                                                                    | 30 / 40 °C                         | 30 / 40 °C                                                           |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>pH</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      | >10                                                                                         | 6,5 – 8,5                          | 6,5 – 8,5                                                            |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>DENSIDADE COND. OPER.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      | 1,50                                                                                        | ~1                                 | ~1                                                                   |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>VISCOSIDADE COND. OPER.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      | 80 cP                                                                                       | ~1 cP                              | ~1 cP                                                                |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>SÓLIDOS EM SUSPENSOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      | Não                                                                                         | Sim                                | Sim                                                                  |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>ESPUMAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      | Não                                                                                         | Sim                                | Sim                                                                  |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>MODELO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <p><b>NOTAS : (1) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.</b></p> <p><b>(2) AS CONEXÕES AO PROCESSO CORRESPONDEM AO TOPO DO TANQUE.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>A</b></td> <td><b>INCLUSÃO MALHA TANQUE DE POLIELETRÓLITO TQ-10</b></td> <td><b>17/05/12</b></td> <td><b>A.P.</b></td> <td><b>F.M.</b></td> <td><b>L.C.</b></td> </tr> <tr> <td><b>0</b></td> <td><b>EMIÇÃO INICIAL</b></td> <td><b>28/03/12</b></td> <td><b>A.P.</b></td> <td><b>F.M.</b></td> <td><b>L.C.</b></td> </tr> <tr> <td><b>REV.</b></td> <td><b>DESCRIÇÃO</b></td> <td><b>DATA</b></td> <td><b>EXEC.</b></td> <td><b>CONF.</b></td> <td><b>APROV.</b></td> </tr> </table> |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  | <b>A</b> | <b>INCLUSÃO MALHA TANQUE DE POLIELETRÓLITO TQ-10</b> | <b>17/05/12</b> | <b>A.P.</b> | <b>F.M.</b> | <b>L.C.</b> | <b>0</b> | <b>EMIÇÃO INICIAL</b> | <b>28/03/12</b> | <b>A.P.</b> | <b>F.M.</b> | <b>L.C.</b> | <b>REV.</b> | <b>DESCRIÇÃO</b> | <b>DATA</b> | <b>EXEC.</b> | <b>CONF.</b> | <b>APROV.</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                                                                                             |                                    |                                                                      |               |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>INCLUSÃO MALHA TANQUE DE POLIELETRÓLITO TQ-10</b> | <b>17/05/12</b>                                                                             | <b>A.P.</b>                        | <b>F.M.</b>                                                          | <b>L.C.</b>   |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>0</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>EMIÇÃO INICIAL</b>                                | <b>28/03/12</b>                                                                             | <b>A.P.</b>                        | <b>F.M.</b>                                                          | <b>L.C.</b>   |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |
| <b>REV.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>DESCRIÇÃO</b>                                     | <b>DATA</b>                                                                                 | <b>EXEC.</b>                       | <b>CONF.</b>                                                         | <b>APROV.</b> |  |  |  |  |  |  |          |                                                      |                 |             |             |             |          |                       |                 |             |             |             |             |                  |             |              |              |               |

|                                                                                                                                             |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|
|  <p><b>AQUAPRO</b><br/>Engenheiros Associados S/C Ltda.</p> |                                                      | <p align="center"><b>FOLHA DE DADOS</b></p> <p align="center"><b>MEDIDORES DE NÍVEL</b></p> |                                   | <p>Documento :<br/>AC-0126-12- FDI-006</p> <p>Folha :<br/>5 de 5</p> |               |
| <p><b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b></p> <p><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b></p>                                          |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                                        |                                                      | LSH-08 /LSL-08/LSLL-08                                                                      | LIT-09                            | LSH-10/LSL-10/LSLL-10                                                |               |
| <b>SERVIÇO</b>                                                                                                                              |                                                      | Controle de nível do tanque TQ-07                                                           | Controle de nível do tanque TQ-09 | Controle de nível do tanque TQ-10                                    |               |
| <b>FLUXOGRAMA</b>                                                                                                                           |                                                      | AC-0126-12- P002                                                                            | AC-0126-12- P002                  | AC-0126-12- P002                                                     |               |
| <b>GERAL</b>                                                                                                                                |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                 |                                                      | Bóia                                                                                        | Ultrassom                         | Bóia                                                                 |               |
| <b>MONTAGEM NO EQUIPAMENTO</b>                                                                                                              |                                                      | Topo tanque TQ-07                                                                           | Topo tanque TQ-09                 | Topo tanque TQ-10                                                    |               |
| <b>MATERIAL CAIXA DE PROTEÇÃO</b>                                                                                                           |                                                      | (1)                                                                                         | (1)                               | (1)                                                                  |               |
| <b>CONEXÕES AO PROCESSO</b>                                                                                                                 |                                                      | (2)                                                                                         | (2)                               | (2)                                                                  |               |
| <b>DIST. NÍVEL ( L ) A CONEXÃO</b>                                                                                                          |                                                      |                                                                                             | 5700 mm                           |                                                                      |               |
| <b>DIST. NÍVEL ( H ) A CONEXÃO</b>                                                                                                          |                                                      |                                                                                             | 300 mm                            |                                                                      |               |
| <b>DIST. NÍVEL ( LL ) A CONEXÃO</b>                                                                                                         |                                                      |                                                                                             | -                                 |                                                                      |               |
| <b>DIST. NÍVEL (HH) A CONEXÃO</b>                                                                                                           |                                                      |                                                                                             | -                                 |                                                                      |               |
| <b>PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                            |                                                      | Sim (1)                                                                                     | Sim (1)                           | Sim (1)                                                              |               |
| <b>MATERIAIS/INTERNOS</b>                                                                                                                   |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>MATERIAL DA Sonda</b>                                                                                                                    |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>MAT. FIXADOR</b>                                                                                                                         |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>MAT. CABO</b>                                                                                                                            |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>MAT. HASTE</b>                                                                                                                           |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>ISOLAMENTO Sonda</b>                                                                                                                     |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>MAT. DA CONEXÃO</b>                                                                                                                      |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>COMPRIMENTO DO CABO</b>                                                                                                                  |                                                      | 5 m                                                                                         |                                   | 5 m                                                                  |               |
| <b>ISOLAMENTO DO CABO</b>                                                                                                                   |                                                      | 0,6 / 1,0 ICV                                                                               |                                   | 0,6 / 1,0 ICV                                                        |               |
| <b>CHAVE</b>                                                                                                                                |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                 |                                                      | Bóia                                                                                        | Ultrasônico                       | Bóia                                                                 |               |
| <b>QUANTIDADE - FORMA</b>                                                                                                                   |                                                      | 01 / SPDT                                                                                   | -                                 | 01 / SPDT                                                            |               |
| <b>CAPACIDADE DOS CONTATOS</b>                                                                                                              |                                                      | 2,0 / 120 A                                                                                 | -                                 | 2,0 / 120 A                                                          |               |
| <b>CONTATOS ABRE/FECHA</b>                                                                                                                  |                                                      | -                                                                                           | -                                 | -                                                                    |               |
| <b>QUANDO NÍVEL SOBE/DESCE</b>                                                                                                              |                                                      | -                                                                                           | -                                 | -                                                                    |               |
| <b>CLASSIF. DO INVÓLUCRO</b>                                                                                                                |                                                      | IP-65                                                                                       | IP-65                             | IP-65                                                                |               |
| <b>CLASSIF. DA ÁREA</b>                                                                                                                     |                                                      | Não classificada                                                                            | Não classificada                  | Não classificada                                                     |               |
| <b>CONEXÃO ELETRICA</b>                                                                                                                     |                                                      | -                                                                                           | ½" – NPT                          | -                                                                    |               |
| <b>DIFERENCIAL FIXO / AJUSTÁVEL</b>                                                                                                         |                                                      | -                                                                                           | -                                 | -                                                                    |               |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                                                |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>FLUIDO</b>                                                                                                                               |                                                      | Polieletrólito                                                                              | Água industrial                   | Polieletrólito                                                       |               |
| <b>PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA</b>                                                                                                              |                                                      | Atmosférica                                                                                 | Atmosférica                       | Atmosférica                                                          |               |
| <b>TEMPERATURA NORMAL - MÁXIMA</b>                                                                                                          |                                                      | Ambiente                                                                                    | Ambiente                          | Ambiente                                                             |               |
| <b>pH</b>                                                                                                                                   |                                                      |                                                                                             | Neutro                            |                                                                      |               |
| <b>DENSIDADE COND. OPER.</b>                                                                                                                |                                                      | ~1                                                                                          | 1                                 | ~1                                                                   |               |
| <b>VISCOSIDADE COND. OPER.</b>                                                                                                              |                                                      | ~50 cP                                                                                      | 1 cP                              | ~50 cP                                                               |               |
| <b>SÓLIDOS EM SUSPENSOS</b>                                                                                                                 |                                                      |                                                                                             | Não                               |                                                                      |               |
| <b>ESPUMAS</b>                                                                                                                              |                                                      | Não                                                                                         | Não                               | Não                                                                  |               |
| <b>MODELO</b>                                                                                                                               |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                                           |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <p><b>NOTAS : (1) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.</b></p> <p><b>(2) AS CONEXÕES AO PROCESSO CORRESPONDEM AO TOPO DO TANQUE.</b></p>         |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
|                                                                                                                                             |                                                      |                                                                                             |                                   |                                                                      |               |
| <b>A</b>                                                                                                                                    | <b>INCLUSÃO MALHA TANQUE DE POLIELETRÓLITO TQ-10</b> | <b>17/05/12</b>                                                                             | <b>A.P.</b>                       | <b>F.M.</b>                                                          | <b>L.C.</b>   |
| <b>0</b>                                                                                                                                    | <b>EMIÇÃO INICIAL</b>                                | <b>28/03/12</b>                                                                             | <b>A.P.</b>                       | <b>F.M.</b>                                                          | <b>L.C.</b>   |
| <b>REV.</b>                                                                                                                                 | <b>DESCRIÇÃO</b>                                     | <b>DATA</b>                                                                                 | <b>EXEC.</b>                      | <b>CONF.</b>                                                         | <b>APROV.</b> |

|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|
|  <p><b>AQUAPRO</b><br/>Engenheiros Associados S/C Ltda.</p>                |                                                       | <p align="center"><b>FOLHA DE DADOS</b></p> <p align="center"><b>PRESSOSTATOS E VÁLVULAS DE CONTROLE E SEGURANÇA</b></p> |                                                         | <p>Documento :<br/>AC-0126-12-FDI-002</p> |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         | <p>Folha :<br/>1 de 2</p>                 |               |
| <p><b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b></p> <p><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b></p>                                                          |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                                               | PS-01 A/B (1)                                         | PCV-01                                                                                                                   | PSV-01                                                  |                                           |               |
| SERVIÇO                                                                                                                                                     | Controle on/off de pressão nos compressores CP-01 A/B | Controle de pressão da linha de entrada do tubo dissolvedor de ar                                                        | Válvula de segurança e alívio do tubo dissolvedor de ar |                                           |               |
| FLUXOGRAMA                                                                                                                                                  | AC-0126-12-P002                                       | AC-0126-12-P002                                                                                                          | AC-0126-12-P002                                         |                                           |               |
| <b>GERAL</b>                                                                                                                                                |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| TIPO                                                                                                                                                        | (3)                                                   | Válvula autocontrolada                                                                                                   | Válvula de molas                                        |                                           |               |
| MONTAGEM                                                                                                                                                    | (3)                                                   | Em linha                                                                                                                 | Topo do tubo dissolvedor de ar                          |                                           |               |
| CAIXA                                                                                                                                                       | (3)                                                   | -                                                                                                                        | -                                                       |                                           |               |
| ANEL                                                                                                                                                        | -                                                     | -                                                                                                                        | -                                                       |                                           |               |
| <b>MOSTRADOR</b>                                                                                                                                            |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| DIÂMETRO                                                                                                                                                    |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| MOSTRADOR                                                                                                                                                   |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| PONTEIRO                                                                                                                                                    |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| CARACTERES                                                                                                                                                  |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| VISOR                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| <b>CARACTERÍSTICAS</b>                                                                                                                                      |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| ELEMENTO SENSÍVEL                                                                                                                                           |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| MATERIAL ELEMENTO                                                                                                                                           |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| DIAFRAGMA                                                                                                                                                   |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| ENCHIMENTO CAIXA                                                                                                                                            |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| CONEXÃO AO PROCESSO                                                                                                                                         |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| POSIÇÃO DA CONEXÃO                                                                                                                                          |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| PRECISÃO                                                                                                                                                    |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| FAIXA DE ATUAÇÃO                                                                                                                                            | Liga a 7,5 kgf/cm2<br>Desliga a 10 kgf/cm2            | Reduz pressão de 7,5/10 kgf/cm2 para 6,5 kgf/cm2                                                                         | Abre para pressão >7,5 kgf/cm2                          |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                                                                |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| FLUÍDO                                                                                                                                                      | Ar                                                    | Ar                                                                                                                       | Ar                                                      |                                           |               |
| VAZÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                                       | -                                                     | 10 / - Nm3/h                                                                                                             | 10 / - Nm3/h                                            |                                           |               |
| PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                                     | 7,5/ - kgf/cm2                                        | 6,5 / - kgf/cm2                                                                                                          | 6,5 / 7,5 kgf/cm2                                       |                                           |               |
| TEMPER. NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                                     | 30/40 °C                                              | 30 / 40 °C                                                                                                               | 30 / 40 °C                                              |                                           |               |
| DENSIDADE COND. OPER.                                                                                                                                       | 1,225 kg/m³                                           | 1,225 kg/m³                                                                                                              | 1,225 kg/m³                                             |                                           |               |
| VISCOSIDADE COND. OPER.                                                                                                                                     | 17,4 x 10 <sup>-3</sup> cP                            | 17,4 x 10 <sup>-3</sup> cP                                                                                               | 17,4 x 10 <sup>-3</sup> cP                              |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| <b>MODELO</b>                                                                                                                                               |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                                                           |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| <p><b>NOTAS : (1) FORNECIDO JUNTAMENTE COM OS COMPRESSORES.</b></p> <p><b>(2) N/A: NÃO APLICÁVEL.</b></p> <p><b>(3) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.</b></p> |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
|                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                                                          |                                                         |                                           |               |
| <b>0</b>                                                                                                                                                    | <b>EMIÇÃO INICIAL</b>                                 | <b>28/03/12</b>                                                                                                          | <b>AP</b>                                               | <b>FM</b>                                 | <b>LC</b>     |
| <b>REV.</b>                                                                                                                                                 | <b>DESCRIÇÃO</b>                                      | <b>DATA</b>                                                                                                              | <b>EXEC.</b>                                            | <b>CONF.</b>                              | <b>APROV.</b> |

|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|--------|
|  <p><b>AQUAPRO</b><br/>Engenheiros Associados S/C Ltda.</p> |                 | <p align="center"><b>FOLHA DE DADOS</b></p> <p align="center"><b>PRESSOSTATOS E VÁLVULAS DE CONTROLE E SEGURANÇA</b></p> |       | <p>Documento :<br/>AC-0126-12-FDI-002</p> |        |
| <p>Folha :<br/>2 de 2</p>                                                                                                                    |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
| <p><b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b></p> <p><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b></p>                                           |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                                         |                 | PSV-02 A/B (1)                                                                                                           |       |                                           |        |
| <b>SERVIÇO</b>                                                                                                                               |                 | Válvula de alívio/segurança dos compressores CP-01 A/B                                                                   |       |                                           |        |
| <b>FLUXOGRAMA</b>                                                                                                                            |                 | AC-0126-12-P002                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>GERAL</b>                                                                                                                                 |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
| TIPO                                                                                                                                         |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| MONTAGEM                                                                                                                                     |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| CAIXA                                                                                                                                        |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| ANEL                                                                                                                                         |                 | -                                                                                                                        |       |                                           |        |
| <b>MOSTRADOR</b>                                                                                                                             |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
| DIÂMETRO                                                                                                                                     |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| MOSTRADOR                                                                                                                                    |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| PONTEIRO                                                                                                                                     |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| CARACTERES                                                                                                                                   |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| VISOR                                                                                                                                        |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| <b>CARACTERÍSTICAS</b>                                                                                                                       |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
| ELEMENTO SENSÍVEL                                                                                                                            |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| MATERIAL ELEMENTO                                                                                                                            |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| DIAFRAGMA                                                                                                                                    |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| ENCHIMENTO CAIXA                                                                                                                             |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| CONEXÃO AO PROCESSO                                                                                                                          |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| POSIÇÃO DA CONEXÃO                                                                                                                           |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| PRECISÃO                                                                                                                                     |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| FAIXA DE ATUAÇÃO                                                                                                                             |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                                                 |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
| FLUÍDO                                                                                                                                       |                 | Ar                                                                                                                       |       |                                           |        |
| VAZÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                        |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                      |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| TEMPER. NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                      |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| DENSIDADE COND. OPER.                                                                                                                        |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| VISCOSIDADE COND. OPER.                                                                                                                      |                 | (3)                                                                                                                      |       |                                           |        |
| <b>MODELO</b>                                                                                                                                |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                                            |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
| <p><b>NOTAS :</b> (1) FORNECIDO JUNTAMENTE COM OS COMPRESSORES.<br/> (2) N/A: NÃO APLICÁVEL.<br/> (3) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.</p>    |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                                          |       |                                           |        |
| 0                                                                                                                                            | EMISSÃO INICIAL | 28/03/12                                                                                                                 | AP    | FM                                        | LC     |
| REV.                                                                                                                                         | DESCRIÇÃO       | DATA                                                                                                                     | EXEC. | CONF.                                     | APROV. |



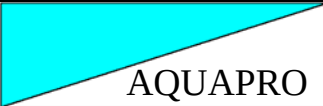
**CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.**  
**PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume**

|                                               |                                                     |  |  |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--|--|
| PROJETO: Estação de TTE Tratamento de Chorume |                                                     |  |  |
| IDENTIFICAÇÃO                                 | FE-01 / FIT-01 / FIQ-01 (1)                         |  |  |
| SERVIÇO                                       | Medição de vazão de chorume<br>afluente à BC-01 A/B |  |  |
| FLUXOGRAMA                                    | AC-0126-12-P002                                     |  |  |
| ELEMENTO SENSÍVEL                             |                                                     |  |  |
| ELEMENTO SENSÍVEL                             | Calha Parshall                                      |  |  |
| LARGURA DO CANAL                              | 1,0 m                                               |  |  |
| LARGURA DA GARGANTA                           | 3"                                                  |  |  |
| MATERIAL CALHA                                | Fibra de vidro                                      |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
| MEDIDOR                                       |                                                     |  |  |
| TIPO                                          | Medidor de nível ultrassônico                       |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
| TRANSMISSOR/INDICADOR                         |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
| ACESSÓRIOS                                    |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
| CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO                         |                                                     |  |  |
| FLUÍDO                                        | Chorume Bruto                                       |  |  |
| VAZÃO NORMAL - MÁXIMA                         | 40 / 120 m3/h                                       |  |  |
| PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA                       | Atmosférica                                         |  |  |
| TEMPER. NORMAL - MÁXIMA                       | 30 / 40 °C                                          |  |  |
| DENSIDADE COND. OPER.                         | ~1.0                                                |  |  |
| VISCOSIDADE COND. OPER.                       | ~1.0 cP                                             |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
|                                               |                                                     |  |  |
| MODELO                                        |                                                     |  |  |
| FABRICANTE                                    |                                                     |  |  |

