



## MUNICÍPIO DE IBIRUBÁ-RS

# AMPLIAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO FASE II

Relatório Ambiental Simplificado (RAS) - FEPAM





## **FORMULÁRIO PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL**



## **INTRODUÇÃO**

## **4. INTRODUÇÃO**

O empreendimento consiste na ampliação do aterro sanitário de Ibirubá-RS, licenciado pela FEPAM, tendo em vista que a primeira fase do aterro constituído de uma célula está em fase de exaustão.

### **4.1. INFORMAÇÕES GERAIS**

#### **4.1.1 Objeto do Licenciamento**

O objeto de licenciamento se refere a elaboração de estudos e projetos de Ampliação do Aterro Sanitário, localizado na Linha Duas – interior do Município de Ibirubá – RS, com sede Central de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), visando a obtenção de Licença Prévia e de Instalação de Ampliação junto a FEPAM.

A Célula 1 (fase 1) possui capacidade indeterminada de resíduos com vida útil próxima do esgotamento.

A ênfase desse licenciamento é para a Célula 2 do aterro, correspondente a 2ª fase, que terá uma área de 4.172,68 m<sup>2</sup>, capacidade para 39.300 m<sup>3</sup> de resíduos e uma vida útil estimada em 7 anos e 8 meses.

#### **4.1.2 Identificação do Empreendedor**

**a) Razão social:** Prefeitura Municipal de Ibirubá

**b) CNPJ:** 87.564.381/0001-10

**c) Endereço completo:** Rua Tiradentes, 700, centro, Ibirubá - RS

**d) Telefone:** (54) 33248500

**Endereço eletrônico:** geral@ibiruba.rs.gov.br

**e) Certidão Negativa de Débitos Ambientais junto à FEPAM, DEFAP/SEMA, e ao IBAMA:** em anexo

**f) Representante legal:** Vitor Bolzan, CPF 01622273028, Av. Rio Branco, 639 - Santa Maria – RS, Fone (55) 996460624

**g) Pessoa de contato:** Elisangela dos Santos Althaus, CPF 01370788037, Rua Firmino de Paula, 799, Ibirubá – RS / Departamento de Meio Ambiente, e-mail: ibiruba.ambiental@gmail.com, Fone (54) 33248500

#### **4.1.3. Identificação da Empresa de Consultoria Ambiental ou Consultores Independentes**

**h) Nome ou razão social:** Geotheca Consultoria Ambiental Geologia e Topografia Ltda

**i) CNPJ:** 00.110.560.0001/07

**j) Endereço completo:** Rua Tenente Coronel Brito, Nº 1075, salas 403 e 404, centro, Santa Cruz do Sul - RS

**k) Telefone:** (51) 37151706

**Endereço eletrônico:** [geothec@geothec.com.br](mailto:geothec@geothec.com.br)

**l) Registro no Cadastro Técnico Federal (IBAMA):** 266965

#### **m) Representante legal**

Nome: Enoir Luis Greiner

CPF: 268.410.020-91

Endereço: Rua Tenente Coronel Brito, 1075, salas 403 e 404, centro, Santa Cruz do Sul – RS

Telefone: (51) 37151706

Endereço eletrônico: [geothec@geothec.com.br](mailto:geothec@geothec.com.br)

#### **n) Pessoa de contato**

Nome: Enoir Luis Greiner

CPF: 268.410.020-91

Endereço: Rua Tenente Coronel Brito, 1075, salas 403 e 404, centro, Santa Cruz do Sul – RS