**NOTAS : (1) FORNECIMENTO COMPLETO: CALHA PARSHALL + TRANSMISSOR ULTRASÔNICO**

|      |                |          |       |       |        |
|------|----------------|----------|-------|-------|--------|
|      |                |          |       |       |        |
| 0    | EMIÇÃO INICIAL | 28/03/12 | AP    | FM    | LC     |
| REV. | DESCRIÇÃO      | DATA     | EXEC. | CONF. | APROV. |

|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|--------|
|  <p><b>AQUAPRO</b><br/>Engenheiros Associados S/C Ltda.</p> |                 | <p align="center"><b>FOLHA DE DADOS</b></p> <p align="center"><b>MEDIDOR DE VAZÃO TIPO ROTÂMETRO</b></p> |       | <p>Documento :<br/>AC-0126-12-FDI-005</p> |        |
| <p>Folha :<br/>1 de 1</p>                                                                                                                    |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| <p><b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b><br/><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b></p>                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                                         |                 | FI-05                                                                                                    |       |                                           |        |
| <b>SERVIÇO</b>                                                                                                                               |                 | Indicação da vazão de ar comprimido                                                                      |       |                                           |        |
| <b>FLUXOGRAMA</b>                                                                                                                            |                 | AC-0126-12-P002                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>GERAL</b>                                                                                                                                 |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| LINHA                                                                                                                                        |                 | 1/2" – A.C.G                                                                                             |       |                                           |        |
| CLASSIF. INVÓLUCRO                                                                                                                           |                 | IP-65                                                                                                    |       |                                           |        |
| PADRÃO CONEXÃO                                                                                                                               |                 | (2)                                                                                                      |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>MEDIDOR</b>                                                                                                                               |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| TIPO                                                                                                                                         |                 | Rotâmetro                                                                                                |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>TRANSMISSOR/INDICADOR</b>                                                                                                                 |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| RANGE                                                                                                                                        |                 | 0 – 20 Nm <sup>3</sup> /h                                                                                |       |                                           |        |
| MATERIAL DO TUBO                                                                                                                             |                 | Vidro Borosilicato                                                                                       |       |                                           |        |
| MATERIAL FLUTUADOR                                                                                                                           |                 | AISI-316                                                                                                 |       |                                           |        |
| TIPO DE GUIA                                                                                                                                 |                 | Haste/AISI-316                                                                                           |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>ACESSÓRIOS</b>                                                                                                                            |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                                                 |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| FLUÍDO                                                                                                                                       |                 | Ar                                                                                                       |       |                                           |        |
| VAZÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                        |                 | 10 N m <sup>3</sup> /h / -                                                                               |       |                                           |        |
| PRESSÃO NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                      |                 | 6,5 kgf/cm <sup>2</sup>                                                                                  |       |                                           |        |
| TEMPER. NORMAL - MÁXIMA                                                                                                                      |                 | 20 / 30 °C                                                                                               |       |                                           |        |
| DENSIDADE COND. OPER.                                                                                                                        |                 | 1,225 kg/m <sup>3</sup>                                                                                  |       |                                           |        |
| VISCOSIDADE COND. OPER.                                                                                                                      |                 | 17,4 x 10 <sup>-3</sup> cP                                                                               |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| QUANTIDADE                                                                                                                                   |                 | 01                                                                                                       |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>MODELO</b>                                                                                                                                |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                                            |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| <p><b>NOTAS : (1) CONFORME ESPECIFICAÇÕES DO FABRICANTE.</b><br/><b>(2) A SER DEFINIDO PELO FABRICANTE.</b></p>                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
|                                                                                                                                              |                 |                                                                                                          |       |                                           |        |
| 0                                                                                                                                            | EMISSÃO INICIAL | 28/03/12                                                                                                 | AP    | FM                                        | LC     |
| REV.                                                                                                                                         | DESCRIÇÃO       | DATA                                                                                                     | EXEC. | CONF.                                     | APROV. |

|                                                                                                                                             |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|
|  <p><b>AQUAPRO</b><br/>Engenheiros Associados S/C Ltda.</p> |                        | <p align="center"><b>FOLHA DE DADOS</b></p> <p align="center"><b>ANALISADOR DE pH</b></p> |                                               | <p>Documento :<br/>AC-0126-12-FDI-007</p> |              |
|                                                                                                                                             |                        |                                                                                           |                                               | <p>Folha :<br/>1 de 1</p>                 |              |
| <p><b>CLIENTE: C.T.R.S. – D.F.</b></p> <p><b>PROJETO: Estação de Pré Tratamento de Chorume</b></p>                                          |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                                        |                        | AIC-01                                                                                    | AIC-02                                        |                                           |              |
| <b>SERVIÇO</b>                                                                                                                              |                        | Controle de pH nas bacias<br>BC-01 A/B                                                    | Controle de pH no Valo de<br>Oxidação – TQ-08 |                                           |              |
| <b>FLUXOGRAMA</b>                                                                                                                           |                        | AC-0126-12-P002                                                                           | AC-0126-12-P002                               |                                           |              |
| <b>GERAL</b>                                                                                                                                |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
| <b>MEDIDOR</b>                                                                                                                              |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                 |                        | Eletrônico                                                                                | Eletrônico                                    |                                           |              |
| <b>FUNÇÃO</b>                                                                                                                               |                        | Indicador/Transmissor/Controlador                                                         | Indicador/Transmissor/Controlador             |                                           |              |
| <b>ALIMENTAÇÃO</b>                                                                                                                          |                        | 24 Vcc                                                                                    | 24 Vcc                                        |                                           |              |
| <b>SINAL DE SAÍDA</b>                                                                                                                       |                        | 4 - 20 mA                                                                                 | 4 - 20 mA                                     |                                           |              |
| <b>INDICADOR</b>                                                                                                                            |                        | Sim                                                                                       | Sim                                           |                                           |              |
| <b>FAIXA</b>                                                                                                                                |                        | 0 - 14 pH                                                                                 | 0 - 14 pH                                     |                                           |              |
| <b>PRECISÃO</b>                                                                                                                             |                        | 0,5 %                                                                                     | 0,5 %                                         |                                           |              |
| <b>COMPENSAÇÃO DE TEMPERATURA</b>                                                                                                           |                        | Automática                                                                                | Automática                                    |                                           |              |
| <b>MATERIAL DA CAIXA</b>                                                                                                                    |                        | Plástico                                                                                  | Plástico                                      |                                           |              |
| <b>CLASSIF. DA CAIXA</b>                                                                                                                    |                        | IP 65                                                                                     | IP 65                                         |                                           |              |
| <b>MONTAGEM</b>                                                                                                                             |                        | Suporte                                                                                   | Suporte                                       |                                           |              |
| <b>CONEXÃO ELÉTRICA</b>                                                                                                                     |                        | Prensa Cabo ½" NPT                                                                        | Prensa Cabo ½" NPT                            |                                           |              |
| <b>SONDA ( 1 )</b>                                                                                                                          |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
| <b>TAG</b>                                                                                                                                  |                        | AE-01                                                                                     | AE-02                                         |                                           |              |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                 |                        | Imersão ( 1 )                                                                             | Imersão ( 1 )                                 |                                           |              |
| <b>MATERIAL DA Sonda</b>                                                                                                                    |                        | Polipropileno                                                                             | Polipropileno                                 |                                           |              |
| <b>MATERIAL DO ELETRODO</b>                                                                                                                 |                        | Vidro                                                                                     | Vidro                                         |                                           |              |
| <b>COMPRIMENTO DO CABO</b>                                                                                                                  |                        | 10 m                                                                                      | 10 m                                          |                                           |              |
| <b>RANGE</b>                                                                                                                                |                        | 0 – 14 pH                                                                                 | 0 – 14 pH                                     |                                           |              |
| <b>PT100 COMBINADO</b>                                                                                                                      |                        | Sim                                                                                       | Sim                                           |                                           |              |
| <b>ACESSÓRIOS</b>                                                                                                                           |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
| <b>MATERIAIS PARA MONTAGEM</b>                                                                                                              |                        | Sim                                                                                       | Sim                                           |                                           |              |
| <b>PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO</b>                                                                                                            |                        | Sim                                                                                       | Sim                                           |                                           |              |
| <b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>                                                                                                                |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
| <b>FLUIDO</b>                                                                                                                               |                        | Chorume Bruto                                                                             | Chorume                                       |                                           |              |
| <b>VAZÃO NORMAL – MÁXIMA</b>                                                                                                                |                        | 0 / 120 m3/h                                                                              | 0 / 120 m3/h                                  |                                           |              |
| <b>PRESSÃO NORMAL – MÁXIMA</b>                                                                                                              |                        | Atmosférica                                                                               | Atmosférica                                   |                                           |              |
| <b>TEMPERATURA NORMAL - MÁXIMA</b>                                                                                                          |                        | 30 a 40 °C                                                                                | 30 a 40 °C                                    |                                           |              |
| <b>DENSIDADE COND. OPER.</b>                                                                                                                |                        | ~1,0                                                                                      | ~1,0                                          |                                           |              |
| <b>VISCOSIDADE COND. OPER.</b>                                                                                                              |                        | ~1,0 cP                                                                                   | ~1,0 cP                                       |                                           |              |
| <b>PRESENÇA DE ÓLEO</b>                                                                                                                     |                        | Não                                                                                       | Não                                           |                                           |              |
| <b>PRESENÇA DE SÓLIDOS</b>                                                                                                                  |                        | Sim                                                                                       | Sim                                           |                                           |              |
| <b>MODELO</b>                                                                                                                               |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
| <b>FABRICANTE</b>                                                                                                                           |                        | ENDRESS + HAUSER ou similar                                                               | ENDRESS + HAUSER ou similar                   |                                           |              |
| <p><b>NOTAS : (1) A Sonda deve ser montada em tubulação horizontal</b></p>                                                                  |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
|                                                                                                                                             |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
|                                                                                                                                             |                        |                                                                                           |                                               |                                           |              |
| <b>0</b>                                                                                                                                    | <b>EMISSÃO INICIAL</b> | <b>28/03/12</b>                                                                           | <b>A.P.</b>                                   | <b>F.M.</b>                               | <b>L.C.</b>  |
| <b>REV.</b>                                                                                                                                 | <b>DESCRIÇÃO</b>       | <b>DATA</b>                                                                               | <b>EXEC.</b>                                  | <b>CONF.</b>                              | <b>APROV</b> |

## **ANEXO 5**

### **Espécies indicadas para formação da barreira vegetal**

**Tabela 1: Espécies de pequeno porte (até 6 m, aproximadamente).**

Legenda: fl – florífera, fr – frutífera (para a fauna), me – medicinal, or – ornamental, (\*) – espécie identificada no EIA-RIMA do Aterro Sanitário de Brasília.

| Nº | Nome científico                      | Nome popular                         | Caracter.         | Porte |
|----|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------|
| 01 | <i>Acosmium dasycarpum</i> *         | Amargosinha                          | fl, or            | P     |
| 02 | <i>Brosimum guadichaudii</i> *       | Mama-cadela                          | fr, me            | P     |
| 03 | <i>Byrsonima coccolobifolia</i> *    | Murici-roca                          | fl, fr, me,<br>or | P     |
| 04 | <i>Byrsonima verbascifolia</i> *     | Muricizão                            | fl, fr, me,<br>or | P     |
| 05 | <i>Casearia sylvestris</i> *         | Guaçatonga, língua-de-tamanduá       | fr, me            | P     |
| 06 | <i>Connarus suberosus</i> *          | Araruta-do-campo                     | me                | P     |
| 07 | <i>Diospyrus burchellii</i> *        | Olho-de-boi                          | fr                | P     |
| 08 | <i>Enterolobium gumiferum</i> *      | Orelha-de-macaco, timburi-do-cerrado | me, or            | P     |
| 09 | <i>Erythroxylum deciduum</i> *       | Fruta-de-pomba, cocão                | fr                | P     |
| 10 | <i>Erythroxylum suberosum</i> *      | Mercúrio-do-campo                    | fr                | P     |
| 11 | <i>Erythroxylum tortuosum</i> *      | Mercúrio-do-campo                    | fr                | P     |
| 12 | <i>Eugenia dysenterica</i>           | Cagaita                              | fl, fr            | P     |
| 13 | <i>Guapira noxia</i> *               | Caparrosa                            | fr                | P     |
| 14 | <i>Himatanthus obovatus</i>          | Pau-de-leite                         | fl, or            | P     |
| 15 | <i>Jacaranda puberula</i>            | Caroba-roxa                          | fl, or            | P     |
| 16 | <i>Kielmeyera coriacea</i> *         | Pau-santo                            | fl, or            | P     |
| 17 | <i>Kielmeyera speciosa</i> *         | Pau-santo                            | fl, or            | P     |
| 18 | <i>Lafoensia pacari</i> *            | Dedaleira                            | fl, me, or        | P     |
| 19 | <i>Myrsine guianensis</i>            | Cafezinho                            | fr, or            | P     |
| 20 | <i>Neea theifera</i>                 | Caparrosa-branca                     | fr                | P     |
| 21 | <i>Ouratea hexasperma</i> *          | Vassoura-de-bruxa                    | fl, or            | P     |
| 22 | <i>Palicourea rigida</i>             | Chapéu-de-couro, gritadeira          | fl, or            | P     |
| 23 | <i>Qualea multiflora</i>             | Pau-terra-liso                       | fl, or            | P     |
| 24 | <i>Stryphnodendron adstringens</i> * | Barbatimão                           | me                | P     |
| 25 | <i>Styrax ferrugineus</i> *          | Benjoeiro, laranjinha-do-cerrado     | fl, me, or        | P     |
| 26 | <i>Tibouchina candolleana</i>        | quaresmeira                          | fl, or            | P     |

**Tabela 2.: Espécies de médio porte (de 6 a 12 m, aproximadamente).**

Legenda: fl – florífera, fr – frutífera (para a fauna), me – medicinal, or – ornamental , (\*) – espécie identificada no EIA-RIMA do Aterro Sanitário de Brasília.

| Nº | Nome científico                  | Nome popular                               | Caracter.  | Porte |
|----|----------------------------------|--------------------------------------------|------------|-------|
| 01 | <i>Andira paniculata*</i>        | Mata-barata                                | fl, or     | M     |
| 02 | <i>Aspidosperma macrocarpon*</i> | Guatambu-do-cerrado                        | or         | M     |
| 03 | <i>Aspidosperma tomentosum*</i>  | Peroba-do-cerrado                          | or         | M     |
| 04 | <i>Astronium fraxinifolium</i>   | Gongalo-alves                              | or         | M     |
| 05 | <i>Austroplenckia populnea*</i>  | Marmelinho-do-cerrado                      | or         | M     |
| 06 | <i>Callisthene major</i>         | Itapicuru, itapína, pau-terra-do-mato      | fl, me, or | M     |
| 07 | <i>Cordia sellowiana</i>         | Louro-mole, mata-fome                      | fr         | M     |
| 08 | <i>Cupania vernalis</i>          | Camboatá                                   | fr, pi     | M     |
| 09 | <i>Curatella americana*</i>      | Lixeira                                    | fr         | M     |
| 10 | <i>Cybistax antisyphilitica</i>  | Ipê-verde                                  | me         | M     |
| 11 | <i>Dimorphandra mollis*</i>      | Falso-barbatimão                           | -          | M     |
| 12 | <i>Eriotheca gracilipes</i>      | Paineira-do-campo                          | fl, or     | M     |
| 13 | <i>Eriotheca pubescens*</i>      | Paineira-do-cerrado                        | fl, or     | M     |
| 14 | <i>Guettarda viburnoides</i>     | Veludo-branco                              | fr, or     | M     |
| 15 | <i>Inga cylindrica</i>           | Ingá-feijão                                | fr         | M     |
| 16 | <i>Inga laurina</i>              | Ingá-mirim                                 | fl, fr,    | M     |
| 17 | <i>Lithraea molleoides</i>       | Aroeira-branca                             | pi         | M     |
| 18 | <i>Machaerium acutifolium*</i>   | Jacarandá-bico-de-papagaio                 | me, or     | M     |
| 19 | <i>Machaerium opacum*</i>        | Jacarandá-cascudo, jacarandá               | or         | M     |
| 20 | <i>Magonia pubescens*</i>        | Tingui                                     | me, or     | M     |
| 21 | <i>Maprounea guianensis</i>      | cascudinho                                 | me, or     | M     |
| 22 | <i>Matayba guianensis</i>        | Cuvantã                                    | fr         | M     |
| 23 | <i>Ouratea castanaefolia</i>     | Farinha-seca, folha-de-castanha            | fl, or     | M     |
| 24 | <i>Pera glabrata</i>             | tabocuva                                   | fr, or     | M     |
| 25 | <i>Physocalymma scaberrimum</i>  | Pau-de-rosas, nó-de-porco                  | Fl, or     | M     |
| 26 | <i>Platymenia reticulata*</i>    | Vinhático                                  | me, or     | M     |
| 27 | <i>Platypodium elegans</i>       | Amendoim-do-campo, canzileiro              | fl, or     | M     |
| 28 | <i>Pouteria torta</i>            | Grão-de-galo                               | fr         | M     |
| 29 | <i>Pseudobombax tomentosum</i>   | Embiruçu, embiruçu-peludo                  | fl, fr     | M     |
| 30 | <i>Qualea grandiflora*</i>       | Pau-terra-grande                           | fl, or     | M     |
| 31 | <i>Qualea parviflora*</i>        | Pau-terra-roxo, pau-terra-de-flor-miudinha | fl, or     | M     |
| 32 | <i>Roupala montana*</i>          | Carne-de-vaca                              | or         | M     |
| 33 | <i>Salacia 22crassiflora*</i>    | Bacupari-do-cerrado                        | fr, me     | M     |
| 34 | <i>Schefflera macrocarpa*</i>    | Mandiocão-do-cerrado, mandioqueiro         | fr, or     | M     |
| 35 | <i>Sclerolobium aureum*</i>      | Carvoeiro                                  | me         | M     |
| 36 | <i>Sclerolobium paniculatum*</i> | carvoeiro                                  | -          | M     |
| 37 | <i>Simarouba versicolor</i>      | Marupá, simaruba                           | fr, me, or | M     |
| 38 | <i>Strychnos pseudoquina*</i>    | Quina                                      | fr, me     | M     |
| 39 | <i>Styrax camporum</i>           | Cuia-do-mato, laranjinha-do-mato           | fl, me, or | M     |

|    |                               |                        |            |   |
|----|-------------------------------|------------------------|------------|---|
| 40 | <i>Tabebuia ochracea</i> *    | Ipê-amarelo-do-cerrado | fl, me, or | M |
| 41 | <i>Vatairea macrocarpa</i>    | amargosa               | fl, me, or | M |
| 42 | <i>Vochysia elliptica</i>     | Pau-doce               | fl, me, or | M |
| 43 | <i>Vochysia rufa</i> *        | Pau-doce               | fl, or     | M |
| 44 | <i>Vochysia thyrsoides</i>    | Gomeira                | fl, me, or | M |
| 45 | <i>Vochysia tucanorum</i>     | Fruta-de-tucano        | fl, or     | M |
| 46 | <i>Vitex polygama</i>         | tarumã                 | fl, fr, or | M |
| 47 | <i>Xylopia aromatica</i> *    | Pimenta-de-macaco      | fl, fr     | M |
| 48 | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> | Mamica-de-porca        | fr         | M |

**Tabela 3.: Espécies de grande porte (acima de 12 m, aproximadamente).**

Legenda: fl – florífera, fr – frutífera (para a fauna), me – medicinal, or – ornamental , (\*) – espécie identificada no EIA-RIMA do Aterro Sanitário de Brasília.

| Nº | Nome científico                                    | Nome popular                        | Caracter.   | Porte |
|----|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------|
| 01 | <i>Acacia polyphylla</i>                           | Monjoleiro                          | or          | G     |
| 02 | <i>Agonandra brasiliensis</i> *                    | Cerveja-de-pobre                    | me, or      | G     |
| 03 | <i>Anadenanthera colubrina</i>                     | Angico-branco                       | or          | G     |
| 04 | <i>Anadenanthera macrocarpa</i>                    | Angico, angico-vermelho             | or          | G     |
| 05 | <i>Apuleia leiocarpa</i>                           | Garapa, grápia                      | or          | G     |
| 06 | <i>Aspidosperma subincanum</i> *                   | Guatambu-vermelho                   | or          | G     |
| 07 | <i>Astronium graveolens</i>                        | Guaritá                             | or          | G     |
| 08 | <i>Blepharocalyx salicifolius</i>                  | Maria-preta                         | fr, or      | G     |
| 09 | <i>Bowdichia virgilioides</i> *                    | Sucupira-preta                      | fl, me, or, | G     |
| 10 | <i>Copaifera langsdorfii</i>                       | copaíba                             | fr, me, or  | G     |
| 11 | <i>Dalbergia miscolobium</i> *                     | Jacarandá-do-cerrado, sapuvussu     | fl, or      | G     |
| 12 | <i>Eriotheca candolleana</i>                       | Catuaba, embiruçu                   | fl, r       | G     |
| 13 | <i>Guazuma ulmifolia</i>                           | Mutambo                             | fr          | G     |
| 14 | <i>Myracrodunon urundeuva</i>                      | Aroeira                             | or          | G     |
| 15 | <i>Myroxylon peruiferum</i>                        | Cabrepúva-vermelha                  | or          | G     |
| 16 | <i>Ocotea corymbosa</i>                            | Canela-corvo, canela-fedida         | fr, or      | G     |
| 17 | <i>Peltophorum dubium</i> *                        | Canafístula                         | fl, or      | G     |
| 18 | <i>Pouteria ramiflora</i> *                        | Curíola                             | fr          | G     |
| 19 | <i>Protium heptaphyllum</i>                        | Amescla, almecega                   | fr          | G     |
| 20 | <i>Pseudobombax longiflorum</i> *                  | Embiruçu, mamonarana                | fl, or      | G     |
| 21 | <i>Pterodon emarginatus (Pterodon pubescens)</i> * | Sucupira-branca                     | fl, or, me  | G     |
| 22 | <i>Salvertia convallariodora</i> *                 | Colher-de-vaqueiro, chapéu-de-couro | fl, me, or  | G     |
| 23 | <i>Simarouba amara</i>                             | Marupá, simaruba                    | fr, or      | G     |
| 24 | <i>Tabebuia 3aurea</i> *                           | Caraibeira                          | fl, me, or  | G     |
| 25 | <i>Tabebuia serratifolia</i>                       | Pau-d'arco-amarelo                  | fl, or      | G     |
| 26 | <i>Tapirira guianensis</i>                         | Pau-pombo                           | fr, or      | G     |
| 27 | <i>Terminalia argentea</i> *                       | Capitão-do-campo                    | me, or      | G     |
| 28 | <i>Virola sebifera</i>                             | bicuiba                             | fr, me      | G     |
| 29 | <i>Zanthoxylum riedelianum</i> *                   | Mamica-de-porca                     | fr          | G     |

**Tabela 4.: Listagem geral.**

**Legenda:** fl – florífera, fr – frutífera (para a fauna), me – medicinal, or – ornamental , (\*) – espécie identificada no EIA-RIMA do Aterro Sanitário de Brasília.

**Porte** (aproximado): P – pequeno (até 6 m), M – médio (6 a 12 m), G – grande (acima de 12 m).

| Nº | Nome científico                   | Nome popular                          | Caracter.      | Porte |
|----|-----------------------------------|---------------------------------------|----------------|-------|
| 01 | <i>Acacia polyphylla</i>          | Monjoleiro                            | or             | G     |
| 02 | <i>Acosmium dasycarpum</i> *      | Amargosinha                           | fl, or         | P     |
| 03 | <i>Agonandra brasiliensis</i> *   | Cerveja-de-pobre                      | me, or         | G     |
| 04 | <i>Anadenanthera colubrina</i>    | Angico-branco                         | or             | G     |
| 05 | <i>Anadenanthera macrocarpa</i>   | Angico, angico-vermelho               | or             | G     |
| 06 | <i>Andira paniculata</i> *        | Mata-barata                           | fl, or         | M     |
| 07 | <i>Apuleia leiocarpa</i>          | Garapa, grápia                        | or             | G     |
| 08 | <i>Aspidosperma macrocarpon</i> * | Guatambu-do-cerrado                   | or             | M     |
| 09 | <i>Aspidosperma subincanum</i> *  | Guatambu-vermelho                     | or             | G     |
| 10 | <i>Aspidosperma tomentosum</i> *  | Peroba-do-cerrado                     | or             | M     |
| 11 | <i>Astronium fraxinifolium</i>    | Gongalo-alves                         | or             | M     |
| 12 | <i>Astronium graveolens</i>       | Guaritá                               | or             | G     |
| 13 | <i>Austroplenckia populnea</i> *  | Marmelinho-do-cerrado                 | or             | M     |
| 14 | <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | Maria-preta                           | fr, or         | G     |
| 15 | <i>Bowdichia virgilioides</i> *   | Sucupira-preta                        | fl, me, or,    | G     |
| 16 | <i>Brosimum guadichaudii</i> *    | Mama-cadela                           | fr, me         | P     |
| 17 | <i>Byrsonima coccolobifolia</i> * | Murici-roca                           | fl, fr, me, or | P     |
| 18 | <i>Byrsonima verbascifolia</i> *  | Muricizão                             | fl, fr, me, or | P     |
| 19 | <i>Callisthene major</i>          | Itapicuru, itapína, pau-terra-do-mato | fl, me, or     | M     |
| 20 | <i>Casearia sylvestris</i> *      | Guaçatonga, língua-de-tamanduá        | fr, me         | P     |
| 21 | <i>Conarus suberosus</i> *        | Araruta-do-campo                      | me             | P     |
| 22 | <i>Copaifera langsdorfii</i>      | copaíba                               | fr, me, or     | G     |
| 23 | <i>Cordia sellowiana</i>          | Louro-mole, mata-fome                 | fr             | M     |
| 24 | <i>Cupania vernalis</i>           | Camboatá                              | fr, pi         | M     |
| 25 | <i>Curatella americana</i> *      | Lixeira                               | fr             | M     |
| 26 | <i>Cyristax antisiphilitica</i>   | Ipê-verde                             | me             | M     |
| 27 | <i>Dalbergia miscolobium</i> *    | Jacarandá-do-cerrado, sapuvussu       | fl, or         | G     |
| 28 | <i>Dimorphandra mollis</i> *      | Falso-barbatimão                      | -              | M     |
| 29 | <i>Diospyrus burchellii</i> *     | Olho-de-boi                           | fr             | P     |
| 30 | <i>Enterolobium gumiferum</i> *   | Orelha-de-macaco, timburi-do-cerrado  | me, or         | P     |
| 31 | <i>Eriotheca candolleana</i>      | Catuaba, embiruçu                     | fl, r          | G     |
| 32 | <i>Eriotheca gracilipes</i>       | Paineira-do-campo                     | fl, or         | M     |
| 33 | <i>Eriotheca pubescens</i> *      | Paineira-do-cerrado                   | fl, or         | M     |
| 34 | <i>Erythroxylum deciduum</i> *    | Fruta-de-pomba, cocão                 | fr             | P     |
| 35 | <i>Erythroxylum suberosum</i> *   | Mercúrio-do-campo                     | fr             | P     |



|    |                                                    |                                            |            |   |
|----|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------|---|
| 36 | <i>Erythroxylum tortuosum</i> *                    | Mercúrio-do-campo                          | fr         | P |
| 37 | <i>Eugenia dysenterica</i>                         | Cagaíta                                    | fl, fr     | P |
| 38 | <i>Guapira noxia</i> *                             | Caparrosa                                  | fr         | P |
| 39 | <i>Guazuma ulmifolia</i>                           | Mutambo                                    | fr         | G |
| 40 | <i>Guettarda viburnoides</i>                       | Veludo-branco                              | fr, or     | M |
| 41 | <i>Himatanthus obovatus</i>                        | Pau-de-leite                               | fl, or     | P |
| 42 | <i>Inga cylindrica</i>                             | Ingá-feijão                                | fr         | M |
| 43 | <i>Inga laurina</i>                                | Ingá-mirim                                 | fl, fr,    | M |
| 44 | <i>Jacaranda puberula</i>                          | Caroba-roxa                                | fl, or     | P |
| 45 | <i>Kielmeyera coriacea</i> *                       | Pau-santo                                  | fl, or     | P |
| 46 | <i>Kielmeyera speciosa</i> *                       | Pau-santo                                  | fl, or     | P |
| 47 | <i>Lafoensia pacari</i> *                          | Dedaleira                                  | fl, me, or | M |
| 48 | <i>Lithraea molleoides</i>                         | Aroeira-branca                             | pi         | M |
| 49 | <i>Machaerium acutifolium</i> *                    | Jacarandá-bico-de-papagaio                 | me, or     | M |
| 50 | <i>Machaerium opacum</i> *                         | Jacarandá-cascudo, jacarandá               | or         | M |
| 51 | <i>Magonia pubescens</i> *                         | Tingui                                     | me, or     | M |
| 52 | <i>Maprounea guianensis</i>                        | cascudinho                                 | me, or     | M |
| 53 | <i>Matayba guianensis</i>                          | Cuvantã                                    | fr         | M |
| 54 | <i>Myracrodunon urundeuva</i>                      | Aroeira                                    | or         | G |
| 55 | <i>Myroxylon peruiferum</i>                        | Cabrepúva-vermelha                         | or         | G |
| 56 | <i>Myrsine guianensis</i>                          | Cafezinho                                  | fr, or     | P |
| 57 | <i>Neea theifera</i>                               | Caparrosa-branca                           | fr         | P |
| 58 | <i>Ocotea corymbosa</i>                            | Canela-corvo, canela-fedida                | fr, or     | G |
| 59 | <i>Ouratea castanaefolia</i>                       | Farinha-seca, folha-de-castanha            | fl, or     | M |
| 60 | <i>Ouratea hexasperma</i> *                        | Vassoura-de-bruxa                          | fl, or     | P |
| 61 | <i>Palicourea rigida</i>                           | Cahapéu-de-couro, gritadeira               | fl, or     | P |
| 62 | <i>Peltophorum dubium</i> *                        | Canafístula                                | fl, or     | G |
| 63 | <i>Pera glabrata</i>                               | tabocuva                                   | fr, or     | M |
| 64 | <i>Physocalymma scaberrimum</i>                    | Pau-de-rosas, nó-de-porco                  | Fl, or     | M |
| 65 | <i>Platymenia reticulata</i> *                     | Vinhático                                  | me, or     | M |
| 66 | <i>Platypodium elegans</i>                         | Amendoim-do-campo, canzileiro              | fl, or     | M |
| 67 | <i>Pouteria ramiflora</i> *                        | Curíola                                    | fr         | G |
| 68 | <i>Pouteria torta</i>                              | Grão-de-galo                               | fr         | M |
| 69 | <i>Protium heptaphyllum</i>                        | Amescla, almecega                          | fr         | G |
| 70 | <i>Pseudobombax longiflorum</i> *                  | Embiruçu, mamonarana                       | fl, or     | G |
| 71 | <i>Pseudobombax tomentosum</i>                     | Embiruçu, embiruçu-peludo                  | fl, fr     | M |
| 72 | <i>Pterodon emarginatus (Pterodon pubescens)</i> * | Sucupira-branca                            | fl, or, me | G |
| 73 | <i>Qualea grandiflora</i> *                        | Pau-terra-grande                           | fl, or     | M |
| 74 | <i>Qualea multiflora</i>                           | Pau-terra-liso                             | fl, or     | P |
| 75 | <i>Qualea parviflora</i> *                         | Pau-terra-roxo, pau-terra-de-flor-miudinha | fl, or     | M |
| 76 | <i>Roupala montana</i> *                           | Carne-de-vaca                              | or         | M |
| 77 | <i>Salacia 55crassiflora</i> *                     | Bacupari-do-cerrado                        | fr, me     | M |
| 78 | <i>Salvertia convallariodora</i> *                 | Colher-de-vaqueiro, chapéu-de-couro        | fl, me, or | G |
| 79 | <i>Schefflera macrocarpa</i> *                     | Mandiocão-do-cerrado, mandioqueiro         | fr, or     | M |
| 80 | <i>Sclerolobium aureum</i> *                       | Carvoeiro                                  | me         | M |

|     |                                      |                                  |            |   |
|-----|--------------------------------------|----------------------------------|------------|---|
| 81  | <i>Sclerolobium paniculatum</i> *    | carvoeiro                        | -          | M |
| 82  | <i>Simarouba amara</i>               | Marupá, simaruba                 | fr, or     | G |
| 83  | <i>Simarouba versicolor</i>          | Marupá, simaruba                 | fr, me, or | M |
| 84  | <i>Strychnos pseudoquina</i> *       | Quina                            | fr, me     | M |
| 85  | <i>Stryphnodendron adstringens</i> * | Barbatimão                       | me         | P |
| 86  | <i>Styrax camporum</i>               | Cuia-do-mato, laranjinha-do-mato | fl, me, or | M |
| 87  | <i>Styrax ferrugineus</i> *          | Benjoeiro, laranjinha-do-cerrado | fl, me, or | P |
| 88  | <i>Tabebuia 6urea</i> *              | Caraibeira                       | fl, me, or | G |
| 89  | <i>Tabebuia ochracea</i> *           | Ipê-amarelo-do-cerrado           | fl, me, or | M |
| 90  | <i>Tabebuia serratifolia</i>         | Pau-d'arco-amarelo               | fl, or     | G |
| 91  | <i>Tapirira guianensis</i>           | Pau-pombo                        | fr, or     | G |
| 92  | <i>Terminalia argentea</i> *         | Capitão-do-campo                 | me, or     | G |
| 93  | <i>Tibouchina candolleana</i>        | quaresmeira                      | fl, or     | P |
| 94  | <i>Vatairea macrocarpa</i>           | amargosa                         | fl, me, or | M |
| 95  | <i>Virola sebifera</i>               | bicuíba                          | fr, me     | G |
| 96  | <i>Vochysia elliptica</i>            | Pau-doce                         | fl, me, or | M |
| 97  | <i>Vochysia rufa</i> *               | Pau-doce                         | fl, or     | M |
| 98  | <i>Vochysia thyrsoidea</i>           | Gomeira                          | fl, me, or | M |
| 99  | <i>Vochysia tucanorum</i>            | Fruta-de-tucano                  | fl, or     | M |
| 100 | <i>Vitex polygama</i>                | tarumã                           | fl, fr, or | G |
| 101 | <i>Xylopia aromatica</i> *           | Pimenta-de-macaco                | fl, fr     | P |
| 102 | <i>Zanthoxylum riedelianum</i> *     | Mamica-de-porca                  | fr         | G |
| 103 | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i>        | Mamica-de-porca                  | fr         | M |

## **ANEXO 6**

### **Mudas de espécies nativas fornecidas pelos viveiros particulares**

## 1. Viveiro II NOVACAP

| Viveiro II NOVACAP              |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| Nome científico                 | Nome popular        |
| <i>Albizia hassleri</i>         | Angico-farinha-seca |
| <i>Astronium fraxinnifolium</i> | Gonçalo-alves       |
| <i>Cariniana estrellensis</i>   | Jequitibá-rosa      |
| <i>Cedrela fissilis</i>         | Cedro               |
| <i>Eugenia dysenterica</i>      | Cagaita             |
| <i>Inga fagifolia</i>           | Ingá mirim          |
| <i>Myracrodunon urundeuva</i>   | Aroeira             |
| <i>Pithecollobium samam</i>     | Casca-basão         |
| <i>Sterculia striata</i>        | Chichá              |
| <i>Tabebuia chrysotricha</i>    | Ipê-amarelo-peludo  |
| <i>Tabebuia impetiginosa</i>    | Ipê-roxo            |
| <i>Tabebuia serratifolia</i>    | Ipê amarelo         |
| <i>Tapirira guianensis</i>      | Pombeiro            |
| <i>Terminalia tomentosa</i>     | Piúna               |
| <i>Vitex polygama</i>           | Tarumã              |
| <i>Xylopia aromatica</i>        | Pimenta-de-macaco   |

## 2. Viveiro Ipê

Fone: (062) 3208-2400 ou (061) 9618-2454 - Francisco

Site: <http://www.viveiroipe.com.br/pt-br/index.php>

e-mail: [francisco.paulocaio@gmail.com](mailto:francisco.paulocaio@gmail.com)

| Viveiro Ipê                       |                      |           |             |
|-----------------------------------|----------------------|-----------|-------------|
| Nome científico                   | Nome popular         | Porte (m) | Custo (R\$) |
| <i>Albizia niopoides</i>          | Angico-branco        | -         | Consultar   |
| <i>Albizia hasslerii</i>          | Farinha-seca         | -         | Consultar   |
| <i>Amburana cearensis</i>         | Amburana             | -         | Consultar   |
| <i>Anacardium occidentale</i>     | Cajú                 | 0,5       | 9,00        |
| <i>Anacardium occidentale</i>     | Cajuzinho-do-cerrado | -         | Consultar   |
| <i>Anadenanthera colubrina</i>    | Angico               | 0,5       | 9,00        |
| <i>Anadenanthera macrocarpa</i>   | Angico-rajado        | -         | Consultar   |
| <i>Anadenanthera peregrina</i>    | Angico-vermelho      | -         | Consultar   |
| <i>Andira anthelmia</i>           | Angelim amargoso     | -         | Consultar   |
| <i>Annona crassifolia</i>         | Araticum             | -         | Consultar   |
| <i>Apeiba tibourbou</i>           | Pente-de-macaco      | -         | consultar   |
| <i>Apuleia mollaris</i>           | Garapa               | -         | Consultar   |
| <i>Aspidosperma discolor</i>      | Canela-de-velho      | -         | Consultar   |
| <i>Aspidosperma macrocarpum</i>   | Guatambu-carteiro    | -         | Consultar   |
| <i>Aspidosperma polyneurom</i>    | Peroba-rosa          | -         | Consultar   |
| <i>Aspidosperma subincanum</i>    | guatambu             | -         | Consultar   |
| <i>Astronium fraxinifolium</i>    | Gonçalo-alves        | -         | Consultar   |
| <i>Astronium graveolens</i>       | Guaritá              | 0,5       | 9,00        |
| <i>Bixa orellana</i>              | Urucum               | 0,5       | 9,00        |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | Maria-preta          | -         | Consultar   |
| <i>Bowdichia virgiliodes</i>      | Sucupira-preta       | -         | Consultar   |
| <i>Brosimum gaudichaudii</i>      | Mama-cadela          | -         | Consultar   |

|                                                   |                              |     |           |
|---------------------------------------------------|------------------------------|-----|-----------|
| <i>Buchenavia tomentosa</i>                       | Tarumana                     | -   | Consultar |
| <i>Byrsonima basiloba</i>                         | Murici-do-campo              | -   | Consultar |
| <i>Caesalpinia echinata</i>                       | Pau-brasil                   | 0,5 | 9,00      |
| <i>Caesalpinia ferrea</i>                         | Pau-ferro                    | 0,5 | 9,00      |
| <i>Calophyllum brasiliense</i>                    | Guanandi, landim             | 0,5 | 9,00      |
| <i>Campomanesia guazumifolia</i>                  | Gabiroba                     | -   | Consultar |
| <i>Cariniana estrellensis</i>                     | Jequitibá-branco             | -   | Consultar |
| <i>Cariniana legalis</i>                          | Jequitibá-rosa               | -   | Consultar |
| <i>Caryocar brasiliense</i>                       | Pequizeiro                   | -   | Consultar |
| <i>Cecropia pachystachya</i>                      | Embaúba                      | -   | Consultar |
| <i>Ceiba speciosa</i>                             | Paineira                     | 0,5 | 9,00      |
| <i>Citharexylum myrianthum</i>                    | Pua-pombo                    | -   | Consultar |
| <i>Copaifera langsdorfii</i>                      | Copaíba                      | -   | Consultar |
| <i>Cordia glabrata</i>                            | Louro-branco                 | -   | Consultar |
| <i>Cordia sellowiana</i>                          | Louro-mole                   | -   | Consultar |
| <i>Chorisia speciosa</i>                          | Paineira                     | -   | Consultar |
| <i>Cybistax antisyphillitica</i>                  | Ipê-verde                    | -   | Consultar |
| <i>Dalbergia nigra</i>                            | Jacarandá-da-bahia           | 0,5 | 9,00      |
| <i>Didymopanax morototoni</i>                     | Mandiocão                    | -   | Consultar |
| <i>Dilodendron bipinnatum</i>                     | Mamoninha, maria-preta       | 0,5 | 9,00      |
| <i>Dimorphandra mollis</i>                        | Faveira                      | -   | Consultar |
| <i>Dypteryx alata</i>                             | Baru                         | -   | Consultar |
| <i>Emmotum nitens</i>                             | Pau-sobre                    | -   | Consultar |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i>              | Tamboril                     | 0,5 | 9,00      |
| <i>Erythrina crista-galli</i>                     | Mulungu                      | 0,5 | 9,00      |
| <i>Eugenia dysenterica</i>                        | Cagaita                      | 0,5 | 9,00      |
| <i>Eugenia involucrata</i>                        | Cereja-do-rio-grande         | -   | Consultar |
| <i>Eugenia uniflora</i>                           | Pitanga                      | 0,5 | 9,00      |
| <i>Eugenia uvalha</i>                             | Uvaia                        | 0,5 | 9,00      |
| <i>Euterpe oleracea</i>                           | Açaí                         | -   | Consultar |
| <i>Euterpe precatoria</i>                         | Açaí                         | 0,5 | 9,00      |
| <i>Genipa americana</i>                           | Jenipapo                     | 0,5 | 9,00      |
| <i>Guarea guidonia</i>                            | Marinheiro                   | 0,5 | 9,00      |
| <i>Guazuma ulmifolia</i>                          | Mutambo                      | 0,5 | 9,00      |
| <i>Guettarda viburnoides</i>                      | Jangada                      | -   | Consultar |
| <i>Hancornia speciosa</i>                         | Mangaba                      | -   | Consultar |
| <i>Handroanthus chrysotrichus</i>                 | Ipê-amarelo                  | 0,5 | 9,00      |
| <i>Handroanthus pentaphyllus</i>                  | Ipê-rosa                     | 0,5 | 9,00      |
| <i>Handroanthus serratifolius</i>                 | Ipê-peludo                   | 0,5 | 9,00      |
| <i>Hancornia speciosa</i>                         | Mangaba                      | 0,5 | 9,00      |
| <i>Hymenaea courbaril</i>                         | Jatobá                       | 0,5 | 9,00      |
| <i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> | Jatobá-da-mata               | -   | Consultar |
| <i>Inga cylindrica</i>                            | Ingá-feijão, ingá-cilíndrico | 0,5 | 9,00      |
| <i>Inga edulis</i>                                | Ingá-de-metro                | -   | Consultar |
| <i>Inga laurina</i>                               | Ingá-banana, ingá-mirim      | 0,5 | 9,00      |
| <i>Inga uruguensis</i>                            | Ingá-de-sapo                 | -   | Consultar |
| <i>Jacaranda brasiliana</i>                       | Jacarandá-bico-sapo          | -   | Consultar |

|                                    |                            |     |           |
|------------------------------------|----------------------------|-----|-----------|
| <i>Jacaranda cuspidifolia</i>      | Jacarandá-caroba           | -   | Consultar |
| <i>Jaracatia spinosa</i>           | Jaracatiá                  | -   | Consultar |
| <i>Lafoensia sp.</i>               | Mirindiba-rosa             | -   | Consultar |
| <i>Licania tomentosa</i>           | Oiti                       | -   | Consultar |
| <i>Lithraea molleoides</i>         | Aroeira-branca             | -   | Consultar |
| <i>Luehea divaricata</i>           | Açoita-cavalo              | 0,5 | 9,00      |
| <i>Luehea grandiflora</i>          | Açoita-cavalo              | -   | Consultar |
| <i>Machaerium aculeatum</i>        | Jacarandá-bico-de-pato     | -   | Consultar |
| <i>Machaerium opacum</i>           | Jacarandá-do-campo         | -   | Consultar |
| <i>Maclura tinctoria</i>           | Amoreira-branca            | -   | Consultar |
| <i>Magonia pubescens</i>           | Tingui                     | -   | Consultar |
| <i>Myracrodruon urundeuva</i>      | Aroeira, aroeira-preta     | 0,5 | 9,00      |
| <i>Myroxylum peruiferum</i>        | Bálsamo                    | -   | Consultar |
| <i>Myrcia cauliflora</i>           | Jabuticaba                 | 0,5 | 9,00      |
| <i>Ormosia arborea</i>             | Olho-de-boi, olho-de-cabra | 0,5 | 9,00      |
| <i>Pachira aquatica</i>            | Munguba                    | 0,5 | 9,00      |
| <i>Peltophorum dubium</i>          | Canafistula                | -   | Consultar |
| <i>Physocalymma scaberriumum</i>   | Nó-de-porco                | -   | Consultar |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i>      | Pau-jacaré                 | 0,5 | 9,00      |
| <i>Platymenia reticulata</i>       | Vinhático                  | -   | Consultar |
| <i>Platymiscium floribundum</i>    | Feijão-cru                 | -   | Consultar |
| <i>Platypodium elegans</i>         | Jacarandá-canvil           | -   | Consultar |
| <i>Plinia glomerata</i>            | Cabeludinha                | 0,5 | 9,00      |
| <i>Pouteria ramiflora</i>          | Abiu-do-cerrado            | 0,5 | 9,00      |
| <i>Pouteria torta</i>              | Guapeva                    | -   | Consultar |
| <i>Pseudobombax tomentosum</i>     | Embiruçu                   | -   | Consultar |
| <i>Psidium guajava</i>             | goiabeira                  | -   | Consultar |
| <i>Psidium 9araca</i>              | Araçá                      | 0,5 | 9,00      |
| <i>Pterocarpus violaceus</i>       | Pau-sangue                 | -   | Consultar |
| <i>Pterodon emarginatus</i>        | Sucupira-branca            | -   | Consultar |
| <i>Pterogyne nitens</i>            | Amendoim-bravo             | -   | Consultar |
| <i>Rapanea guianensis</i>          | Pororoca                   | -   | Consultar |
| <i>Rhamnidium elaeocarpus</i>      | Cafezinho                  | -   | Consultar |
| <i>Rheedia gardneriana</i>         | Bacupari                   | -   | Consultar |
| <i>Rollinia sericea</i>            | Pinha                      | 0,5 | 9,00      |
| <i>Roupala montana</i>             | Roupala                    | 0,5 | 9,00      |
| <i>Sapindus saponaria</i>          | Sabãozinho                 | -   | consultar |
| <i>Schinus molle</i>               | Aroeira-salsa              | -   | Consultar |
| <i>Schinus terebinthifolius</i>    | Aroeira-pimenteira         | -   | Consultar |
| <i>Schizolobium parahyba</i>       | Guapuruvu                  | -   | Consultar |
| <i>Spondias lutea</i>              | Cajazinho                  | -   | Consultar |
| <i>Sterculia chicha</i>            | chichá                     | -   | Consultar |
| <i>Stryphnodendron adstringens</i> | Barbatimão                 | -   | Consultar |
| <i>Swartzia acutifolia</i>         | Banha-de-galinha           | -   | Consultar |
| <i>Swietenia macrophylla</i>       | mogno                      | -   | Consultar |
| <i>Tabebuia aurea</i>              | Ipê-amarelo-do-cerrado     | 0,5 | 9,00      |
| <i>Tabebuia caraiba</i>            | Ipê-amarelo-do-cerrado     | -   | Consultar |
| <i>Tabebuia chrysotricha</i>       | Ipê-amarelo                | -   | Consultar |