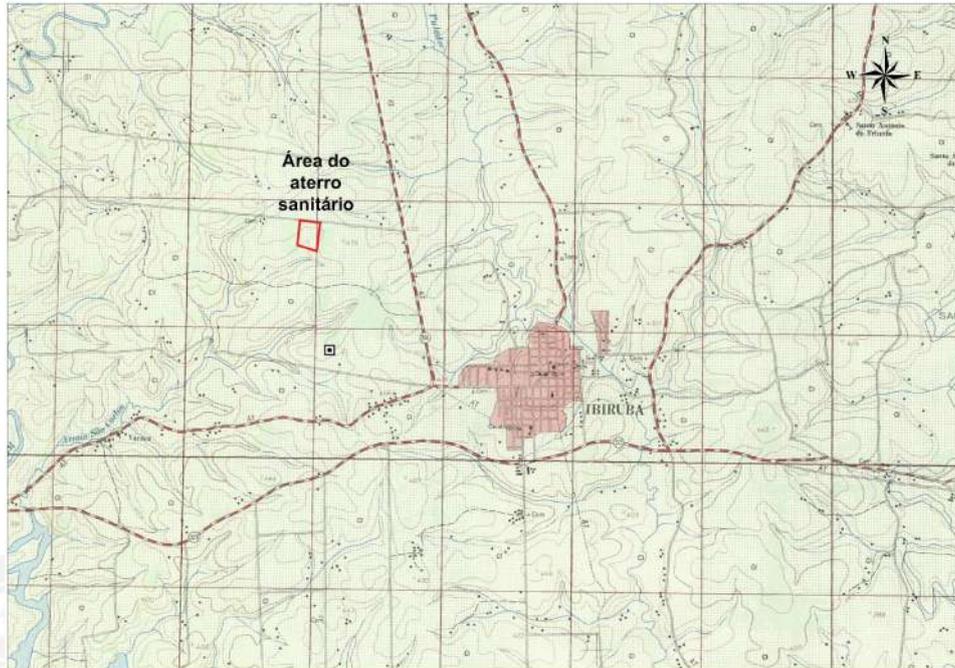
Telefone: (51) 37151706

Endereço eletrônico: [geothec@geothec.com.br](mailto:geothec@geothec.com.br)

#### **4.1.4 Melhorias no Processo**

Em cumprimento à Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, o Município de Ibirubá encaminha junto ao projeto de ampliação do aterro, propondo a construção de na nova célula, a proposta da construção de uma Estação de Triagem de Resíduos com a finalidade de redução do volume de resíduos para destino final na célula do aterro, através de sistema de educação ambiental, (não geração, redução, reciclagem, reutilização e tratamento dos resíduos).

Neste contexto a construção de Estação de drenagem de Resíduos e a inserção em programas ambientais e sociais desenvolvidos em consórcio do qual o município de Ibirubá participa, são justificativas propositivas para tentar solucionar problema do lixo urbano.



Perímetro Urbano de Ibirubá



Município de Ibirubá

## 5. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

A atividade de Aterro Sanitário exige uma gama complexa de legislações e normas ambientais, tanto em níveis federais como estadual. Segue abaixo a principal legislação aplicável:

- **ABNT NBR 6484-2001** - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio;
- **ABNT NBR 8419-1992** - Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos;
- **ABNT NBR 10004-2004** - Classificação de Resíduos Sólidos;
- **ABNT NBR 10005-2004** - Procedimento Para Obtenção de Extrato Lixiviado de Resíduos Sólidos;
- **ABNT NBR 10006-2004** - Solubilização de resíduos;
- **ABNT NBR 10007-2004** - Amostragem de Resíduos Sólidos;
- **ABNT NBR 11174-1990 NB 1264** - Armazenamento de resíduos classes II - Não inertes e III – inertes;
- **ABNT NBR 11682-1991** - Estabilidade de taludes;
- **ABNT NBR 12235-1992** - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- **ABNT NBR 13221-2003** - Transporte de resíduos;
- **ABNT NBR 13292-1995** - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante;
- **ABNT NBR 13463-1995** - Coleta de resíduos sólidos;
- **ABNT NBR 13894-1997** - Fixa as condições exigíveis para o tratamento no solo de resíduos sólidos industriais suscetíveis à biodegradação;
- **ABNT NBR 13896-1997** - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação;
- **ABNT NBR 14545-2000** - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável;
- **ABNT NBR 15495-1-2009** - Poços de Monitoramento;
- **ABNT NBR 15495-2-2008** - Poços de Monitoramento;
- **ABNT NBR 15515-1** - Passivo ambiental em solo e água subterrânea- Avaliação preliminar;

- **ABNT NBR 15515-2** - Parte 2 - Passivo ambiental em solo e água subterrânea - Investigação confirmatória;
- **ABNT NBR 15847-2010** - Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento — Métodos de purga;
- **Decreto Estadual N°34.2256/1992** – Estabelece a criação do Sistema Estadual de Unidades de Conservação;
- **Decreto Estadual n° 38.355/98** – Estabelece normas básicas para o manejo de recursos florestais nativos do Estado do Rio Grande do Sul;
- **Decreto Estadual N° 38.356/98** - Aprova o Regulamento da Lei n°9.921, de 27 de julho de 1993, que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul;
- **Decreto Estadual N° 45.554/2008** - Regulamenta a Lei n° 11.019/97, de 23 de setembro de 1997, e alterações, que dispõe sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados no Estado do Rio Grande do Sul;
- **Decreto Federal n° 7.404/2010** - Regulamenta a Lei n° 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- **IN DEFAP/SEMA N° 01/2006** – Define a adequação dos parâmetros utilizados para cálculo de Reposição Florestal Obrigatória oriundos dos processos de licenciamento ambiental;
- **IN N° 25/2009 Min. Agricultura** - Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura;
- **Instrução Normativa IPHAN n° 001**, de 25 de março de 2015;
- **Lei Estadual N°9.519/1992** - Institui o Código Florestal do Estado;
- **Lei Estadual n° 9.921/93** - Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências;
- **Lei Estadual N° 11.520/2000** - Código Estadual do Meio Ambiente;
- **Lei Federal 6.938/81** - Política Nacional do Meio Ambiente;

- **Lei Federal Nº 5.197/1967** - Dispõe sobre a proteção à fauna;
- **Lei Federal Nº9.985/2000** – Cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação;
- **Lei Federal nº 12.305/10** - Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- **Lei Federal Nº12.651/2012**, - Código Florestal Federal;
- **Portaria Estadual FEPAM Nº 078/07** – Disciplina as consultas a EIA-RIMAS e o regime interno das audiências públicas;
- **Portaria Estadual FEPAM Nº 075/11** – Estabelece os procedimentos para emissão de autorizações para captura e manejo de exemplares da fauna silvestre nos processos de licenciamento que tramitam nesta Fundação;
- **Portaria Estadual FEPAM Nº 018/18** – Dispõe sobre critérios e diretrizes gerais, bem como define os estudos ambientais e os procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de aterros sanitários;
- **Portaria Nº 1393/GC3** - Aprova a edição do PCA 3-3, que dispõe sobre o Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna nos aeródromos brasileiros;
- **Portaria IPHAN Nº230/02** – Para subsidio das ações de Prospecção e Resgate Arqueológico;
- **Resolução CONAMA Nº 009/1987** – Sobre a Realização de Audiência Pública;
- **Resolução CONAMA Nº013/1990** - Norma referente ao entorno das Unidades de Conservação;
- **Resolução CONAMA Nº 237/1997** – Sobre Licenciamento Ambiental;
- **Resolução CONAMA Nº 273/2000** - Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços;
- **Resolução CONAMA Nº 302/2002** - Estabelece os parâmetros, definições e limites de APP de reservatório artificiais e o regime de uso do entorno;
- **Resolução CONAMA Nº303/2002** - Estabelece os parâmetros, definições e limites de APPs;
- **Resolução CONAMA Nº357/2005** – dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento;

- **Resolução CONAMA N°397/207** – Altera a Resolução CONAMA N°357/2005;
- **Resolução CONAMA N° 420/2009** - Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas;
- **Resolução CONAMA N°430/2011** – Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA;
- **Resolução CONSEMA N° 001/2000** - Fixa critérios de compensação de danos ambientais causados por grandes empreendimentos;
- **Resolução CONSEMA N° 355/2017** - Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul;

**a) As atividades a serem desenvolvidas pelo empreendimento;**

Atividades de triagem e aterro de resíduos.

Toda a cadeia de serviços e obras necessárias deverá atender a legislação em vigor.

**b) O alcance espacial dos impactos ambientais;**

Tendo em vista os aspectos tecnológicos e de engenharia do projeto, o empreendimento prevê impactos ambientais somente na área de intervenção dentro da área total do aterro.

**c) A área de influência do empreendimento e seus ecossistemas;**

O empreendimento vai interferir no meio ambiente físico devido mobilização de solo previsto para implantação da célula do aterro.

As águas subterrâneas e superficiais não deverão ser atingidas.

O meio biótico será beneficiado com a permanência da mata nativa existente no interior da área do aterro mantendo a flora e fauna existente no local.