|                                |                      |   |           |
|--------------------------------|----------------------|---|-----------|
| <i>Tabebuia heptaphylla</i>    | Ipê-roxo-sete-folhas | - | Consultar |
| <i>Tabebuia impetiginosa</i>   | Ipê-roxo-de-bola     | - | Consultar |
| <i>Tabebuia ochracea</i>       | Ipê-amarelo          | - | Consultar |
| <i>Tabebuia 1010roseo-alba</i> | Ipê-branco           | - | Consultar |
| <i>Tabebuia serratifolia</i>   | Ipê-amarelo          | - | Consultar |
| <i>Tabebuia vellozoi</i>       | Ipê-amarelo          | - | Consultar |
| <i>Terminalia argentea</i>     | Capitão-do-campo     | - | Consultar |
| <i>Tibouchina granulosa</i>    | Quaresmeira          | - | consultar |
| <i>Trema micrantha</i>         | Periquiteira         | - | Consultar |
| <i>Triplaris brasiliana</i>    | Pau-formiga          | - | Consultar |
| <i>Triplaris pachau</i>        | Pau-jaú              | - | Consultar |
| <i>Virola sebifera</i>         | Virola               | - | Consultar |
| <i>Vytex polygama</i>          | Tarumã               | - | Consultar |
| <i>Xylopia aromatica</i>       | Pimenteira-de-macaco | - | Consultar |
| <i>Xylopia emarginata</i>      | Pindaíba-do-brejo    | - | Consultar |
| <i>Zanthoxylum riedelianum</i> | Mamica-de-porca      | - | Consultar |

### 3. Viveiro do Jardim Botânico de Brasília

SMDB Conjunto 12 - Lago Sul

Fone (061) 9618-2454 - Francisco

Site. <http://www.jardimbotanico.df.gov.br/>

e-mail: [francisco.paulocaio@gmail.com](mailto:francisco.paulocaio@gmail.com)

| Viveiro do Jardim Botânico de Brasília |                        |           |             |
|----------------------------------------|------------------------|-----------|-------------|
| Nome científico                        | Nome popular           | Porte (m) | Custo (R\$) |
| <i>Anadenanthera colubrina</i>         | Angico                 | 1         | 8,00        |
| <i>Astronium graveolens</i>            | Guaitá                 | 1         | 8,00        |
| <i>Bixa orellana</i>                   | Urucum                 | 1         | 8,00        |
| <i>Calophyllum brasiliense</i>         | Landim/guanandi        | 1         | 8,00        |
| <i>Ceiba speciosa</i>                  | Paineira               | 1         | 8,00        |
| <i>Dalbergia nigra</i>                 | Jacarandá-do-cerrado   | 1         | 8,00        |
| <i>Dilodendron bipinnatum</i>          | Maria-preta            | 1         | 8,00        |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i>   | Tamboril               | 1         | 8,00        |
| <i>Erythrina crista-galli</i>          | Mulungu                | 1         | 8,00        |
| <i>Eugenia dysenterica</i>             | Cagaita                | 1         | 8,00        |
| <i>Eugenia uniflora</i>                | Pitanga                | 1         | 8,00        |
| <i>Eugenia uvalha</i>                  | Uvaia                  | 1         | 8,00        |
| <i>Handroanthus aureus</i>             | Ipê-amarelo-do-cerrado | 1         | 8,00        |
| <i>Handroanthus chrysotrichus</i>      | Ipê-amarelo            | 1         | 8,00        |
| <i>Inga laurina</i>                    | Ingá-mirim             | 1         | 8,00        |
| <i>Luehea divaricata</i>               | Açoita-cavalo          | 1         | 8,00        |
| <i>Myracrodruon urundeuva</i>          | Aroeira-preta          | 1         | 8,00        |
| <i>Myrcia cauliflora</i>               | Jabuticaba             | 1         | 8,00        |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i>          | Pau-jacaré             | 1         | 8,00        |
| <i>Plinia glomerata</i>                | Cabeludinha            | 1         | 8,00        |
| <i>Psidium sp.</i>                     | Araçá                  | 1         | 8,00        |

#### 4. Viveiro Mata Virgem

Rua 18 Chácara 691, Brasília

Fone: (61) 3368-4415

site: <http://www.matavirgem.net.br/>

e-mail: [matavirgem@matavirgembrazil.com.br](mailto:matavirgem@matavirgembrazil.com.br)

| Viveiro Mata Virgem                  |                        |                           |             |
|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------|
| Nome científico                      | Nome popular           | Mudas com 0,5 a 1m altura |             |
|                                      |                        | Porte (m)                 | Custo (R\$) |
| <i>Abarema cochliacarpus</i>         | Cascão-basão           | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Albizia hassleri</i>              | Farinha-seca           | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Amburana cearensis</i>            | Imburana               | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Anacardium occidentale</i>        | Cajú                   | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Anacardium sp.</i>                | Caju-do-cerrado        | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Anadenanthera colubrina</i>       | Angico                 | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Anadenanthera pavonina</i>        | Tento-carolina/cegavê  | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Aspidosperma macrocarpon</i>      | Guatambu               | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Astronium graveolens</i>          | Guaritá                | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Bauhinia spp.</i>                 | Pata-de-vaca           | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Brosimum gaudichaudii</i>         | Mama-cadela            | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Copaifera langsdorffii</i>        | Copaíba                | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Cybistax antisyphilitica</i>      | Ipê-verde              | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Dalbergia miscolobium</i>         | Jacarandá-do-cerrado   | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Dalbergia nigra</i>               | Jacarandá-da-bahia     | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Dilodendron bipinnatum</i>        | Maria-preta            | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Dipteryx alata</i>                | Baru                   | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> | Tamboril               | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Erythrina crista-galli</i>        | Mulungu                | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Eugenia dysenterica</i>           | Cagaita                | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Eugenia uniflora</i>              | Pitanga                | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Eugenia uvalha</i>                | Uvaia                  | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Euterpe precatoria</i>            | Açaí                   | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Genipa americana</i>              | Jenipapo               | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Guarea guidonia</i>               | Marinheiro             | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Guazuma ulmifolia</i>             | Mutamba                | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Handroanthus aureus</i>           | Ipê-amarelo-do-cerrado | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Handroanthus chrysotrichus</i>    | Ipê-amarelo            | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Handroanthus heptaphyllus</i>     | Ipê-roxo               | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Handroanthus roseo-albus</i>      | Ipê-branco             | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Handroanthus serratifolius</i>    | Ipê-peludo             | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Hancornia speciosa</i>            | Mangaba                | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Hymenaea courbaril</i>            | Jatobá                 | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Inga cylindrica</i>               | Ingá-cilíndrico        | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Inga laurina</i>                  | Ingá-mirim             | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Jacaranda cuspidifolia</i>        | Jacarandá-mimoso       | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Licania tomentosa</i>             | Balsamo                | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Luehea divaricata</i>             | Açoita-cavalo          | 0,5                       | 5,00        |
| <i>Mauritia flexuosa</i>             | Buriti                 | 0,5                       | 5,00        |



|                                |                 |     |      |
|--------------------------------|-----------------|-----|------|
| <i>Mimosa clausenii</i>        | Mimosa          | 0,5 | 5,00 |
| <i>Myracrodruon urundeuva</i>  | Aroeira-preta   | 0,5 | 5,00 |
| <i>Myrcia cauliflora</i>       | Jabuticaba      | 0,5 | 5,00 |
| <i>Myroxylon peruiferum</i>    | Balsamo         | 0,5 | 5,00 |
| <i>Ormosia arborea</i>         | Olho-de-cabra   | 0,5 | 5,00 |
| <i>Peltogyne confertiflora</i> | Peltogyne       | 0,5 | 5,00 |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i>  | Pau-jacaré      | 0,5 | 5,00 |
| <i>Platymenia reticulata</i>   | Vinhático       | 0,5 | 5,00 |
| <i>Plinia glomerata</i>        | Cabeludinha     | 0,5 | 5,00 |
| <i>Pouteria ramiflora</i>      | Abiu-do-cerrado | 0,5 | 5,00 |
| <i>Psidium sp.</i>             | Araçá           | 0,5 | 5,00 |
| <i>Rollinia sericea</i>        | Pinha           | 0,5 | 5,00 |
| <i>Roupala montana</i>         | Roupala         | 0,5 | 5,00 |
| <i>Salacia crassifolia</i>     | Bacupari        | 0,5 | 5,00 |
| <i>Schefflera morototoni</i>   | Mandiocão       | 0,5 | 5,00 |
| <i>Sterculia striata</i>       | Chichá          | 0,5 | 5,00 |
| <i>Syagrus oleracea</i>        | Guariroba       | 0,5 | 5,00 |
| <i>Terminalia argentea</i>     | Capitão         | 0,5 | 5,00 |
| <i>Triplaris sp.</i>           | Pajeú           | 0,5 | 5,00 |

## 5. Viveiro Nobreflora

Rua Forquilha Encravada, Chácara 09, Altiplano Leste.

Fone: (61) 3034-1033

site: <http://www.jardineiro.net>

e-mail: [flaviotadeu3@hotmail.com](mailto:flaviotadeu3@hotmail.com)

| Viveiro Nobreflora             |                    |                                    |             |
|--------------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|
| Nome científico                | Nome popular       | Mudas com cerca de 1,5 m de altura |             |
|                                |                    | Porte (m)                          | Custo (R\$) |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> | Angico-vermelho    | 1,5                                | 7           |
| <i>Cariniana estrellensis</i>  | Jequitibá-branco   | 1                                  | 7           |
| <i>Cariniana legalis</i>       | Jequitibá-vermelho | 0,4                                | 7           |
| <i>Cedrela fissilis</i>        | Cedro-rosa         | 0,8                                | 7           |
| <i>Dalbergia nigra</i>         | Jacarandá-da-bahia | 1                                  | 7           |
| <i>Myracrodruon urundeuva</i>  | Aroeira-preta      | 1                                  | 7           |
| <i>Schinus mole</i>            | Aroeira-salsa      | 1                                  | 7           |
| <i>Tabebuia avellaneda</i>     | Ipê-rosa           | 1,6                                | 7           |
| <i>Tabebuia roseo-alba</i>     | Ipê-branco         | 1                                  | 7           |

## 6. Viveiro Pau-Brasília

Polo Verde Saída Norte

Fone: (61) 3468-3191

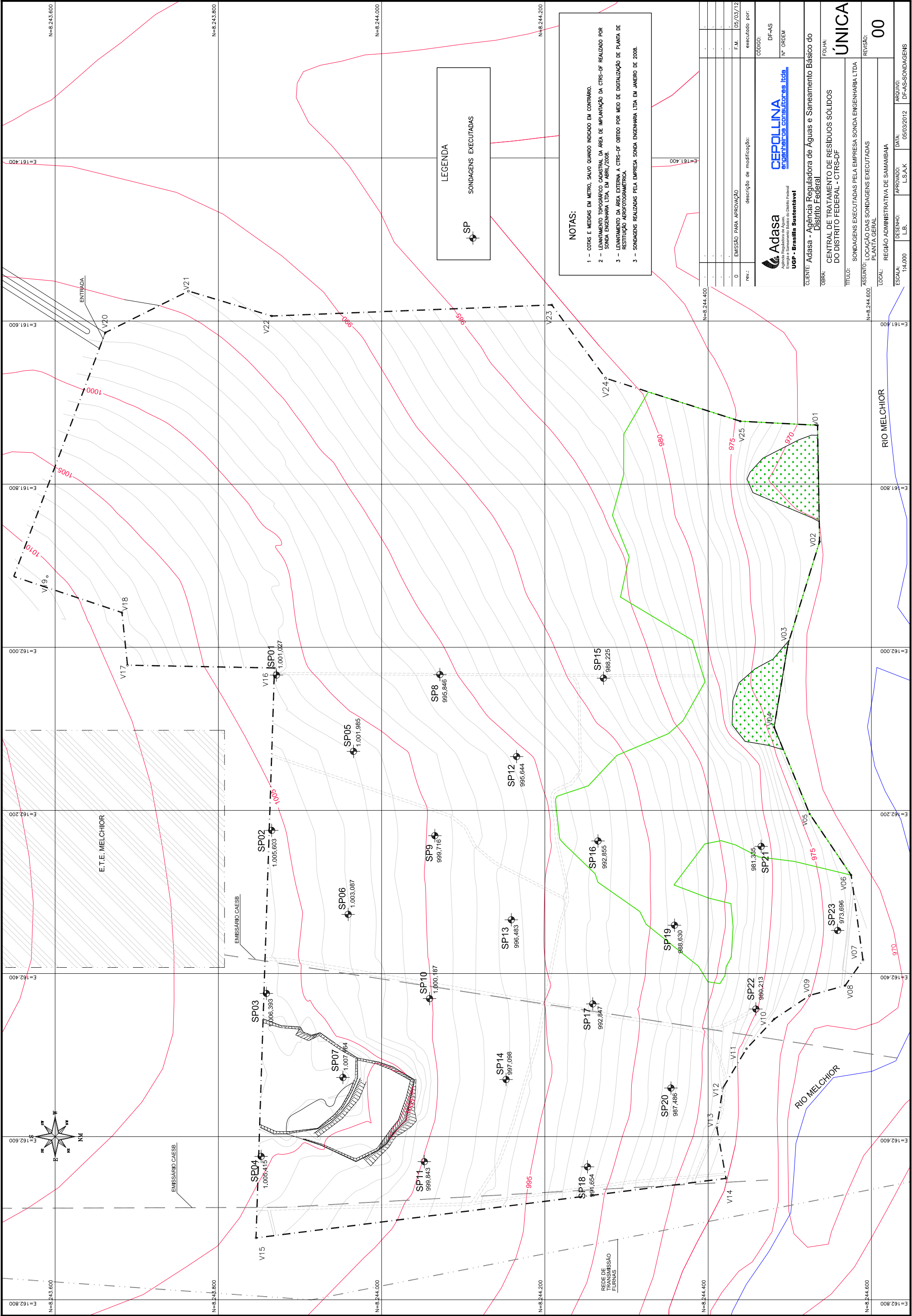
Site: <http://www.paubrasilia.com.br>

e-mail: [vendas@paubrasilia.com.br](mailto:vendas@paubrasilia.com.br)

| Viveiro Pau-Brasília            |                 |           |             |
|---------------------------------|-----------------|-----------|-------------|
| Nome científico                 | Nome popular    | Porte (m) | Custo (R\$) |
| <i>Anadenanthera colubrina</i>  | Angico-vermelho | 0,30      | 8,00        |
| <i>Annona coriacea</i>          | Ata             | 0,30      | 8,00        |
| <i>Calophyllum brasiliensis</i> | Landim          | 0,30      | 8,00        |
| <i>Caryocar brasiliense</i>     | Pequi           | 0,30      | 8,00        |
| <i>Cedrela fissilis</i>         | Cedro           | 0,30      | 8,00        |
| <i>Swietenia macrophylla</i>    | Mogno           | 0,30      | 8,00        |
| <i>Tabebuia avellanedae</i>     | Ipê-rosa        | 0,30      | 8,00        |
| <i>Tabebuia chrysotricha</i>    | Ipê-amarelo     | 0,30      | 8,00        |
| <i>Tabebuia impetiginosa</i>    | Ipê-roxo        | 0,30      | 8,00        |
| <i>Tabebuia roseo-alba</i>      | Ipê-branco      | 1,40      | 7,00        |

## **ANEXO 7**

### **Boletins de sondagens**



LEGENDA

SP  
SONDAGENS EXECUTADAS

NOTAS:

- 1 - COTAS E MEDIDAS EM METRO, SALVO QUANDO INDICADO EM CONTRÁRIO.
- 2 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CADASTRAL DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DA CTRs-DF REALIZADO POR SONDA ENGENHARIA LTDA, EM ABRIL/2008.
- 3 - LEVANTAMENTO DA ÁREA EXTERNA A CTRs-DF OBTIDO POR MEIO DE DIGITALIZAÇÃO DE PLANTA DE RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA.
- 3 - SONDAGENS REALIZADAS PELA EMPRESA SONDA ENGENHARIA LTDA EM JANEIRO DE 2008.

|                        |   |                           |          |
|------------------------|---|---------------------------|----------|
| EMISSÃO PARA APROVAÇÃO | 0 | F.M.                      | 05/03/12 |
| rev.:                  |   | descrição de modificação: |          |

**Adasa**  
Agência Reguladora de Águas,  
Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal  
**DFAS - Brasília Sustentável**

**CEPOLLINA**  
engenheiros consultores ltda

CODIGO: DF-AS

Nº ORDEM

CLIENTE: Adasa - Agência Reguladora de Águas e Saneamento Básico do Distrito Federal

OBRA: CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DISTRITO FEDERAL - CTRs-DF