**d) O processo de licenciamento ambiental;**

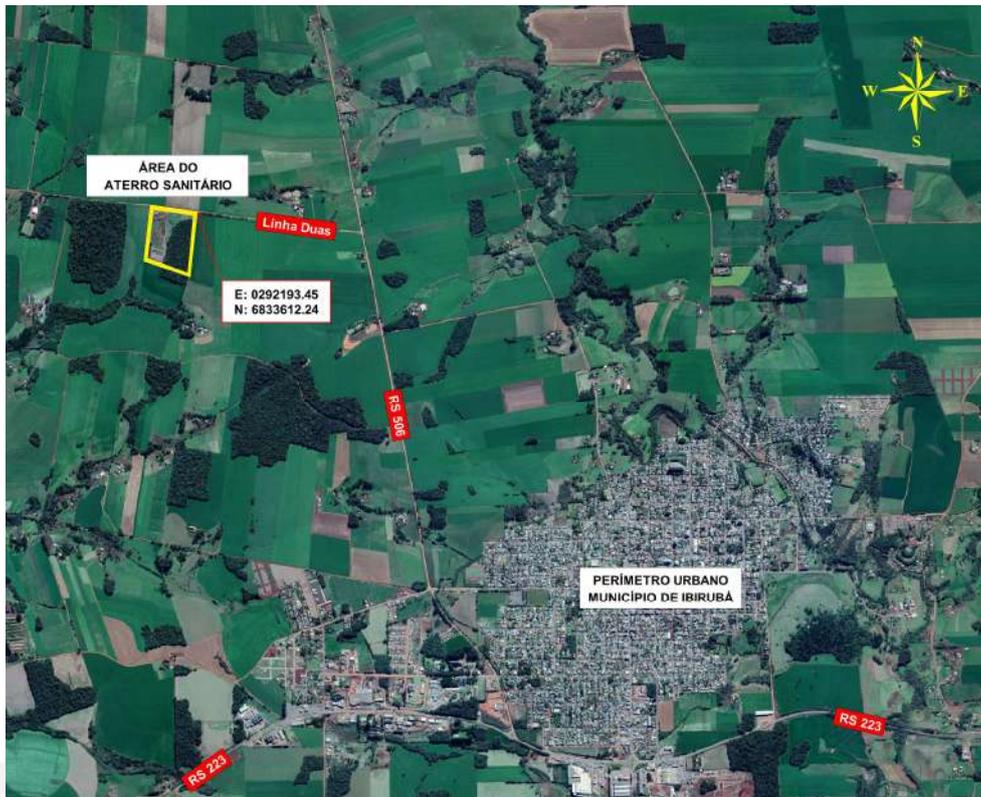
Encaminhado conforme previsão legal, processo de licenciamento prévio para ampliação e instalação de célula de aterro e estação de triagem de resíduos. A área do empreendimento já é utilizada com o aterro de resíduos – RSU.



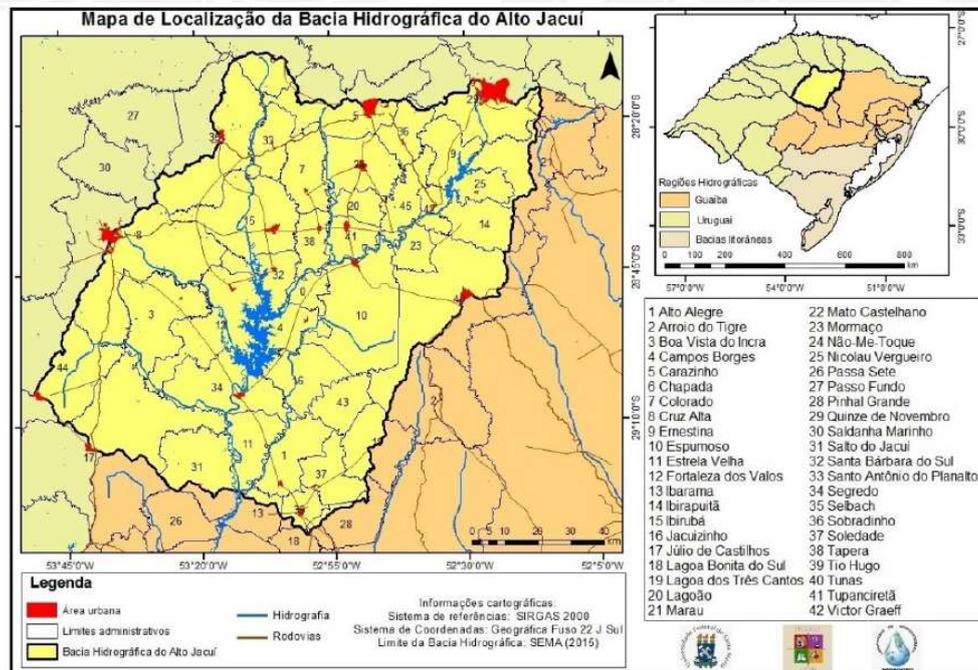


## **5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

### 5.1.1. Localização e Especificações Técnicas do Empreendimento



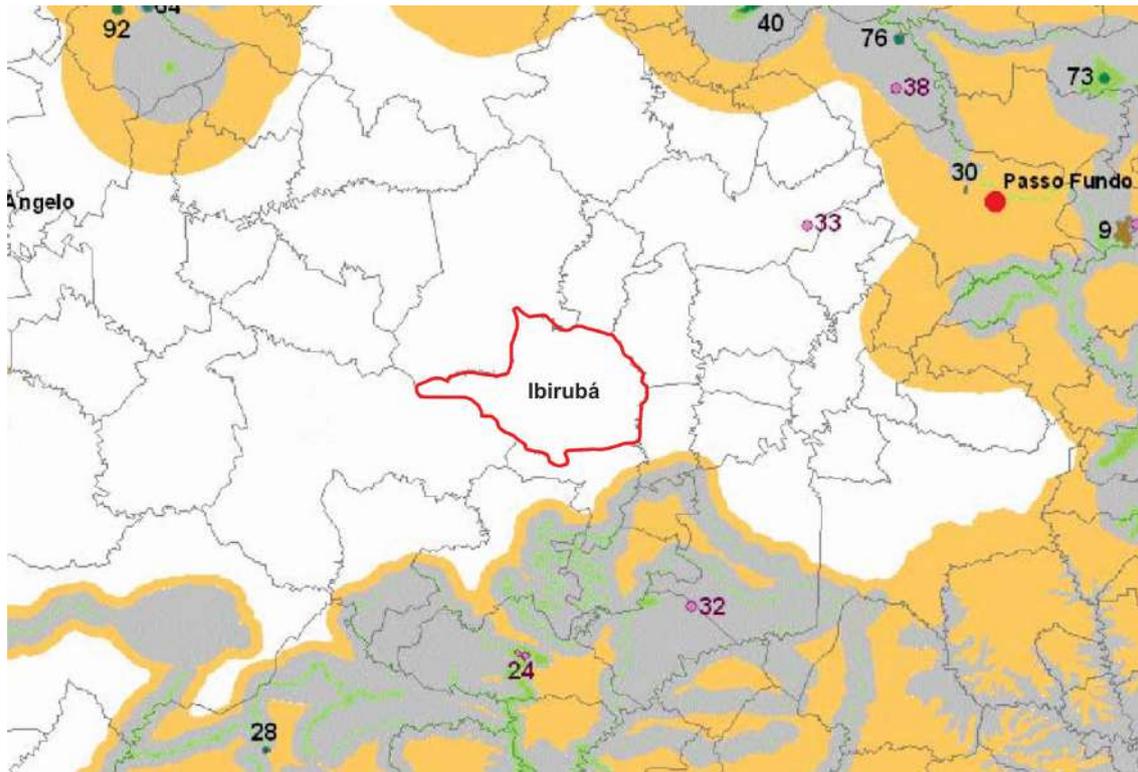
Localização do aterro



Localização da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí (Ziani et al, 2017).



Área de entorno do aterro



Município de Ibirubá (FEPAM, DEFAP, IBAMA e Prefeituras Municipais, 2009)

**a) Tipologias de resíduos a serem recebidos pelo aterro sanitário, incluindo uma descrição das características qualitativa e quantitativa, classificação conforme ABNT NBR 10.004/2004, assim como a origem dos mesmos**

| <b>Tipo</b>      | <b>Quantidade (%)</b> | <b>Origem</b>          |
|------------------|-----------------------|------------------------|
| Matéria orgânica | 32                    | Domiciliar / comercial |
| Papéis           | 15                    | Domiciliar / comercial |
| Plásticos        | 20                    | Domiciliar / comercial |
| Metais           | 7                     | Domiciliar / comercial |
| Vídeos           | 6                     | Domiciliar / comercial |
| Rejeitos         | 15                    | Domiciliar             |

Obs: Os dados não são atuais devido não ter sido feita classificação pela NBR 10.004/2004, porém os resíduos enviados para o aterro são Classe II.

**b) Volume total de resíduos a serem dispostos em cada célula**

Na segunda fase do Aterro Sanitário, estima-se um volume de 39.300 m<sup>3</sup> de resíduos até sua total exaustão.

**c) Número de camadas a serem implantadas**

O aterro projetado será construído em cava, conforme plantas e projeções 3D em anexo. Sobre a cava projetada, será construída uma camada de 3,50 m de altura, conforme projeções em anexo.

**d) Volume e características de resíduos (m<sup>3</sup>) a serem dispostos por etapa (camada)**

As características dos resíduos que serão dispostos por etapa envolvem os tipos de resíduos descritos no item acima (5.1.1.a).

| <b>Tipo</b>      | <b>Quantidade (%)</b> | <b>Origem</b>          |
|------------------|-----------------------|------------------------|
| Matéria orgânica | 32                    | Domiciliar / comercial |
| Papéis           | 15                    | Domiciliar / comercial |
| Plásticos        | 20                    | Domiciliar / comercial |
| Metais           | 7                     | Domiciliar / comercial |
| Vídeos           | 6                     | Domiciliar / comercial |
| Rejeitos         | 15                    | Domiciliar             |

Os resíduos depositados na cava e na camada complementar (Acima da superfície da cava) serão compactados em camadas sucessivas de 1,0 m de espessura, em faixas de 10,00 metros de largura atingido um volume de 170m<sup>3</sup> em cada camada, tendo em vista que a célula será dividida em 3 partes iguais separada por diques, que terão a função de reduzir o volume de efluente na área de aterro. As águas pluviais acumuladas nas partes da célula serão drenadas para a bacia de contenção à jusante.