TÍTULO: SONDAGENS EXECUTADAS PELA EMPRESA SONDA ENGENHARIA LTDA

ASSUNTO: LOCAÇÃO DAS SONDAGENS EXECUTADAS

LOCAL: REGIÃO ADMINISTRATIVA DE SAMAMBAIA

REVISÃO: 00

ESCALA: 1:4.000

APROVADO: LSAJK

DATA: 05/03/2012

ARQUIVO: DFAS-SONDAGENS

|                                                                  |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
|------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------|--|------------------------------------|--|----------------------------------------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------------------------|--|-------|--|
| DATA DE INICIO                                                   |  | 16/04/2008                                                    |  | LEGENDA - GRÁFICO                                      |  | N.A. INICIAL                       |  | 7,20 m                                       |  | COTA                              |  | 1001,03                                             |  | SP.01 |  |
| TÉRMINO                                                          |  | 17/04/2008                                                    |  | 30 cm INICIAIS                                         |  | N.A. APÓS 24 hs.                   |  | 7,03 m                                       |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO                                            |  | N. A. (m)                                                     |  | COTA (m)                                               |  | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |  | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO          |  | POSICÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |  | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL                           |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  |                                                        |  | 30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS        |  | 10 20 30 40                                  |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| TC                                                               |  |                                                               |  | 1000,03                                                |  | 2                                  |  | 2                                            |  | 1                                 |  | ARGILA ARENOSA, MARROM                              |  |       |  |
| TH                                                               |  |                                                               |  | —                                                      |  | 2                                  |  | 2                                            |  | 2                                 |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  | —                                                      |  | 2                                  |  | 3                                            |  | 3                                 |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  | —                                                      |  | 3                                  |  | 4                                            |  | 4                                 |  | ARGILA POUCA ARENOSA, MUITO MOLE A MÉDIA, VERMELHA. |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  | —                                                      |  | 5                                  |  | 6                                            |  | 5                                 |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  | 995,03                                                        |  | 7                                                      |  | 8                                  |  |                                              |  | 6                                 |  |                                                     |  |       |  |
| TH                                                               |  | 7,03                                                          |  | —                                                      |  | 11                                 |  | 12                                           |  | 7                                 |  | ARGILA SILTOSA, COM PEDREGULHOS, RIJA, VERMELHA.    |  |       |  |
| CA                                                               |  | 17,04/08                                                      |  | —                                                      |  | 15                                 |  | 18                                           |  | 8                                 |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  | —                                                      |  | 19                                 |  | 23                                           |  | 9                                 |  | SILTE ARGILOSO, RIJO A DURO, COR VARIADA.           |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  | —                                                      |  | 22                                 |  | 27                                           |  | 10                                |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  | 11                                |  | LIMITE DE SONDAGEM                                  |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  | 12                                |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  | 13                                |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  | 14                                |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  | 15                                |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  | 16                                |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  | 17                                |  |                                                     |  |       |  |
| MÉTODO DE AVANÇO                                                 |  | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.                         |  | OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| TC - TRADO CONCHA                                                |  | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---                              |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL                                            |  | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                                          |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA                                               |  | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                                          |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
|                                                                  |  | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                                          |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| AMOSTRADOR                                                       |  | Ø EXTERNO : 50,8 mm                                           |  | Ø INTERNO : 34,9 mm                                    |  | REVESTIMENTO                       |  | Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 6,00 m            |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| SONDA ENGENHARIA LTDA                                            |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| OBRA                                                             |  | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| CLIENTE                                                          |  | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| SONDAGEM A PERCUSSÃO                                             |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| REL. N.                                                          |  | 021/2008                                                      |  | FOLHA N.                                               |  | 2 / 25                             |  | ESC.                                         |  | 1 : 100                           |  | DESENHO                                             |  | EDSON |  |
| R.T. Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |  |                                                               |  |                                                        |  |                                    |  |                                              |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| SCIA QUADRA 11 CONJ. 1 LOTE 4                                    |  |                                                               |  | FONES: (061) 3363-9199 / 3363-9302                     |  |                                    |  | E-MAIL: sonda@sondaengenharia.com.br         |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |
| CEP 71.250-510 - BRASÍLIA - DF                                   |  |                                                               |  | FAX: (061) 3363-9199                                   |  |                                    |  | HOME PAGE: http://www.sondaengenharia.com.br |  |                                   |  |                                                     |  |       |  |



|                       |           |            |                                    |                   |                                     |                  |                    |        |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
|-----------------------|-----------|------------|------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------|--------|-----------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------|---------|--|-------|--|
| DATA DE INICIO        |           | 06/05/2008 |                                    | LEGENDA - GRÁFICO |                                     | N.A. INICIAL     |                    | 4,00 m |                                   | COTA  |                                                                         | 1005,60 |  | SP.02 |  |
| TÉRMINO               |           | 06/05/2008 |                                    | 30 cm INICIAIS    |                                     | N.A. APÓS 24 hs. |                    | 3,75 m |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
| 30 cm FINAIS          |           |            |                                    |                   |                                     |                  |                    |        |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO | N. A. (m) | COTA (m)   | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                   | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                  |                    |        | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |       | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL                                               |         |  |       |  |
|                       |           |            | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS      | 10                                  | 20               | 30                 | 40     |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
| TC                    |           | 1004,60    | 2                                  | 2                 |                                     |                  |                    |        | 1                                 | 1,00  | ARGILA ARENOSA, MARROM.                                                 |         |  |       |  |
| TH                    |           | —          | 2/45                               | -                 |                                     |                  |                    |        | 2                                 | 2,50  | ARGILA POUCO ARENOSA, MUITO MOLE, VERMELHA.                             |         |  |       |  |
|                       | 3,75      | —          | 2                                  | 2                 |                                     |                  |                    |        | 3                                 | 4,00  | ARGILA POUCO ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MOLE, VERMELHA.                  |         |  |       |  |
|                       | 07.05.08  | —          | 4                                  | 5                 |                                     |                  |                    |        | 4                                 | 5,00  | SILTE ARGILOSO, COM PEDREGULHOS, MOLE A RIJO, CINZA AMARELADO.          |         |  |       |  |
| TH                    |           | —          | 9                                  | 11                |                                     |                  |                    |        | 5                                 | 6,00  |                                                                         |         |  |       |  |
| CA                    |           | 999,60     | 10                                 | 12                |                                     |                  |                    |        | 6                                 | 7,00  |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           | —          | 16                                 | 24                |                                     |                  |                    |        | 7                                 | 8,00  |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           | —          | 21                                 | 32                |                                     |                  |                    |        | 8                                 | 9,00  |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           | —          | 40                                 | 51                |                                     |                  |                    |        | 9                                 | 10,00 |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           | —          | 52                                 | 62                |                                     |                  |                    |        | 10                                | 10,45 | SILTE POUCO ARENOSO, MEDIANAMENTE COMPACTO A MUITO COMPACTO, AMARELADO. |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   | 11                                  |                  | LIMITE DE SONDAGEM |        |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   | 12                                  |                  |                    |        |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   | 13                                  |                  |                    |        |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   | 14                                  |                  |                    |        |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   | 15                                  |                  |                    |        |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   | 16                                  |                  |                    |        |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   | 17                                  |                  |                    |        |                                   |       |                                                                         |         |  |       |  |

|                       |  |                                       |  |                                                        |  |
|-----------------------|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------------------------|--|
| MÉTODO DE AVANÇO      |  | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min. |  | OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |  |
| TC - TRADO CONCHA     |  | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---      |  |                                                        |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL |  | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                  |  |                                                        |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA    |  | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                  |  |                                                        |  |
|                       |  | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                  |  |                                                        |  |

|            |                     |                     |              |                                   |
|------------|---------------------|---------------------|--------------|-----------------------------------|
| AMOSTRADOR | Ø EXTERNO : 50,8 mm | Ø INTERNO : 34,9 mm | REVESTIMENTO | Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 3,60 m |
|------------|---------------------|---------------------|--------------|-----------------------------------|

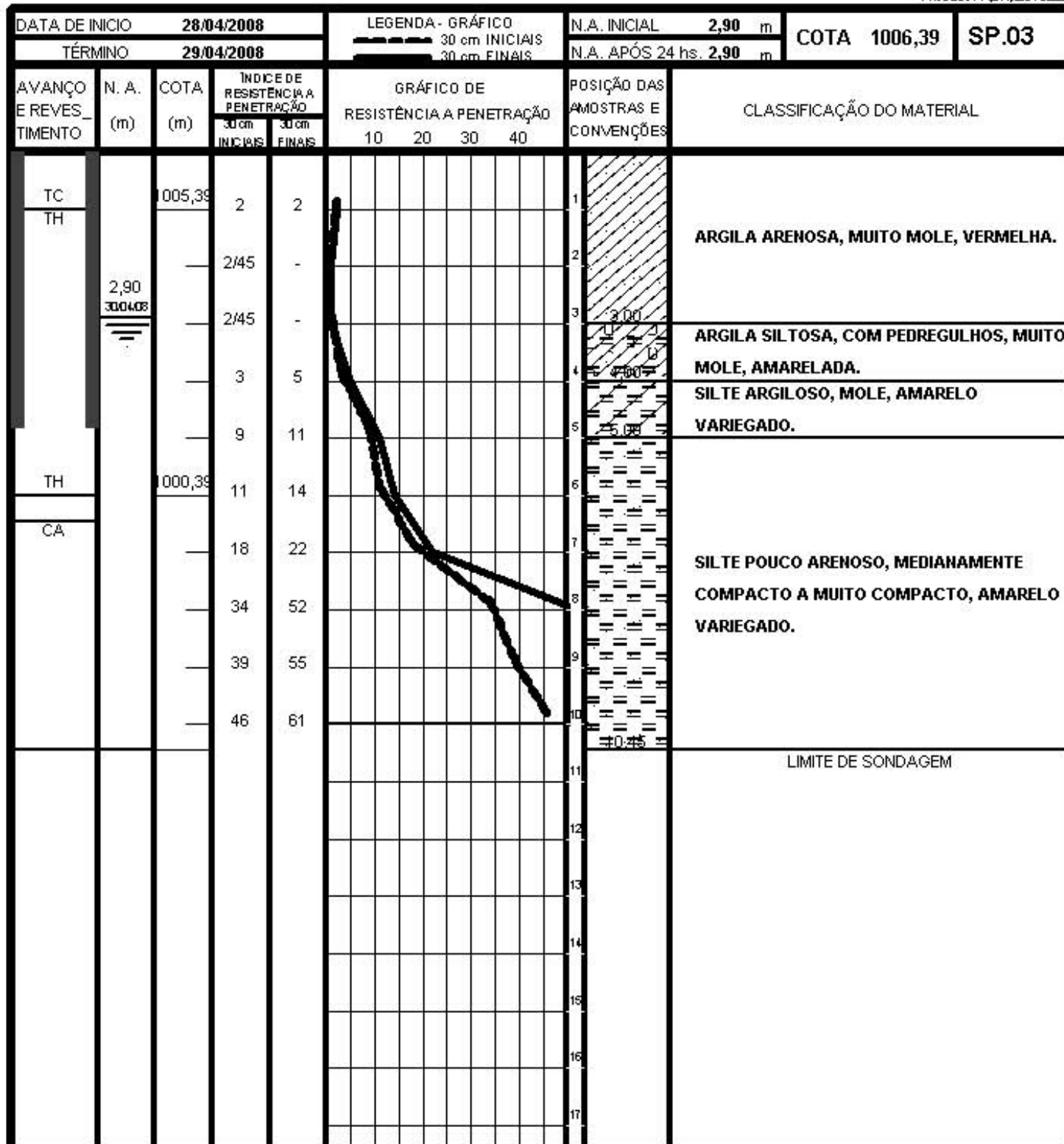
## SONDA ENGENHARIA LTDA

|                                                             |                                                               |          |        |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------|--------|
| OBRA                                                        | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |          |        |
| CLIENTE                                                     | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |          |        |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                 |                                                               |          |        |
| REL. N.                                                     | 021/2008                                                      | FOLHA N. | 3 / 25 |
| ESC.                                                        | 1 : 100                                                       | DESENHO  | EDSON  |
| R.T. _____                                                  |                                                               |          |        |
| Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |                                                               |          |        |

SCIA QUADRA 11 CONJ. 1 LOTE 4  
 CEP 71.250-510 BRASILIA - DF

FONES: (061) 3363-9199 / 3363-9302  
 FAX: (061) 3363-9199

E-MAIL: sonda@sondaengenharia.com.br  
 HOME PAGE: http://www.sondaengenharia.com.br



MÉTODO DE AVANÇO  
TC - TRADO CONCHA  
TH - TRADO HELICOIDAL  
CA - CIRC. DE ÁGUA

ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.  
PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---  
ESTÁGIO 1 (cm) : ---  
ESTÁGIO 2 (cm) : ---  
ESTÁGIO 3 (cm) : ---

OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE.

AMOSTRADOR Ø EXTERNO : 50,8 mm Ø INTERNO : 34,9 mm REVESTIMENTO Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 4,80 m

## SONDA ENGENHARIA LTDA

OBRA ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF

CLIENTE GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE

### SONDAGEM A PERCUSSÃO

REL. N. 021/2008

FOLHA N. 4/25

ESC. 1:100

DESENHO EDSON

R.T.

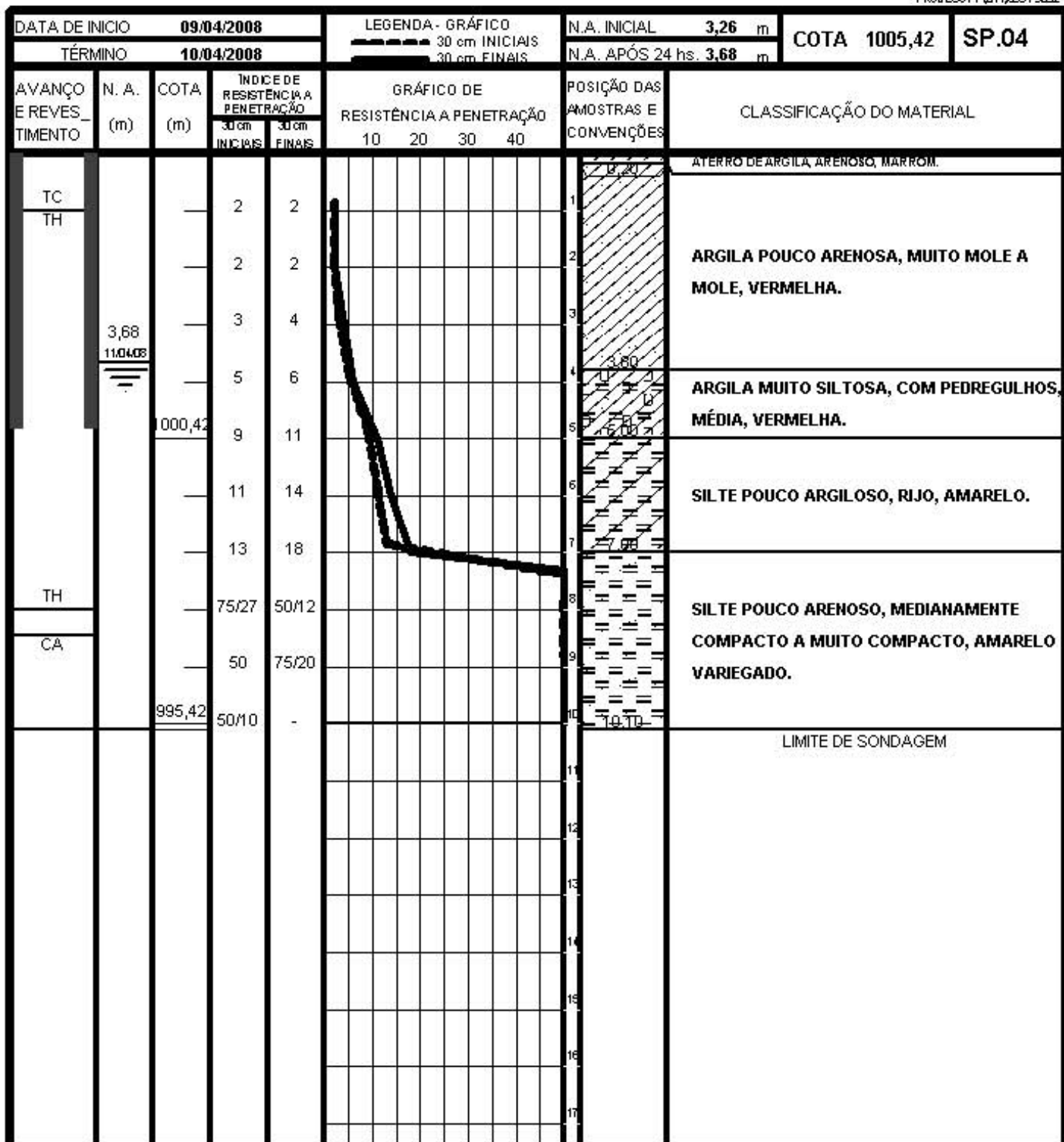
Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG



SCIA QUADRA 11 CONJ. 1 LOTE 4  
CEP 71.250-510 BRASÍLIA - DF

FONES: (061) 3363-9199 / 3363-9302  
FAX: (061) 3363-9199

E-MAIL: sonda@sondaengenharia.com.br  
HOME PAGE: http://www.sondaengenharia.com.br



MÉTODO DE AVANÇO  
TC - TRADO CONCHA  
TH - TRADO HELICOIDAL  
CA - CIRC. DE ÁGUA

ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.  
PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---  
ESTÁGIO 1 (cm) : ---  
ESTÁGIO 2 (cm) : ---  
ESTÁGIO 3 (cm) : ---

OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE.

AMOSTRADOR Ø EXTERNO : 50,8 mm Ø INTERNO : 34,9 mm REVESTIMENTO Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 4,80 m

## SONDA ENGENHARIA LTDA

OBRA ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF

CLIENTE GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE

### SONDAGEM A PERCUSSÃO

REL. N. 021/2008 FOLHA N. 5 / 25 ESC. 1:100 DESENHO EDSON

R.T.

Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG





|                                                             |              |                                                               |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
|-------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|----------------|--|---------|--|-------|--|
| DATA DE INICIO                                              |              | 17/04/2008                                                    |                                                                   | LEGENDA - GRÁFICO              |                                                    | N.A. INICIAL                                     |                                   | SECO m             |                                                        | COTA           |  | 1001,99 |  | SP.05 |  |
| TÉRMINO                                                     |              | 18/04/2008                                                    |                                                                   | 30 cm INICIAIS<br>30 cm FINAIS |                                                    | N.A. APÓS 24 hs.                                 |                                   | SECO m             |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO                                       | N. A.<br>(m) | COTA<br>(m)                                                   | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO<br>30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS |                                | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO<br>10 20 30 40 |                                                  | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |                    | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL                              |                |  |         |  |       |  |
| TC                                                          | SECO         |                                                               | 5                                                                 | 4                              |                                                    |                                                  |                                   |                    | ARGILA POUCA SILTOSA, COM PEDREGULHOS, MARROM.         |                |  |         |  |       |  |
| TH                                                          |              |                                                               |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    | SILTE ARGILOSO, MOLE, COR VARIADA.                     |                |  |         |  |       |  |
| TH                                                          | 999,99       | 44                                                            | 78/22                                                             |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    | SILTE ARENOSO, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR VARIADA. |                |  |         |  |       |  |
| CA                                                          |              | 24                                                            | 24                                                                |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
|                                                             |              | 50/7                                                          | -                                                                 |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
|                                                             |              |                                                               | 50/12                                                             | -                              |                                                    |                                                  |                                   |                    | LIMITE DE SONDAGEM                                     |                |  |         |  |       |  |
|                                                             |              |                                                               | 50/3                                                              | -                              |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| MÉTODO DE AVANÇO                                            |              | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.                         |                                                                   | OBS.:                          |                                                    | SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| TC - TRADO CONCHA                                           |              | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : 6,08                             |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL                                       |              | ESTÁGIO 1 (cm) : 1,00                                         |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA                                          |              | ESTÁGIO 2 (cm) : 1,00                                         |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
|                                                             |              | ESTÁGIO 3 (cm) : 0,00                                         |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| AMOSTRADOR                                                  |              | Ø EXTERNO : 50,8 mm                                           |                                                                   | Ø INTERNO : 34,9 mm            |                                                    | REVESTIMENTO                                     |                                   | Ø INTERNO : 2 1/2" |                                                        | PROF. = 3,00 m |  |         |  |       |  |
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b>                                |              |                                                               |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| OBRA                                                        |              | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| CLIENTE                                                     |              | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                 |              |                                                               |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| REL. N.                                                     |              | 021/2008                                                      |                                                                   | FOLHA N.                       |                                                    | 6 / 25                                           |                                   | ESC.               |                                                        | 1 : 100        |  | DESENHO |  | EDSON |  |
| R.T. _____                                                  |              |                                                               |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |
| Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |              |                                                               |                                                                   |                                |                                                    |                                                  |                                   |                    |                                                        |                |  |         |  |       |  |



|                       |           |            |                                    |                   |                                     |              |    |                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|-----------------------|-----------|------------|------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|----|------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|--|-------|--|
| DATA DE INICIO        |           | 29/04/2008 |                                    | LEGENDA - GRÁFICO |                                     | N.A. INICIAL |    | 7,20 m           |                                   | COTA                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | 1007,16 |  | SP.07 |  |
| TÉRMINO               |           | 29/04/2008 |                                    | 30 cm INICIAIS    |                                     | 30 cm FINAIS |    | N.A. APÓS 24 hs. |                                   | 6,82 m                                                                                                                                                                                                                                               |                           |         |  |       |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO | N. A. (m) | COTA (m)   | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                   | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |              |    |                  | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |                                                                                                                                                                                                                                                      | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL |         |  |       |  |
|                       |           |            | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS      | 10                                  | 20           | 30 | 40               |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
| TC                    |           |            | 5                                  | 6                 |                                     |              |    |                  | 1                                 | <p>SILTE POUCO ARENOSO, POUCO COMPACTO A MEDIANAMENTE COMPACTO, AMARELO VARIEGADO.</p> <p>ARGILA ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MOLE A MÉDIA, VERMELHA.</p> <p>SILTE POUCO ARENOSO, POUCO COMPACTO A COMPACTO, COR VARIADA.</p> <p>LIMITE DE SONDAGEM</p> |                           |         |  |       |  |
| TH                    |           | 1005,16    | 7                                  | 9                 |                                     |              |    |                  | 2                                 |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            | 7                                  | 7                 |                                     |              |    |                  | 3                                 |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            | 5                                  | 7                 |                                     |              |    |                  | 4                                 |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            | 3                                  | 3                 |                                     |              |    |                  | 5                                 |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            | 5                                  | 6                 |                                     |              |    |                  | 6                                 |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       | 6,82      |            | 5                                  | 7                 |                                     |              |    |                  | 7                                 |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
| CA                    | 29/04/08  | 1000,16    | 13                                 | 20                |                                     |              |    |                  | 8                                 |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            | 19                                 | 23                |                                     |              |    |                  | 9                                 |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            | 20                                 | 24                |                                     |              |    |                  | 10                                |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   |                                     |              | 11 |                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   |                                     |              | 12 |                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   |                                     |              | 13 |                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   |                                     |              | 14 |                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   |                                     |              | 15 |                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   |                                     |              | 16 |                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |
|                       |           |            |                                    |                   |                                     |              | 17 |                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |         |  |       |  |

|                       |  |                                       |  |                                                  |  |
|-----------------------|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------------------|--|
| MÉTODO DE AVANÇO      |  | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min. |  | OBS.:                                            |  |
| TC - TRADO CONCHA     |  | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---      |  | SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL |  | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                  |  |                                                  |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA    |  | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                  |  |                                                  |  |
|                       |  | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                  |  |                                                  |  |

|            |                     |                     |              |                    |                |
|------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------------|----------------|
| AMOSTRADOR | Ø EXTERNO : 50,8 mm | Ø INTERNO : 34,9 mm | REVESTIMENTO | Ø INTERNO : 2 1/2" | PROF. = 3,60 m |
|------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------------|----------------|

|                                                             |                                                               |          |        |       |         |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------|--------|-------|---------|
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b>                                |                                                               |          |        |       |         |
| OBRA                                                        | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |          |        |       |         |
| CLIENTE                                                     | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |          |        |       |         |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                 |                                                               |          |        |       |         |
| REL. N.                                                     | 021/2008                                                      | FOLHA N. | 8 / 25 | ESC.  | 1 : 100 |
| DESENHO                                                     |                                                               |          |        | EDSON |         |
| R.T. _____                                                  |                                                               |          |        |       |         |
| Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |                                                               |          |        |       |         |