**e) Capacidade e critério de recebimento de resíduos por tipologia**

Os volumes de resíduos, conforme tipologia serão recebidos diariamente na área do aterro, conforme demanda diária de coleta e transporte de resíduos (14 m<sup>3</sup>), através da frota de veículos coletores.

**f) Vida útil estimada para o aterro sanitário, com base no cálculo da estimativa de volume de recepção diária de resíduos.**

O volume de resíduo diário compactado é de 14 m<sup>3</sup>. A capacidade total da célula de aterro (incluindo camada acima da superfície da célula) atinge 39.300 m<sup>3</sup>. Com isso, a vida útil do aterro é estimada em 7 anos e 8 meses.

### **g) Capacidade de suporte do solo**

O solo local é essencialmente do tipo Latossolo Vermelho Aluminoférrico – Lvaf, com textura argilosa, homogênea e com boa capacidade de suporte, devido a espessura e compacidade progressiva em profundidade, conforme sondagem e ensaios físicos em anexo.

### **h) Capacidade e eficiência de tratamento dos efluentes**

O projeto de aterro foi concebido e aprovado pela FEPAM para ser construído em 3 fases. O presente projeto configura a 2ª fase. Foram dimensionadas três lagoas de estabilização (1000 m³ cada) já construídas com impermeabilização de geomembrana, de 1mm de espessura. O sistema está em funcionamento desde a implantação da 1ª fase, sem retirada do resíduo sólido de fundo das lagoas. O sistema vem se mostrando precário. Em anexo segue sistema complementar que visa melhorar a qualidade do efluente tratado.

### **i) Estabilidade geotécnica**

O solo residual desenvolvido sobre os derrames vulcânicos da Formação Serra Geral no município de Ibirubá apresenta alta resistência.

O relevo local está inserido no contexto de relevo de dissecação homogênea do Planalto Serra Geral que apresenta perfil de solo caracterizado por uma espessa capa de solo regolítico, que em profundidade manifesta contatos gradacionais concordantes e homogeneidade lateral.

O solo local é do tipo residual maduro, com coloração marrom avermelhado, argiloso e consistente ao tato, apresentando características bastante favoráveis para a aplicação de obras de terraplangem.

Este solo local é classificado como latossolo rico em ferro e apresenta boa estabilidade geomecânica. Este tipo de solo é bem drenado e apresenta contatos gradacionais entre os horizontes A e B do solo sem discontinuidades, as quais, se presentes facilitariam a ocorrência de superfícies de deslizamentos e ecorregamentos.

Não foram observadas ocorrências de tálus e coluviões na área do aterro.

O local constitui-se de encosta suave e bem drenada, sem risco de descontinuidades estruturais de solo, desenvolvendo solos espessos e de boa estabilidade geomecânica, sem riscos de colapsamento, deslizamentos, escorregamentos, subsidência ou de alagamentos.

Em anexo segue análises laboratoriais do solo local (índice de plasticidade, limites de liquidez e de plasticidade, umidade ótima e granulometria), realizada na fase inicial da implantação do aterro, incluindo toda a área prevista, envolvendo as fases I, II e III da construção.

Os riscos de instabilidade ocasionados pela erosão são de natureza operacional na frente de extração se solo de empréstimo para obras de terraplanagem e na vulnerabilidade da zona de taludes da célula em operação, devido movimentação de solo incorreta e erosão respectivamente.



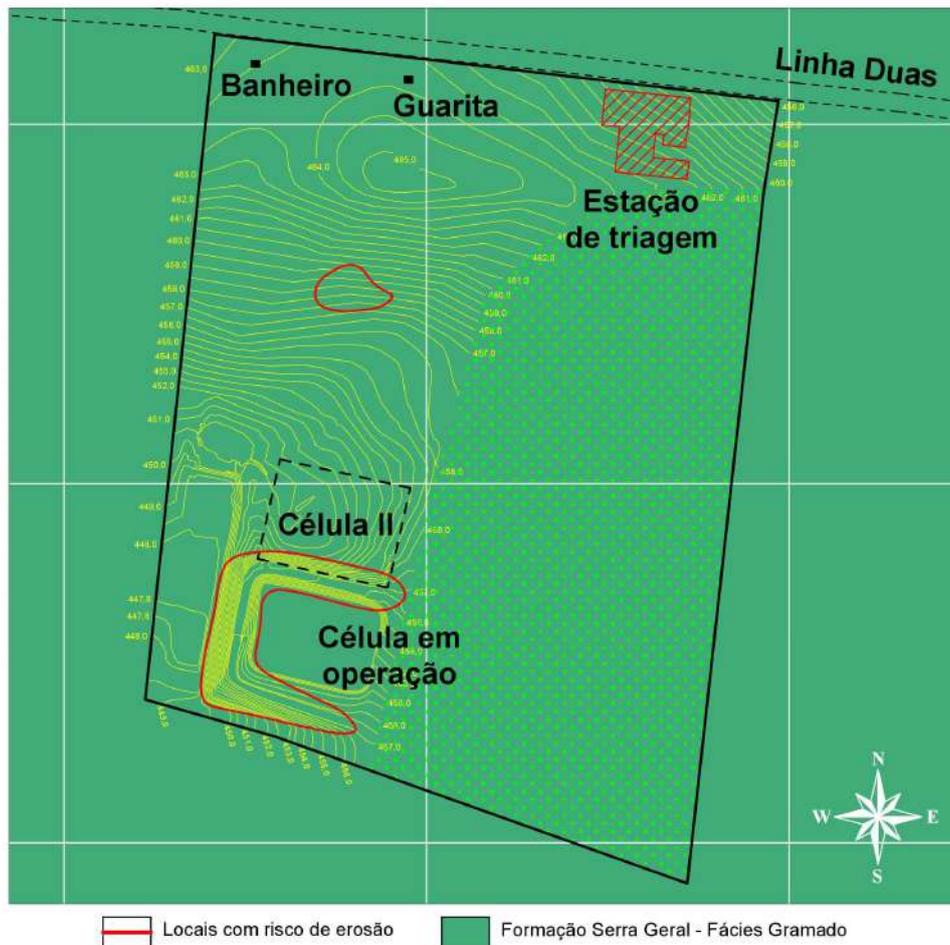
Local da ampliação do aterro



Local para ampliação do aterro



Área de extração /solo de empréstimo



Mapa Geotécnico da área de estudo. (Elaborado pelo autor)

### a) Sondagens Geotécnica

A área do aterro, durante a fase de estudos para fins de aprovação do projeto foi contemplada com furos calculados com trado manual com broca helicoidal de 4 polegadas, conforme planilha de sondagem feita na época.

Os furos de sondagem foram executados dentro da área do Aterro – RSU. Conforme mapa em anexo.

Observou-se que a profundidade do equipamento limitou-se a profundidade de 3,80 metros de resistência a penetração, caracterizando a capacidade do solo.

Tabela 1: Sondagens geológicas geotécnicas executadas na área.

| Ponto    | UTM E (m) | UTM N (m) | Profundidade Final (m) | N.A (m) | Fragmentos de rocha profundidade (m) | Coleta de solo (m) |
|----------|-----------|-----------|------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------|
| Sond. 1  | 292.162   | 6.833.586 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 2  | 292.097   | 6.833.603 | 3,80                   | n.d.    | 3,70                                 |                    |
| Sond. 3  | 292.183   | 6.833.611 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 4  | 292.007   | 6.833.564 | 3,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 5  | 292.001   | 6.833.454 | 1,50                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 6  | 291.937   | 6.833.573 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 7  | 291.925   | 6.833.505 | 3,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 8  | 291.929   | 6.833.443 | 3,80                   | n.d.    | 3,50                                 | 1m e 3 m           |
| Sond. 9  | 291.901   | 6.833.394 | 3,80                   | n.d.    | 3,60                                 | 1m e 3 m           |
| Sond. 10 | 291.966   | 6.833.361 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 11 | 291.891   | 6.833.342 | 3,50                   | n.d.    | n.d.                                 | 1m e 3 m           |
| Sond. 12 | 291.905   | 6.833.270 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |

Obs: Foram coletadas e ensaiadas 3 amostras de solo.

Conforme resultados em anexo.

Fonte: Laudo geológico

Autor: Geólogo Márcio Parizotto

## b) Ensaios de Permeabilidade

Para fins de definição da capacidade de infiltração da água no solo, realizaram-se na época testes de permeabilidade de solo “*in situ*” na área do empreendimento. O teste seguiu normas NBR 13.969/97.

Na data de execução não ocorreu precipitação pluviométrica com pelo menos 4 dias anteriores a realização do teste de permeabilidade.

### Resultados:

O ensaio foi realizado no dia 11 de setembro de 2014.

O nível freático local não foi interceptado até 3,80m de profundidade.