|                                                             |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|-------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|---------|--|---------|--|-------|--|-------------------------------------------------------|--|
| DATA DE INICIO                                              |           | 08/05/2008                                                    |                                    | LEGENDA - GRÁFICO                                |                                     | N.A. INICIAL     |                                   | 8,33 m             |                           | COTA    |  | 999,72  |  | SP.09 |  |                                                       |  |
| TÉRMINO                                                     |           | 08/05/2008                                                    |                                    | 30 cm INICIAIS<br>30 cm FINAIS                   |                                     | N.A. APÓS 24 hs. |                                   | 7,35 m             |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO                                       | N. A. (m) | COTA (m)                                                      | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                                  | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                  | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |                    | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           |                                                               | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS                                     | 10                                  | 20               | 30                                | 40                 |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| TC                                                          |           |                                                               | 2                                  | 2                                                |                                     |                  |                                   |                    | 1                         |         |  |         |  |       |  | ARGILA POUCA ARENOSA, MUITO MOLE, MARROM.             |  |
| TH                                                          |           |                                                               | 2                                  | 2                                                |                                     |                  |                                   |                    | 2                         |         |  |         |  |       |  | ARGILA POUCA ARENOSA, MUITO MOLE A MOLE, VERMELHA.    |  |
|                                                             |           |                                                               | 3                                  | 4                                                |                                     |                  |                                   |                    | 3                         |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           |                                                               | 4                                  | 3                                                |                                     |                  |                                   |                    | 4                         |         |  |         |  |       |  | ARGILA ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MOLE, VERMELHA.      |  |
|                                                             |           | 994,72                                                        | 5                                  | 6                                                |                                     |                  |                                   |                    | 5                         |         |  |         |  |       |  | ARGILA SILTOSA, COM PEDREGULHOS, MÉDIA, VERMELHA.     |  |
|                                                             |           |                                                               | 13                                 | 17                                               |                                     |                  |                                   |                    | 6                         |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           |                                                               | 19                                 | 21                                               |                                     |                  |                                   |                    | 7                         |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| TH                                                          | 7,35      |                                                               | 21                                 | 23                                               |                                     |                  |                                   |                    | 8                         |         |  |         |  |       |  | SILTE POUCA ARGILOSO, RIJO A DURO, AMARELO VARIAGADO. |  |
| CA                                                          |           |                                                               | 20                                 | 21                                               |                                     |                  |                                   |                    | 9                         |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           | 989,72                                                        | 21                                 | 23                                               |                                     |                  |                                   |                    | 10                        |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    | 11                        |         |  |         |  |       |  | LIMITE DE SONDAGEM                                    |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    | 12                        |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    | 13                        |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    | 14                        |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    | 15                        |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    | 16                        |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    | 17                        |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| MÉTODO DE AVANÇO                                            |           | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.                         |                                    | OBS.:                                            |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| TC - TRADO CONCHA                                           |           | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---                              |                                    | SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL                                       |           | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                                          |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA                                          |           | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                                          |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
|                                                             |           | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                                          |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| AMOSTRADOR                                                  |           | Ø EXTERNO : 50,8 mm                                           |                                    | Ø INTERNO : 34,9 mm                              |                                     | REVESTIMENTO     |                                   | Ø INTERNO : 2 1/2" |                           | PROF. = |  | 4,80    |  | m     |  |                                                       |  |
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b>                                |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| OBRA                                                        |           | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| CLIENTE                                                     |           | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                 |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| REL. N.                                                     |           | 021/2008                                                      |                                    | FOLHA N.                                         |                                     | 10 / 25          |                                   | ESC.               |                           | 1 : 100 |  | DESENHO |  | EDSON |  |                                                       |  |
| R.T. _____                                                  |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |
| Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |           |                                                               |                                    |                                                  |                                     |                  |                                   |                    |                           |         |  |         |  |       |  |                                                       |  |





|                       |                  |          |                                    |                    |                                            |    |    |                    |                                   |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|-----------------------|------------------|----------|------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|----|----|--------------------|-----------------------------------|--|---------------------------|--------------------|------|---------------------------------------|-------|--------------------|--|---------------------------------------------------------------|--|--------------------|--|---------------------------------------------------------------|--|--------------------|--|---------------------------------------------------------------------------|--|--------------------|--|---------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------------------------------------|--|--|--|------------------------------------|--|--|--|------------------------------------|--|--|--|
| DATA DE INICIO        |                  |          | 02/05/2008                         |                    | LEGENDA - GRÁFICO                          |    |    |                    | N.A. INICIAL                      |  | 3,20 m                    |                    | COTA | 1000,19                               | SP.10 |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
| TÉRMINO               |                  |          | 02/05/2008                         |                    | ----- 30 cm INICIAIS<br>----- 30 cm FINAIS |    |    |                    | N.A. APÓS 24 hs.                  |  | 3,50 m                    |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO | N. A. (m)        | COTA (m) | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                    | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO        |    |    |                    | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |  | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS       | 10                                         | 20 | 30 | 40                 |                                   |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
| TC                    | 3,50<br>02/05/08 | 995,19   | 2                                  | 2                  |                                            |    |    |                    | 1                                 |  |                           |                    |      | ARGILA ARENOSA, MUITO MOLE, VERMELHA. |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
| TH                    |                  |          | 2                                  | 3                  |                                            |    |    |                    | 2                                 |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  | ARGILA ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MUITO MOLE A MOLE, VERMELHA. |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 1                                  | 2                  |                                            |    |    |                    | 3                                 |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  | ARGILA ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MUITO MOLE A MOLE, VERMELHA. |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
| TH                    |                  |          | 3                                  | 3                  |                                            |    |    |                    | 4                                 |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  | SILTE ARENOSO, COM PEDREGULHOS, MEDIANAMENTE COMPACTO, AMARELO VARIAGADO. |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
| CA                    |                  |          | 7                                  | 12                 |                                            |    |    |                    | 5                                 |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  | SILTE ARENOSO, COM PEDREGULHOS, MEDIANAMENTE COMPACTO, AMARELO VARIAGADO. |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 10                                 | 15                 |                                            |    |    |                    | 6                                 |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  | SILTE POUCO ARENOSO, MEDIANAMENTE COMPACTO A COMPACTO, COR VARIADA. |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 11                                 | 15                 |                                            |    |    |                    | 7                                 |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  | SILTE POUCO ARENOSO, MEDIANAMENTE COMPACTO A COMPACTO, COR VARIADA. |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 17                                 | 21                 |                                            |    |    |                    | 8                                 |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  | SILTE ARGILOSO, DURO, COR VARIADA. |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 18                                 | 21                 |                                            |    |    |                    | 9                                 |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  | SILTE ARGILOSO, DURO, COR VARIADA. |  |  |  |
|                       |                  |          | 19                                 | 23                 |                                            |    |    |                    | 10                                |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 11                                 | LIMITE DE SONDAGEM |                                            |    |    |                    |                                   |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 12                                 |                    |                                            |    |    | LIMITE DE SONDAGEM |                                   |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 13                                 |                    |                                            |    |    |                    |                                   |  |                           | LIMITE DE SONDAGEM |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 14                                 |                    |                                            |    |    |                    |                                   |  |                           |                    |      |                                       |       | LIMITE DE SONDAGEM |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 15                                 |                    |                                            |    |    |                    |                                   |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  | LIMITE DE SONDAGEM |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 16                                 |                    |                                            |    |    |                    |                                   |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  | LIMITE DE SONDAGEM |  |                                                                           |  |                    |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |
|                       |                  |          | 17                                 |                    |                                            |    |    |                    |                                   |  |                           |                    |      |                                       |       |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                               |  |                    |  |                                                                           |  | LIMITE DE SONDAGEM |  |                                                                           |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                                                     |  |  |  |                                    |  |  |  |                                    |  |  |  |

MÉTODO DE AVANÇO  
 TC - TRADO CONCHA  
 TH - TRADO HELICOIDAL  
 CA - CIRC. DE ÁGUA

ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.  
 PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---  
 ESTÁGIO 1 (cm) : ---  
 ESTÁGIO 2 (cm) : ---  
 ESTÁGIO 3 (cm) : ---

OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE.

AMOSTRADOR Ø EXTERNO : 50,8 mm Ø INTERNO : 34,9 mm REVESTIMENTO Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 4,80 m

## SONDA ENGENHARIA LTDA

OBRA ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF

CLIENTE GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE

### SONDAGEM A PERCUSSÃO

REL. N. 021/2008 FOLHA N. 11 / 25 ESC. 1:100 DESENHO EDSON

R.T.

Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG





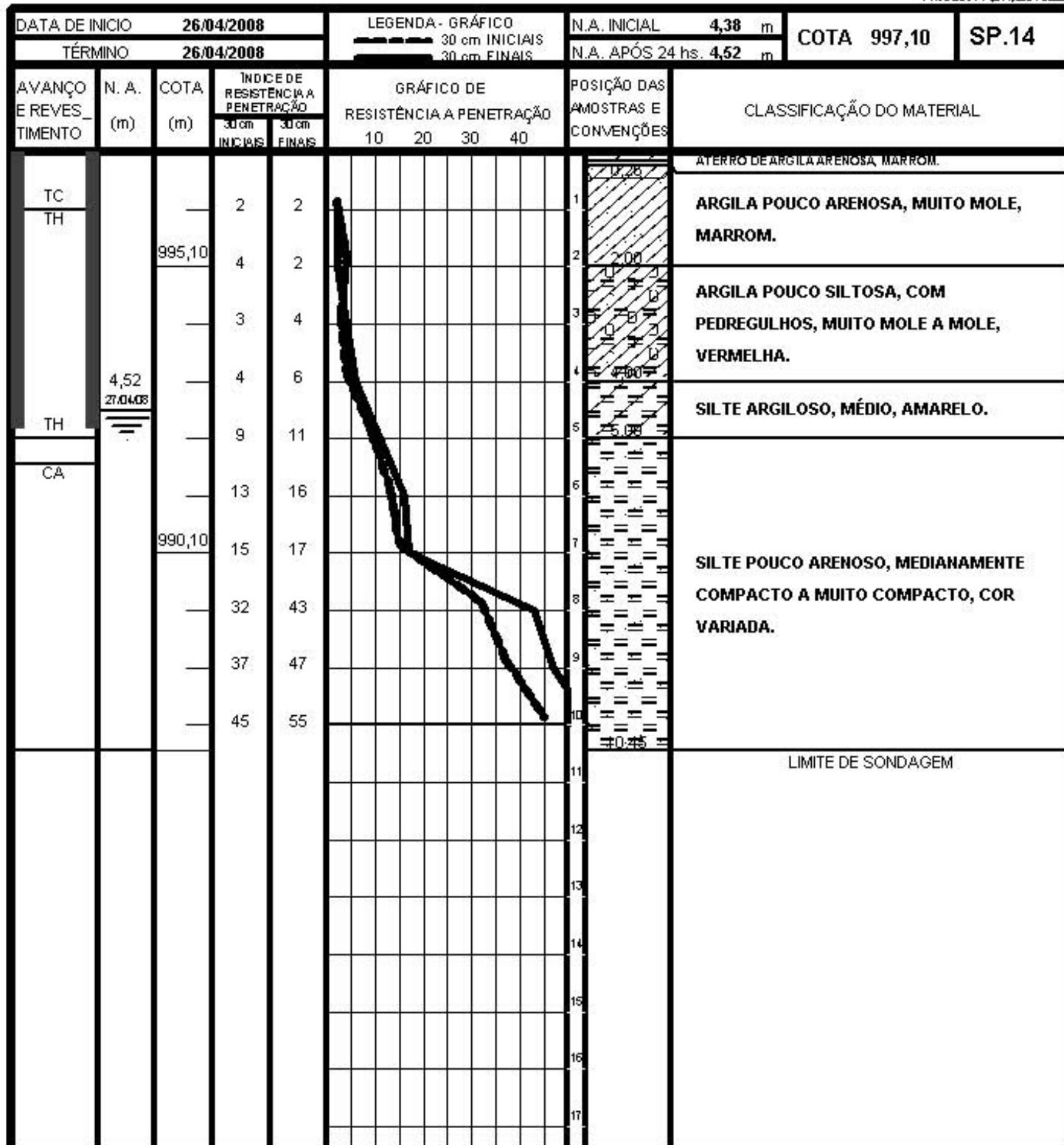
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|-------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--|---------|--|-------|--|--|
| DATA DE INICIO                                              |           | 24/04/2008                                                    |                                    | LEGENDA - GRÁFICO                          |                                     | N.A. INICIAL                                     |                                   | 6,73 m             |                           | COTA                                                                    |  | 995,64  |  | SP.12 |  |  |
| TÉRMINO                                                     |           | 25/04/2008                                                    |                                    | ----- 30 cm INICIAIS<br>----- 30 cm FINAIS |                                     | N.A. APÓS 24 hs.                                 |                                   | 6,68 m             |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO                                       | N. A. (m) | COTA (m)                                                      | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                            | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                                  | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |                    | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS                               | 10                                  | 20                                               | 30                                | 40                 |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| TC                                                          |           | 994,64                                                        | 2                                  | 2                                          |                                     |                                                  |                                   |                    | 1                         | ARGILA ARENOSA, MARROM.                                                 |  |         |  |       |  |  |
| TH                                                          |           |                                                               | 2                                  | 4                                          |                                     |                                                  |                                   |                    | 2                         | ARGILA ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MUITO MOLE A MOLE, VERMELHA.           |  |         |  |       |  |  |
| TH                                                          |           |                                                               | 2                                  | 4                                          |                                     |                                                  |                                   |                    | 3                         |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| CA                                                          |           |                                                               | 71                                 | 45/15                                      |                                     |                                                  |                                   |                    | 4                         |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               | 76/22                              | 45/7                                       | 5                                   |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             | 6,68      | 989,64                                                        | 12                                 | 15                                         |                                     |                                                  |                                   |                    | 6                         | SILTE POUCO ARENOSO, MEDIANAMENTE COMPACTO A MUITO COMPACTO, AMARELADO. |  |         |  |       |  |  |
|                                                             | 28/04/08  |                                                               | 69                                 | 42/15                                      |                                     |                                                  |                                   |                    | 7                         |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               | 47                                 | 66/25                                      |                                     |                                                  |                                   |                    | 8                         |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               | 50/6                               | -                                          |                                     |                                                  |                                   |                    | 9                         |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               | 50/4                               | -                                          |                                     |                                                  |                                   |                    | 10                        | LIMITE DE SONDAGEM                                                      |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    | 11                        |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    | 12                        |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    | 13                        |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    | 14                        |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    | 15                        |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    | 16                        |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    | 17                        |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| MÉTODO DE AVANÇO                                            |           | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.                         |                                    | OBS.:                                      |                                     | SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| TC - TRADO CONCHA                                           |           | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---                              |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL                                       |           | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                                          |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA                                          |           | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                                          |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                                          |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| AMOSTRADOR                                                  |           | Ø EXTERNO : 50,8 mm                                           |                                    | Ø INTERNO : 34,9 mm                        |                                     | REVESTIMENTO                                     |                                   | Ø INTERNO : 2 1/2" |                           | PROF. = 4,00 m                                                          |  |         |  |       |  |  |
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b>                                |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| OBRA                                                        |           | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| CLIENTE                                                     |           | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                 |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| REL. N.                                                     |           | 021/2008                                                      |                                    | FOLHA N.                                   |                                     | 13 / 25                                          |                                   | ESC.               |                           | 1 : 100                                                                 |  | DESENHO |  | EDSON |  |  |
| R.T. _____                                                  |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |
| Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |           |                                                               |                                    |                                            |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                         |  |         |  |       |  |  |





|                                                             |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|-------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|----|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|--|-------|--|
| DATA DE INICIO                                              |                  | 23/04/2008                                                    |                                    | LEGENDA - GRÁFICO   |                                     | N.A. INICIAL                                      |    | 4,40 m             |                                   | COTA                                                                      |                           | 996,48  |  | SP.13 |  |
| TÉRMINO                                                     |                  | 25/04/2008                                                    |                                    | 30 cm INICIAIS      |                                     | 30 cm FINAIS                                      |    | N.A. APÓS 24 hs.   |                                   | 4,06 m                                                                    |                           |         |  |       |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO                                       | N. A. (m)        | COTA (m)                                                      | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                     | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                                   |    |                    | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |                                                                           | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS        | 10                                  | 20                                                | 30 | 40                 |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| TC                                                          | 4,06<br>25/04/08 | 995,48                                                        | 2                                  | 2                   |                                     |                                                   |    |                    | 1                                 | ATERRO DE ARGILA MARROM.                                                  |                           |         |  |       |  |
| TH                                                          |                  |                                                               | 2                                  | 2                   |                                     |                                                   |    |                    | 2                                 | ARGILA POUCO ARENOSA, MUITO MOLE A MOLE, VERMELHA.                        |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               | 2                                  | 2                   |                                     |                                                   |    |                    | 3                                 |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               | 3                                  | 3                   |                                     |                                                   |    |                    | 4                                 |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               | 4                                  | 5                   |                                     |                                                   |    |                    | 5                                 |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| TH                                                          |                  | 990,48                                                        | 7                                  | 10                  |                                     |                                                   |    |                    | 6                                 | ARGILA MUITO ARENOSA, MOLE, VERMELHA.                                     |                           |         |  |       |  |
| CA                                                          |                  |                                                               | 14                                 | 18                  |                                     |                                                   |    |                    | 7                                 | ARGILA MUITO SILTOSA, MÉDIA, VERMELHA, VARIAGADA.                         |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               | 15                                 | 21                  |                                     |                                                   |    |                    | 8                                 | SILTE POUCO ARENOSO, MEDIANAMENTE COMPACTO A COMPACTO, AMARELO VARIAGADO. |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               | 18                                 | 23                  |                                     |                                                   |    |                    | 9                                 |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               | 21                                 | 28                  |                                     |                                                   |    |                    | 10                                |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    | 11                                |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    | 12                                | LIMITE DE SONDAAGEM                                                       |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    | 13                                |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    | 14                                |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    | 15                                |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    | 16                                |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    | 17                                |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| MÉTODO DE AVANÇO                                            |                  | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.                         |                                    |                     |                                     | OBS.:                                             |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| TC - TRADO CONCHA                                           |                  | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---                              |                                    |                     |                                     | SONDAAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL                                       |                  | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                                          |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA                                          |                  | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                                          |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
|                                                             |                  | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                                          |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| AMOSTRADOR                                                  |                  | Ø EXTERNO : 50,8 mm                                           |                                    | Ø INTERNO : 34,9 mm |                                     | REVESTIMENTO                                      |    | Ø INTERNO : 2 1/2" |                                   | PROF. =                                                                   |                           | 7,06 m  |  |       |  |
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b>                                |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| OBRA                                                        |                  | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| CLIENTE                                                     |                  | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                 |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| REL. N.                                                     |                  | 021/2008                                                      |                                    | FOLHA N.            |                                     | 14 / 25                                           |    | ESC.               |                                   | 1 : 100                                                                   |                           | DESENHO |  | EDSON |  |
| R.T. _____                                                  |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |
| Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |                  |                                                               |                                    |                     |                                     |                                                   |    |                    |                                   |                                                                           |                           |         |  |       |  |





MÉTODO DE AVANÇO  
TC - TRADO CONCHA  
TH - TRADO HELICOIDAL  
CA - CIRC. DE ÁGUA

ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.  
PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---  
ESTÁGIO 1 (cm) : ---  
ESTÁGIO 2 (cm) : ---  
ESTÁGIO 3 (cm) : ---

OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE.

AMOSTRADOR Ø EXTERNO : 50,8 mm Ø INTERNO : 34,9 mm REVESTIMENTO Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 4,80 m

## SONDA ENGENHARIA LTDA

OBRA ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF

CLIENTE GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE

### SONDAGEM A PERCUSSÃO

REL. N. 021/2008

FOLHA N. 15 / 25

ESC. 1:100

DESENHO EDSON

R.T.

Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG



SCIA QUADRA 11 CONJ. 1 LOTE 4  
CEP 71.250-510 BRASILIA - DF

FONES: (061) 3363-9199 / 3363-9302  
FAX: (061) 3363-9199

E-MAIL: sonda@sondaengenharia.com.br  
HOME PAGE: http://www.sondaengenharia.com.br



|                                                             |           |                                                               |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
|-------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--|---------|--|-------|--|--|
| DATA DE INICIO                                              |           | 26/04/2008                                                    |                                    | LEGENDA - GRÁFICO              |                                     | N.A. INICIAL                                     |                                   | 6,48 m             |                           | COTA                                                                      |  | 992,86  |  | SP.16 |  |  |
| TÉRMINO                                                     |           | 28/04/2008                                                    |                                    | 30 cm INICIAIS<br>30 cm FINAIS |                                     | N.A. APÓS 24 hs.                                 |                                   | 6,43 m             |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO                                       | N. A. (m) | COTA (m)                                                      | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                                  | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |                    | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS                   | 10                                  | 20                                               | 30                                | 40                 |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| TC                                                          |           |                                                               | 2                                  | 2                              |                                     |                                                  |                                   |                    | 1                         | ARGILA ARENOSA, MARROM.                                                   |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               | 2                                  | 2                              |                                     |                                                  |                                   |                    | 2                         | ARGILA ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MUITO MOLE, VERMELHA.                    |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           | 989,86                                                        | 3                                  | 4                              |                                     |                                                  |                                   |                    | 3                         | SILTE ARGILOSO, COM PEDREGULHOS, MOLE, AMARELO VARIEGADO.                 |  |         |  |       |  |  |
| TH                                                          |           |                                                               | 7                                  | 16                             |                                     |                                                  |                                   |                    | 4                         | SILTE ARENOSO, MEDIANAMENTE COMPACTO A MUITO COMPACTO, AMARELO VARIEGADO. |  |         |  |       |  |  |
| TH                                                          |           |                                                               | 31                                 | 43                             |                                     |                                                  |                                   |                    | 5                         | SILTE ARENOSO, COM PEDREGULHOS, MEDIANAMENTE COMPACTO, AMARELO.           |  |         |  |       |  |  |
|                                                             | 6,43      |                                                               | 13                                 | 17                             |                                     |                                                  |                                   |                    | 6                         | SILTE ARENOSO, MUITO COMPACTO, AMARELO.                                   |  |         |  |       |  |  |
|                                                             | 2304,08   |                                                               | 68/23                              | 45/8                           |                                     |                                                  |                                   |                    | 7                         | LIMITE DE SONDAGEM                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           | 984,86                                                        | 50/12                              | -                              |                                     |                                                  |                                   |                    | 8                         |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               | 50/10                              | -                              |                                     |                                                  |                                   |                    | 9                         |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           |                                                               | 50/6                               | -                              |                                     |                                                  |                                   |                    | 10                        |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| MÉTODO DE AVANÇO                                            |           | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.                         |                                    | OBS.:                          |                                     | SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| TC - TRADO CONCHA                                           |           | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---                              |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL                                       |           | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                                          |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA                                          |           | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                                          |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
|                                                             |           | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                                          |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| AMOSTRADOR                                                  |           | Ø EXTERNO : 50,8 mm                                           |                                    | Ø INTERNO : 34,9 mm            |                                     | REVESTIMENTO                                     |                                   | Ø INTERNO : 2 1/2" |                           | PROF. = 5,00 m                                                            |  |         |  |       |  |  |
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b>                                |           |                                                               |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| OBRA                                                        |           | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| CLIENTE                                                     |           | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                 |           |                                                               |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| REL. N.                                                     |           | 021/2008                                                      |                                    | FOLHA N.                       |                                     | 17 / 25                                          |                                   | ESC.               |                           | 1 : 100                                                                   |  | DESENHO |  | EDSON |  |  |
| R.T. _____                                                  |           |                                                               |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |
| Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |           |                                                               |                                    |                                |                                     |                                                  |                                   |                    |                           |                                                                           |  |         |  |       |  |  |



|                       |           |          |                                    |  |                                            |  |                    |                  |                                   |        |                                                                  |             |  |       |  |
|-----------------------|-----------|----------|------------------------------------|--|--------------------------------------------|--|--------------------|------------------|-----------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|-------------|--|-------|--|
| DATA DE INICIO        |           |          | 24/04/2008                         |  | LEGENDA - GRÁFICO                          |  |                    | N.A. INICIAL     |                                   | 3,70 m |                                                                  | COTA 992,85 |  | SP.17 |  |
| TÉRMINO               |           |          | 24/04/2008                         |  | ----- 30 cm INICIAIS<br>----- 30 cm FINAIS |  |                    | N.A. APÓS 24 hs. |                                   | 3,36 m |                                                                  |             |  |       |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO | N. A. (m) | COTA (m) | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |  | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO        |  |                    |                  | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |        | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL                                        |             |  |       |  |
|                       |           |          | 30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS        |  | 10 20 30 40                                |  |                    |                  |                                   |        |                                                                  |             |  |       |  |
| TC                    |           |          | 2 2                                |  |                                            |  |                    |                  | 1                                 |        | ATERRO DE ARGILA                                                 |             |  |       |  |
| TH                    |           |          | 2 2                                |  |                                            |  |                    |                  | 2                                 |        | ARGILA ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MUITO MOLE, VERMELHA.           |             |  |       |  |
|                       | 3,36      | 989,85   | 5 6                                |  |                                            |  |                    |                  | 3                                 |        |                                                                  |             |  |       |  |
| TH                    | 24/04/08  |          | 7 9                                |  |                                            |  |                    |                  | 4                                 |        | SILTE ARGILOSO, MÉDIO, AMARELO VARIEGADO.                        |             |  |       |  |
| CA                    |           |          | 9 11                               |  |                                            |  |                    |                  | 5                                 |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          | 15 17                              |  |                                            |  |                    |                  | 6                                 |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          | 19 26                              |  |                                            |  |                    |                  | 7                                 |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           | 984,85   | 22 29                              |  |                                            |  |                    |                  | 8                                 |        | SILTE ARGILOSO, COM PEDREGULHOS, RIJO A DURO, AMARELO VARIEGADO. |             |  |       |  |
|                       |           |          | 28 36                              |  |                                            |  |                    |                  | 9                                 |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          | 32 48                              |  |                                            |  |                    |                  | 10                                |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          |                                    |  | 11                                         |  | LIMITE DE SONDAGEM |                  |                                   |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          |                                    |  | 12                                         |  |                    |                  |                                   |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          |                                    |  | 13                                         |  |                    |                  |                                   |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          |                                    |  | 14                                         |  |                    |                  |                                   |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          |                                    |  | 15                                         |  |                    |                  |                                   |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          |                                    |  | 16                                         |  |                    |                  |                                   |        |                                                                  |             |  |       |  |
|                       |           |          |                                    |  | 17                                         |  |                    |                  |                                   |        |                                                                  |             |  |       |  |

MÉTODO DE AVANÇO  
 TC - TRADO CONCHA  
 TH - TRADO HELICOIDAL  
 CA - CIRC. DE ÁGUA

ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.  
 PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---  
 ESTÁGIO 1 (cm) : ---  
 ESTÁGIO 2 (cm) : ---  
 ESTÁGIO 3 (cm) : ---

OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE.

AMOSTRADOR Ø EXTERNO : 50,8 mm Ø INTERNO : 34,9 mm REVESTIMENTO Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 3,60 m

## SONDA ENGENHARIA LTDA

OBRA ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF

CLIENTE GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE

### SONDAGEM A PERCUSSÃO

REL. N. 021/2008 FOLHA N. 18 / 25 ESC. 1:100 DESENHO EDSON

R.T.

Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG



|                              |           |                                                               |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------|--|---------|--|-------|--|----------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| DATA DE INICIO               |           | 14/04/2008                                                    |                                    | LEGENDA - GRÁFICO              |                                     | N.A. INICIAL                                           |                                   | 3,94 m             |                           | COTA                                                   |  | 991,65  |  | SP.18 |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| TÉRMINO                      |           | 16/04/2008                                                    |                                    | 30 cm INICIAIS<br>30 cm FINAIS |                                     | N.A. APÓS 24 hs.                                       |                                   | 4,63 m             |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO        | N. A. (m) | COTA (m)                                                      | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                                        | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |                    | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS                   | 10                                  | 20                                                     | 30                                | 40                 |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| TC                           |           | 989,65                                                        | 4                                  | 3                              |                                     |                                                        |                                   |                    | 1                         | ATERRO DE ARGILA POUCA ARENOSA, MARROM.                |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               | 2                                  | 3                              |                                     |                                                        |                                   |                    | 2                         | ARGILA POUCA SILTOSA, COM PEDREGULHOS, MOLE, VERMELHA. |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               | 5                                  | 8                              |                                     |                                                        |                                   |                    | 3                         | SILTE POUCA ARGILOSO, MÉDIO, AMARELO.                  |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| TH                           | 4,63      |                                                               | 20                                 | 31                             |                                     |                                                        |                                   |                    | 4                         |                                                        |  |         |  |       |  | SILTE POUCA ARENOSO, COMPACTO A MUITO COMPACTO, AMARELO. |  |  |  |  |  |
| TH                           | 17,04/08  |                                                               | 39                                 | 52                             |                                     |                                                        |                                   |                    | 5                         |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               | 43                                 | 60                             |                                     |                                                        |                                   |                    | 6                         |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           | 984,65                                                        | 70/27                              | 50/12                          |                                     |                                                        |                                   |                    | 7                         |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               | 75/28                              | 50/13                          |                                     |                                                        |                                   |                    | 8                         |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               | 50/15                              | -                              |                                     |                                                        |                                   |                    | 9                         | LIMITE DE SONDAAGEM                                    |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               | 50/12                              | -                              |                                     |                                                        |                                   |                    | 10                        |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               |                                    |                                | 11                                  |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               |                                    |                                | 12                                  |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           |                                                               |                                    |                                | 13                                  |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| MÉTODO DE AVANÇO             |           | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.                         |                                    |                                |                                     | OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| TC - TRADO CONCHA            |           | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---                              |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL        |           | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                                          |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA           |           | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                                          |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                                          |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| AMOSTRADOR                   |           | Ø EXTERNO : 50,8 mm                                           |                                    | Ø INTERNO : 34,9 mm            |                                     | REVESTIMENTO                                           |                                   | Ø INTERNO : 2 1/2" |                           | PROF. = 3,00                                           |  | m       |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b> |           |                                                               |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| OBRA                         |           | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| CLIENTE                      |           | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
|                              |           | <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                   |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| REL. N.                      |           | 021/2008                                                      |                                    | FOLHA N.                       |                                     | 19 / 25                                                |                                   | ESC.               |                           | 1 : 100                                                |  | DESENHO |  | EDSON |  |                                                          |  |  |  |  |  |
| R.T.                         |           | Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG   |                                    |                                |                                     |                                                        |                                   |                    |                           |                                                        |  |         |  |       |  |                                                          |  |  |  |  |  |









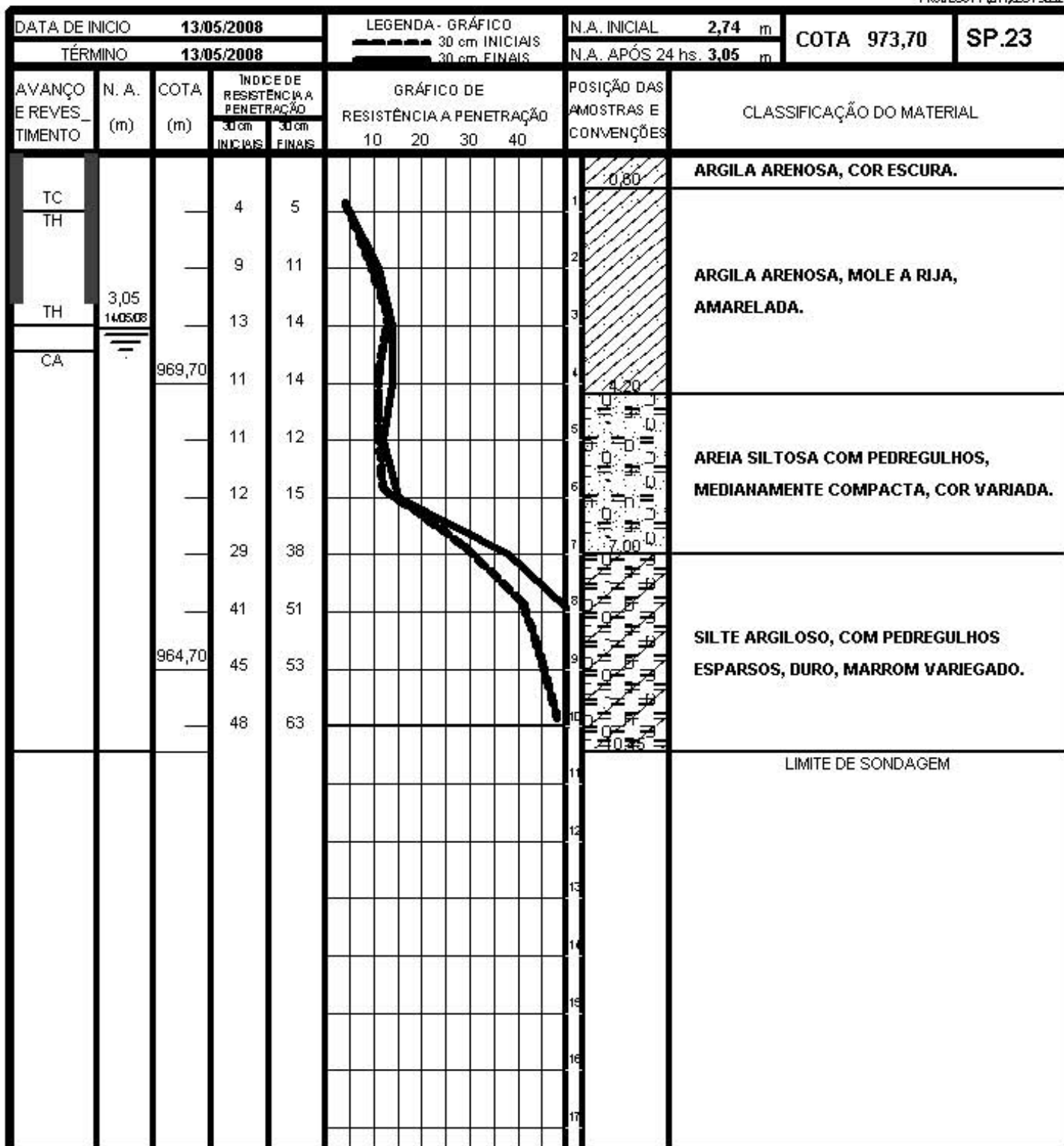
|                              |  |                                                               |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
|------------------------------|--|---------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------|--|------------------------------------|--|--------------------------------------------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------------------------|--|-------|--|
| DATA DE INICIO               |  | 09/05/2008                                                    |  | LEGENDA - GRÁFICO                     |  | N.A. INICIAL                       |  | 3,26 m                                           |  | COTA                              |  | 981,34                                     |  | SP.21 |  |
| TÉRMINO                      |  | 09/05/2008                                                    |  | 30 cm INICIAIS                        |  | N.A. APÓS 24 hs.                   |  | 3,35 m                                           |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO        |  | N. A. (m)                                                     |  | COTA (m)                              |  | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |  | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO              |  | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |  | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL                  |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  |                                       |  | 30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS        |  | 10 20 30 40                                      |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
| TC                           |  |                                                               |  | 980,34                                |  | 2 3                                |  |                                                  |  | 1                                 |  | ATERRO DE ARGILA ARENOSA, MOLE, MARROM.    |  |       |  |
| TH                           |  |                                                               |  | — 3                                   |  | 5                                  |  |                                                  |  | 2                                 |  |                                            |  |       |  |
|                              |  | 3,35                                                          |  | — 5                                   |  | 7                                  |  |                                                  |  | 3                                 |  |                                            |  |       |  |
|                              |  | 10.05.08                                                      |  | — 14                                  |  | 20                                 |  |                                                  |  | 4                                 |  |                                            |  |       |  |
| TH                           |  |                                                               |  | — 25                                  |  | 34                                 |  |                                                  |  | 5                                 |  |                                            |  |       |  |
| CA                           |  |                                                               |  | 975,34                                |  | 30 41                              |  |                                                  |  | 6                                 |  | SILTE ARGILOSO, MÉDIO A DURO, COR VARIADA. |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  | — 40                                  |  | 47                                 |  |                                                  |  | 7                                 |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  | — 45                                  |  | 51                                 |  |                                                  |  | 8                                 |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  | — 50                                  |  | 61                                 |  |                                                  |  | 9                                 |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  | — 55                                  |  | 66                                 |  |                                                  |  | 10                                |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  | 11                                |  | LIMITE DE SONDAGEM                         |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  | 12                                |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  | 13                                |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  | 14                                |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  | 15                                |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  | 16                                |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  | 17                                |  |                                            |  |       |  |
| MÉTODO DE AVANÇO             |  | TC - TRADO CONCHA                                             |  | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min. |  | OBS.:                              |  | SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL        |  |                                                               |  | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---      |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA           |  |                                                               |  | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                  |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                  |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
|                              |  |                                                               |  | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                  |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
| AMOSTRADOR                   |  | Ø EXTERNO : 50,8 mm                                           |  | Ø INTERNO : 34,9 mm                   |  | REVESTIMENTO                       |  | Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 3,60 m                |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b> |  |                                                               |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
| OBRA                         |  | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
| CLIENTE                      |  | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
|                              |  | <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                   |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |
| REL. N.                      |  | 021/2008                                                      |  | FOLHA N.                              |  | 22 / 25                            |  | ESC.                                             |  | 1 : 100                           |  | DESENHO                                    |  | EDSON |  |
| R.T.                         |  | Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG   |  |                                       |  |                                    |  |                                                  |  |                                   |  |                                            |  |       |  |





|                                                                                      |                  |                                                                                                                                                   |                                                                   |                                |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------|----------------|--|---------|--|-------|--|
| DATA DE INICIO                                                                       |                  | 19/04/2008                                                                                                                                        |                                                                   | LEGENDA - GRÁFICO              |                                                    | N.A. INICIAL                                           |                                   | 2,68 m             |                                                              | COTA           |  | 980,21  |  | SP.22 |  |
| TÉRMINO                                                                              |                  | 19/04/2008                                                                                                                                        |                                                                   | 30 cm INICIAIS<br>30 cm FINAIS |                                                    | N.A. APÓS 24 hs.                                       |                                   | 3,63 m             |                                                              |                |  |         |  |       |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO                                                                | N. A.<br>(m)     | COTA<br>(m)                                                                                                                                       | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO<br>30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS |                                | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO<br>10 20 30 40 |                                                        | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |                    | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL                                    |                |  |         |  |       |  |
| TC                                                                                   | 3,63<br>19/04/08 | 975,21                                                                                                                                            | 5                                                                 | 8                              |                                                    |                                                        |                                   |                    | ATERRO DE ARGILA SILTOSA COM PEDRUSINHOS, VERMELHA.          |                |  |         |  |       |  |
| TH                                                                                   |                  |                                                                                                                                                   | 25                                                                | 29                             |                                                    |                                                        |                                   |                    | ARGILA POUCO SILTOSA, MÉDIA, VERMELHA VARIEGADA.             |                |  |         |  |       |  |
| TH                                                                                   |                  |                                                                                                                                                   | 27                                                                | 34                             |                                                    |                                                        |                                   |                    | SILTE POUCO ARENOSO, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR VARIADA. |                |  |         |  |       |  |
| CA                                                                                   |                  |                                                                                                                                                   | 29                                                                | 36                             |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
|                                                                                      |                  |                                                                                                                                                   | 38                                                                | 57                             |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
|                                                                                      |                  |                                                                                                                                                   | 48                                                                | 56                             |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
|                                                                                      |                  |                                                                                                                                                   | 77                                                                | 50/15                          |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
|                                                                                      |                  |                                                                                                                                                   | 90/25                                                             | 50/10                          |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
|                                                                                      |                  |                                                                                                                                                   | 50/15                                                             | -                              |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
|                                                                                      |                  |                                                                                                                                                   | 970,21                                                            | 50/12                          |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
|                                                                                      |                  |                                                                                                                                                   |                                                                   |                                |                                                    |                                                        | 10,12                             |                    | LIMITE DE SONDAGEM                                           |                |  |         |  |       |  |
| MÉTODO DE AVANÇO<br>TC - TRADO CONCHA<br>TH - TRADO HELICOIDAL<br>CA - CIRC. DE ÁGUA |                  | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.<br>PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---<br>ESTÁGIO 1 (cm) : ---<br>ESTÁGIO 2 (cm) : ---<br>ESTÁGIO 3 (cm) : --- |                                                                   |                                |                                                    | OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
| AMOSTRADOR                                                                           |                  | Ø EXTERNO : 50,8 mm                                                                                                                               |                                                                   | Ø INTERNO : 34,9 mm            |                                                    | REVESTIMENTO                                           |                                   | Ø INTERNO : 2 1/2" |                                                              | PROF. = 2,00 m |  |         |  |       |  |
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b>                                                         |                  |                                                                                                                                                   |                                                                   |                                |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
| OBRA                                                                                 |                  | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF                                                                                                 |                                                                   |                                |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
| CLIENTE                                                                              |                  | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE                                                                                     |                                                                   |                                |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                                          |                  |                                                                                                                                                   |                                                                   |                                |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |
| REL. N.                                                                              |                  | 021/2008                                                                                                                                          |                                                                   | FOLHA N.                       |                                                    | 23 / 25                                                |                                   | ESC.               |                                                              | 1 : 100        |  | DESENHO |  | EDSON |  |
| R.T. _____<br>Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG            |                  |                                                                                                                                                   |                                                                   |                                |                                                    |                                                        |                                   |                    |                                                              |                |  |         |  |       |  |





MÉTODO DE AVANÇO  
TC - TRADO CONCHA  
TH - TRADO HELICOIDAL  
CA - CIRC. DE ÁGUA

ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.  
PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---  
ESTÁGIO 1 (cm) : ---  
ESTÁGIO 2 (cm) : ---  
ESTÁGIO 3 (cm) : ---

OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE.

AMOSTRADOR Ø EXTERNO : 50,8 mm Ø INTERNO : 34,9 mm REVESTIMENTO Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 2,60 m

## SONDA ENGENHARIA LTDA

OBRA ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF

CLIENTE GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE

### SONDAGEM A PERCUSSÃO

REL. N. 021/2008 FOLHA N. 24 / 25 ESC. 1 : 100 DESENHO EDSON

R.T.

Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG





|                       |           |            |                                    |                                |                                     |                    |                                   |        |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|-----------------------|-----------|------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------|---------------------------|--------------------------------------------------------|--|---------|--|-------|--|--|
| DATA DE INICIO        |           | 02/05/2008 |                                    | LEGENDA - GRÁFICO              |                                     | N.A. INICIAL       |                                   | 2,94 m |                           | COTA                                                   |  | 1003,09 |  | SP.06 |  |  |
| TÉRMINO               |           | 02/05/2008 |                                    | 30 cm INICIAIS<br>30 cm FINAIS |                                     | N.A. APÓS 24 hs.   |                                   | 3,50 m |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO | N. A. (m) | COTA (m)   | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                    | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |        | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS                   | 10                                  | 20                 | 30                                | 40     |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |
| TC                    |           |            | 2                                  | 2                              |                                     |                    |                                   |        | 1                         | ARGILA POUCA ARENOSA, MARROM.                          |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            | 2/45                               | -                              |                                     |                    |                                   |        | 2                         | ARGILA ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MUITO MOLE, VERMELHA. |  |         |  |       |  |  |
|                       | 3,50      | 1000,09    | 2/45                               | -                              |                                     |                    |                                   |        | 3                         |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       | 0305,08   |            |                                    |                                |                                     |                    |                                   |        | 4                         |                                                        |  |         |  |       |  |  |
| TH                    |           |            | 3                                  | 4                              |                                     |                    |                                   |        | 5                         | SILTE POUCA ARGILOSO, MOLE A RIJO, AMARELO VARIEGADO.  |  |         |  |       |  |  |
| TH                    |           |            | 6                                  | 10                             |                                     |                    |                                   |        | 6                         |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            | 12                                 | 15                             |                                     |                    |                                   |        | 7                         |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            | 28                                 | 38                             |                                     |                    |                                   |        | 8                         |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           | 995,09     | 32                                 | 47                             |                                     |                    |                                   |        | 9                         | SILTE ARENOSO, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR VARIADA. |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            | 36                                 | 53                             |                                     |                    |                                   |        | 10                        |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            | 35                                 | 56                             | 11                                  | LIMITE DE SONDAGEM |                                   |        |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                | 12                                  |                    |                                   |        |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                | 13                                  |                    |                                   |        |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                | 14                                  |                    |                                   |        |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                | 15                                  |                    |                                   |        |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                | 16                                  |                    |                                   |        |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                | 17                                  |                    |                                   |        |                           |                                                        |  |         |  |       |  |  |

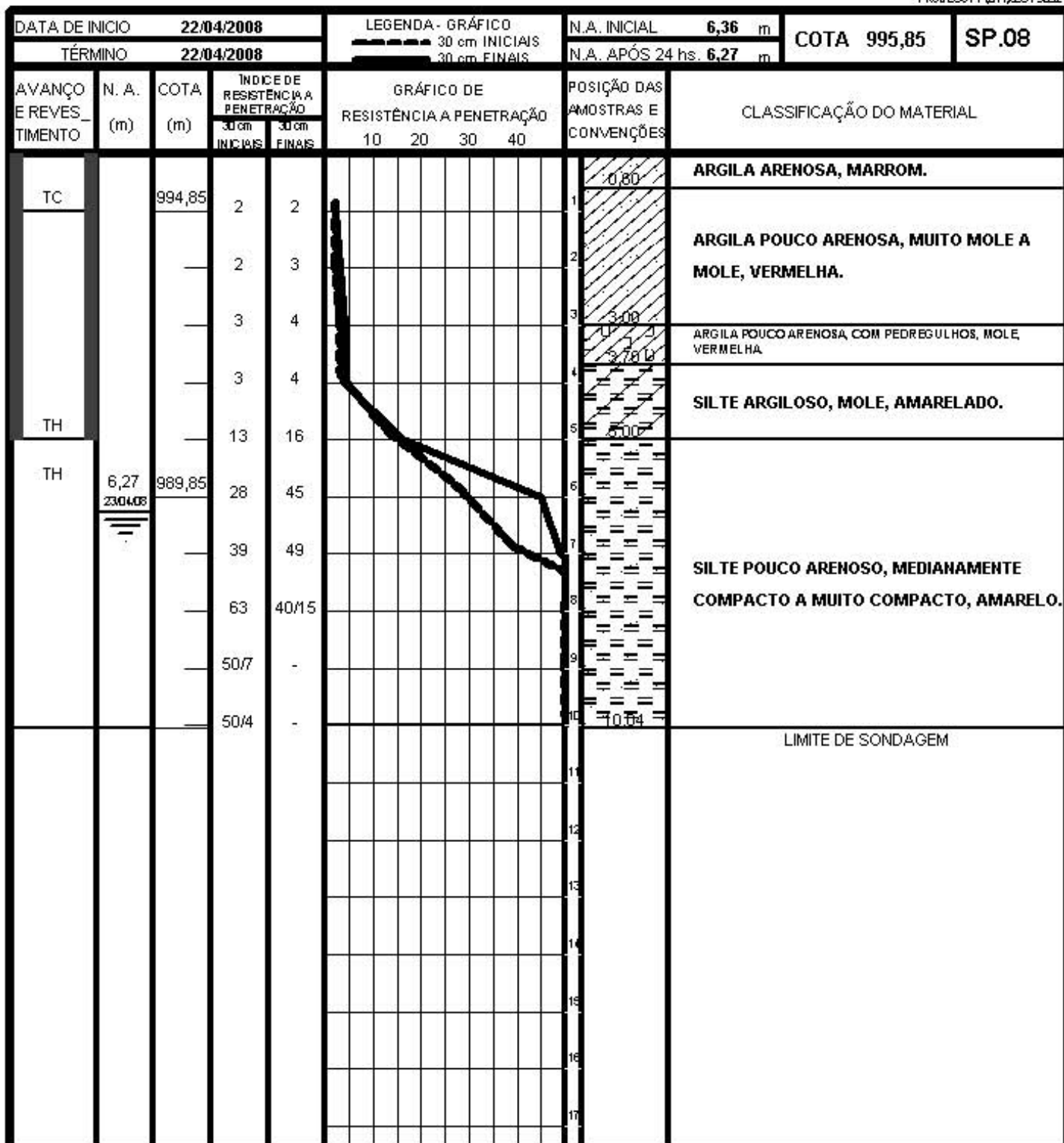
|                       |  |                                       |  |                                                  |  |
|-----------------------|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------------------|--|
| MÉTODO DE AVANÇO      |  | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min. |  | OBS.:                                            |  |
| TC - TRADO CONCHA     |  | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---      |  | SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL |  | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                  |  |                                                  |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA    |  | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                  |  |                                                  |  |
|                       |  | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                  |  |                                                  |  |

|            |                     |                     |              |                    |                |
|------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------------|----------------|
| AMOSTRADOR | Ø EXTERNO : 50,8 mm | Ø INTERNO : 34,9 mm | REVESTIMENTO | Ø INTERNO : 2 1/2" | PROF. = 4,80 m |
|------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------------|----------------|

|                                                             |                                                               |          |        |       |         |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------|--------|-------|---------|
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b>                                |                                                               |          |        |       |         |
| OBRA                                                        | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |          |        |       |         |
| CLIENTE                                                     | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |          |        |       |         |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                 |                                                               |          |        |       |         |
| REL. N.                                                     | 021/2008                                                      | FOLHA N. | 7 / 25 | ESC.  | 1 : 100 |
| DESENHO                                                     |                                                               |          |        | EDSON |         |
| R.T. _____                                                  |                                                               |          |        |       |         |
| Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |                                                               |          |        |       |         |



MÉTODO DE AVANÇO  
TC - TRADO CONCHA  
TH - TRADO HELICOIDAL  
CA - CIRC. DE ÁGUA

ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min.  
PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---  
ESTÁGIO 1 (cm) : ---  
ESTÁGIO 2 (cm) : ---  
ESTÁGIO 3 (cm) : ---

OBS.: SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE.

AMOSTRADOR Ø EXTERNO : 50,8 mm Ø INTERNO : 34,9 mm REVESTIMENTO Ø INTERNO : 2 1/2" PROF. = 5,00 m

## SONDA ENGENHARIA LTDA

OBRA ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF

CLIENTE GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE

### SONDAGEM A PERCUSSÃO

REL. N. 021/2008 FOLHA N. 9 / 25 ESC. 1 : 100 DESENHO EDSON

R.T.

Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG



|                       |           |            |                                    |                                |                                     |                  |                                   |        |                           |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|-----------------------|-----------|------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------|---------------------------|--------------------|-------------------------|--------|----|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| DATA DE INICIO        |           | 23/04/2008 |                                    | LEGENDA - GRÁFICO              |                                     | N.A. INICIAL     |                                   | 3,87 m |                           | COTA               |                         | 988,23 |    | SP.15                                              |                                                                    |  |  |  |  |  |
| TÉRMINO               |           | 24/04/2008 |                                    | 30 cm INICIAIS<br>30 cm FINAIS |                                     | N.A. APÓS 24 hs. |                                   | 3,53 m |                           |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
| AVANÇO E REVESTIMENTO | N. A. (m) | COTA (m)   | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                                | GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO |                  | POSIÇÃO DAS AMOSTRAS E CONVENÇÕES |        | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            | 30 cm INICIAIS                     | 30 cm FINAIS                   | 10                                  | 20               | 30                                | 40     |                           |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
| TC                    |           |            | 2                                  | 2                              |                                     |                  |                                   |        | 1                         | 0,80               | ARGILA ARENOSA, MARROM. |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
| TH                    |           |            | 2                                  | 2                              |                                     |                  |                                   |        | 2                         | 2                  | 2                       | 2      | 2  | ARGILA POUCA ARENOSA, MUITO MOLE A MOLE, VERMELHA. |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       | 3,53      | 985,23     | 3                                  | 4                              |                                     |                  |                                   |        | 3                         | 3                  | 3                       | 3      | 3  |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
| TH                    | 25/04/08  |            | 7                                  | 9                              |                                     |                  |                                   |        | 4                         | 4                  | 4                       | 4      | 4  | 4,00                                               | ARGILA POUCA ARENOSA, COM PEDREGULHOS, MÉDIA, VERMELHA.            |  |  |  |  |  |
|                       |           |            | 25                                 | 37                             |                                     |                  |                                   |        | 5                         | 5                  | 5                       | 5      | 5  | 4,65                                               | SILTE ARGILOSO, COM PEDREGULHOS, MÉDIA A DURO, COR VARIADA.        |  |  |  |  |  |
| CA                    |           |            | 13                                 | 17                             |                                     |                  |                                   |        | 6                         | 6                  | 6                       | 6      | 6  |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            | 12                                 | 16                             |                                     |                  |                                   |        | 7                         | 7                  | 7                       | 7      | 7  |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           | 980,23     | 14                                 | 20                             |                                     |                  |                                   |        | 8                         | 8                  | 8                       | 8      | 8  |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            | 21                                 | 24                             |                                     |                  |                                   |        | 9                         | 9                  | 9                       | 9      | 9  |                                                    | SILTE POUCA ARENOSO, COM PEDREGULHOS, COMPACTO, AMARELO VARIEGADO. |  |  |  |  |  |
|                       |           |            | 24                                 | 30                             |                                     |                  |                                   |        | 10                        | 10                 | 10                      | 10     | 10 | 4,00                                               |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                |                                     |                  |                                   |        | 11                        | LIMITE DE SONDAGEM |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                |                                     |                  |                                   |        | 12                        |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                |                                     |                  |                                   |        | 13                        |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                |                                     |                  |                                   |        | 14                        |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                |                                     |                  |                                   |        | 15                        |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                |                                     |                  |                                   |        | 16                        |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |
|                       |           |            |                                    |                                |                                     |                  |                                   |        | 17                        |                    |                         |        |    |                                                    |                                                                    |  |  |  |  |  |

|                       |  |                                       |  |                                                  |  |
|-----------------------|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------------------|--|
| MÉTODO DE AVANÇO      |  | ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO - 10 min. |  | OBS.:                                            |  |
| TC - TRADO CONCHA     |  | PROFUNDIDADE DE INÍCIO (m) : ---      |  | SONDAGEM PARALISADA POR DETERMINAÇÃO DO CLIENTE. |  |
| TH - TRADO HELICOIDAL |  | ESTÁGIO 1 (cm) : ---                  |  |                                                  |  |
| CA - CIRC. DE ÁGUA    |  | ESTÁGIO 2 (cm) : ---                  |  |                                                  |  |
|                       |  | ESTÁGIO 3 (cm) : ---                  |  |                                                  |  |

|            |                     |                     |              |                    |                |
|------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------------|----------------|
| AMOSTRADOR | Ø EXTERNO : 50,8 mm | Ø INTERNO : 34,9 mm | REVESTIMENTO | Ø INTERNO : 2 1/2" | PROF. = 4,00 m |
|------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------------|----------------|

|                                                             |                                                               |          |         |       |         |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------|---------|-------|---------|
| <b>SONDA ENGENHARIA LTDA</b>                                |                                                               |          |         |       |         |
| OBRA                                                        | ATERRO SANITÁRIO ENTRE SAMAMBAIA E CEILÂNDIA - DF             |          |         |       |         |
| CLIENTE                                                     | GDF - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLV. URB. E MEIO AMBIENTE |          |         |       |         |
| <b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>                                 |                                                               |          |         |       |         |
| REL. N.                                                     | 021/2008                                                      | FOLHA N. | 16 / 25 | ESC.  | 1 : 100 |
| DESENHO                                                     |                                                               |          |         | EDSON |         |
| R.T. _____                                                  |                                                               |          |         |       |         |
| Paulo Sérgio Barbosa Abreu - Eng. Civil - CREA 39023/D - MG |                                                               |          |         |       |         |



**ANEXO 8**  
**Desenhos de Projeto**



**ÍNDICE GERAL DOS DESENHOS**

**VOLUME 1/3**

**TÍTULO / ASSUNTO**

**FOLHA**

**IMPLANTAÇÃO INICIAL**

|   |                                                                         |     |
|---|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | IMPLANTAÇÃO DO ACESSO DE LIGAÇÃO E ÁREA DE INFRAESTRUTURA DE APOIO..... | 1/3 |
| 2 | PORTÃO E CERCA DE MOURÃO DE CONCRETO E FIOS - PLANTA E DETALHES .....   | 2/3 |
| 3 | IMPLANTAÇÃO DE BARREIRA VEGETAL .....                                   | 3/3 |

**ATERRO SANITÁRIO**

|     |                                                                              |        |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1   | LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO - PLANTA GERAL .....                           | 1/25   |
| 1A  | LOCAÇÃO DO ACESSO PERIMETRAL .....                                           | 1A/25  |
| 2   | ESCAVAÇÃO E ESTOCAGEM DE SOLOS - PLANTA GERAL .....                          | 2/25   |
| 3   | SISTEMA DE DRENAGEM SUB SUPERFICIAL - PLANTA E DETALHES .....                | 3/25   |
| 4   | SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO - PLANTA E DETALHES .....           | 4/25   |
| 5   | SISTEMA DE DRENAGEM DE CHORUME NA FUNDAÇÃO - PLANTA GERAL .....              | 5/25   |
| 6   | DRENAGEM DE CHORUME - DETALHES .....                                         | 6/25   |
| 7   | PLANO DE AVANÇO OPERACIONAL - PLANTA - IMPLANTAÇÃO ETAPA 1 - FASE 1 .....    | 7/25   |
| 8   | PLANO DE AVANÇO OPERACIONAL - PLANTA - IMPLANTAÇÃO ETAPA 1 - FASE 2 .....    | 8/25   |
| 9   | PLANO DE AVANÇO OPERACIONAL - PLANTA - IMPLANTAÇÃO ETAPA 1 - FASE 3 .....    | 9/25   |
| 10  | PLANO DE AVANÇO OPERACIONAL - PLANTA - IMPLANTAÇÃO ETAPA 1 .....             | 10/25  |
| 11  | ALTEAMENTO - PLANTA GERAL .....                                              | 11/25  |
| 12  | ALTEAMENTO - SEÇÕES C-C E D-D .....                                          | 12/25  |
| 13  | DRENAGEM DE CHORUME - DETALHES .....                                         | 13/25  |
| 14  | DRENAGEM SUPERFICIAL - PLANTA GERAL .....                                    | 14/25  |
| 15  | DRENAGEM SUPERFICIAL DAS UNIDADES DE APOIO - PLANTA GERAL .....              | 15/25  |
| 16  | SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL - DETALHES .....                             | 16/25  |
| 16A | SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL - DETALHES .....                             | 16A/25 |
| 17  | DETALHES DAS CAIXAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....                            | 17/25  |
| 18  | DETALHES DAS CAIXAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....                            | 18/25  |
| 19  | DETALHES DAS CAIXAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....                            | 19/25  |
| 20  | DETALHES DAS CAIXAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....                            | 20/25  |
| 21  | MONITORAMENTO GEOTÉCNICO E AMBIENTAL - PLANTA GERAL .....                    | 21/25  |
| 22  | MONITORAMENTO GEOTÉCNICO E AMBIENTAL - DETALHES .....                        | 22/25  |
| 23  | DISPOSIÇÃO EMERGENCIAL DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE - PLANTA .....       | 23/25  |
| 24  | DISPOSIÇÃO EMERGENCIAL DE RESÍDUOS DE SERV SAÚDE - SEQUENCIA EXECUTIVA ....  | 24/25  |
| 25  | DISPOSIÇÃO EMERGENCIAL DE RESÍDUOS DE SERV SAÚDE - SEÇÃO TÍPICA E DETALHES . | 25/25  |

**VOLUME 2/3**

**TÍTULO / ASSUNTO**

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – GERAL**

|    |                                                 |      |
|----|-------------------------------------------------|------|
| 1  | ILUMINAÇÃO E FORÇA - IMPLANTAÇÃO PARTE I .....  | 1/3  |
| 2  | ILUMINAÇÃO E FORÇA - IMPLANTAÇÃO PARTE II ..... | 2/3  |
| 3  | DIAGRAMA GERAL .....                            | 3/3  |
| 3A | DIAGRAMA DOS QUADROS ELÉTRICOS .....            | 3A/3 |

**UNIDADES DE INFRAESTRUTURA E APOIO**

**ARQUITETURA**

|   |                                                               |     |
|---|---------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | PLANTA TÉRREO - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                   | 1/8 |
| 2 | PLANTA COBERTURA - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                | 2/8 |
| 3 | CORTES - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                          | 3/8 |
| 4 | ELEVAÇÕES E DETALHES - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....            | 4/8 |
| 5 | PLANTA, CORTES E VISTAS - UNIDADE DE PESAGEM E CONTROLE ..... | 5/8 |
| 6 | PLANTA, CORTES E VISTAS - PORTARIA E GUARITA .....            | 6/8 |
| 7 | PLANTA TÉRREO E CORTES - PRÉDIO OFICINA .....                 | 7/8 |
| 8 | PLANTA COBERTURA E ELEVAÇÕES - PRÉDIO OFICINA .....           | 8/8 |

**INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS**

|   |                                                        |     |
|---|--------------------------------------------------------|-----|
| 1 | AGUA FRIA - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                | 1/7 |
| 2 | ESGOTO - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                   | 2/7 |
| 3 | AGUA FRIA E ESGOTO - OFICINA .....                     | 3/7 |
| 4 | AGUA FRIA E ESGOTO - GUARITA, PORTARIA E BALANÇA ..... | 4/7 |
| 5 | IMPLANTAÇÃO INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS SANITÁRIAS .....   | 5/7 |
| 6 | IMPLANTAÇÃO INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS SANITÁRIAS .....   | 6/7 |
| 7 | RESERVATÓRIO ELEVADO .....                             | 7/7 |

**VOLUME 3/3**

**TÍTULO / ASSUNTO**

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

|    |                                                        |       |
|----|--------------------------------------------------------|-------|
| 1  | ILUMINAÇÃO - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....               | 1/12  |
| 2  | TOMADAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                  | 2/12  |
| 3  | LÓGICA, TELEFONIA E TV - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....   | 3/12  |
| 4  | SPDA - PRÉDIO ADMINISTRATIVO .....                     | 4/12  |
| 5  | SPDA - OFICINA, PORTARIA E GUARITA .....               | 5/12  |
| 6  | ILUMINAÇÃO - OFICINA, PORTARIA E GUARITA .....         | 6/12  |
| 7  | TOMADAS - OFICINA, PORTARIA E GUARITA .....            | 7/12  |
| 8  | LÓGICA E TELEFONIA - OFICINA, PORTARIA E GUARITA ..... | 8/12  |
| 9  | ILUMINAÇÃO - BALANÇA .....                             | 9/12  |
| 10 | TOMADAS - BALANÇA .....                                | 10/12 |
| 11 | LÓGICA E TELEFONIA - BALANÇA .....                     | 11/12 |
| 12 | SPDA - BALANÇA .....                                   | 12/12 |

**ESTAÇÃO DE PRÉ-TRATAMENTO DE CHORUME**

|   |                                                                            |      |
|---|----------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 | P & I .....                                                                | 1/14 |
| 2 | PERFIL HIDRÁULICO .....                                                    | 2/14 |
| 3 | LAY OUT .....                                                              | 3/14 |
| 4 | ARRANJO GERAL - DESCARTE DE LODO E CHORUME PRÉ-TRATADO PARA E.T.E. CAESB . | 4/14 |
| 5 | ARRANJO GERAL DAS TUBULAÇÕES .....                                         | 5/14 |
| 6 | ARRANJO DE TUBULAÇÃO - PLANTA PARCIAL 1 .....                              | 6/14 |
| 7 | ARRANJO DE TUBULAÇÃO - PLANTA PARCIAL 2 .....                              | 7/14 |

|    |                                                         |       |
|----|---------------------------------------------------------|-------|
| 8  | ARRANJO DE TUBULAÇÃO - PLANTA PARCIAL 3 .....           | 8/14  |
| 9  | DIAGRAMA UNIFILAR - CCM 440V .....                      | 9/14  |
| 10 | DISTRIBUIÇÃO BÁSICA DE ILUMINAÇÃO EXTERNA .....         | 10/14 |
| 11 | ROTA BÁSICA DE CABOS DE ELÉTRICA E INSTRUMENTAÇÃO ..... | 11/14 |
| 12 | DETALHES DAS OBRAS CIVIS .....                          | 12/14 |
| 13 | DETALHES DAS OBRAS CIVIS .....                          | 13/14 |
| 14 | DETALHES DAS OBRAS CIVIS .....                          | 14/14 |