O ensaio com as respectivas taxas de aplicação diária está apresentado na Tabela 1 abaixo:

| Sond. Nº | Tempo de ensaio (min) | Profundidade da cava (m) | Rebaixamento do nível de água (m) | Taxa de Aplicação (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> . dia) |
|----------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|
| 1        | 30,00                 | 1,00                     | 0,750                             | 0,200  |
| 2        | 30,00                 | 1,00                     | 0,780                             | 0,200  |
| 3        | 30,00                 | 1,00                     | 0,750                             | 0,200  |
| 4        | 30,00                 | 1,00                     | 0,840                             | 0,200  |
| 5        | 30,00                 | 1,00                     | 0,810                             | 0,200  |
| 6        | 30,00                 | 1,00                     | 0,750                             | 0,200  |
| 7        | 30,00                 | 1,00                     | 0,810                             | 0,200  |
| 8        | 30,00                 | 1,00                     | 0,780                             | 0,200  |
| 9        | 30,00                 | 1,00                     | 0,780                             | 0,200  |
| 10       | 30,00                 | 1,00                     | 0,810                             | 0,200  |
| 11       | 30,00                 | 1,00                     | 0,840                             | 0,200  |
| 12       | 30,00                 | 1,00                     | 0,750                             | 0,200  |
|          | Sondagem Geotécnica   | 3,80                     |                                   |  |

Obs: Em anexo segue mapa de localização dos ensaios

b) Fonte: Laudo geológico

Autor: Geólogo Márcio Parizotto

## Memorial Técnico

### Memorial de Cálculos

#### Sondagem 1

1 min para infiltrar 2,5 cm = 30 min para infiltrar 0,750 m

0,750 m ----- 30 min

1 m ----- X            **X: 40,00 min/m (Taxa de Percolação)**

Conversão de valores de taxa de percolação em taxa de aplicação superficial, de acordo com NBR 13.969/97, valor obtido 0,200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia.

A taxa média de aplicação diária obtida foi de 0,200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia, demonstrando se tratar de **solos permeáveis**.

**Obs:** Fonte: Laudo geológico

Autor: Geólogo Márcio Parizotto

### c) Determinação do Índices de Liquidez e Plasticidade

Foram executadas 12 sondagens geotécnicas, com coletas amostras de solo, nos pontos de sondagem: Sondagem 08, nas profundidades de 1,00 m e de 3,00 m, Sondagem 09 nas profundidades de 1,00 m e de 3,00 m, Sondagem 11 nas profundidades de 1,00 m e de 3,00 m.

As amostras de solo coletadas, foram encaminhadas ao Laboratório da Universidade de Passo Fundo, CETEC – SERVIÇOS, para análises e emissão dos Laudos referentes ao Índice de Liquidez e Plasticidade. Os ensaios foram executados conforme NBR 6459 Solo – Determinação do Limite de Limite de Liquidez e NBR 7180 – Solo – Determinação do Limite de Plasticidade, conforme planilha abaixo

|                              | Limite de Liquidez | Limite de Plasticidade | Índice de Plasticidade |
|------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Sondagem 08 (Ponto 1)</b> |                    |                        |                        |
| 1m                           | 38,40%             | 21,20%                 | 17,20%                 |
| 3m                           | 39,35%             | 28,05%                 | 11,30%                 |
| <b>Sondagem 09 (Ponto 2)</b> |                    |                        |                        |
| 1m                           | 39,40%             | 10,93%                 | 28,47%                 |
| 3m                           | 14,02%             | 20,26%                 | 20,76%                 |
| <b>Sondagem 11 (Ponto 3)</b> |                    |                        |                        |
| 1m                           | 37,20%             | 22,12%                 | 15,08%                 |
| 3m                           | 39,40%             | 22,14%                 | 17,26%                 |

Obs: Fonte: laudo geológico

Autores: Geólogo Márcio Parizotto



## **PLANTAS**

- Perfil de solo
- Mapa de declividade
- Mapa geotécnico



## **ENSAIOS FÍSICOS**



## **CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**



## **PLANTA DO EMPREENDIMENTO**



## **PROJETO DE AMPLIAÇÃO / ATERRO RSU**

## **Projeto de Ampliação de Aterro Sanitário**

O projeto de ampliação do aterro sanitário consiste na construção de uma célula de aterro contígua e a célula em operação.

O local da construção da célula foi definido na fase inicial de aprovação do projeto do aterro.

A concepção do projeto de ampliação está baseada na norma **ABNT NBR 15849:2010: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**, utilizando-se produtos geossintéticos e geotêxteis que garantem melhor rendimento e qualidade ao sistema de drenagem de efluentes e de estabilidade de taludes.

A seguir, são descritas dos serviços realizados pré-fase de construção da nova célula de aterro de resíduos.

### **Concepção do Aterro**

**a) Layout das instalações previstas**

Conforme plantas em anexo.

**b) Obras de Proteção em Nascentes**

Na área do aterro não há nascentes

**c) Impermeabilização de base e laterais**

A base do aterro será construída sobre camada de argila escarificada e compactada em camadas com espessura compatível com as recomendação da **ABNT NBR 7182:1986 - Solo - Ensaio de compactação**.

Sobre as superfícies internas da célula, será instalada geomembrana de PEAD de 1,0 mm espessura.

**d) Dreno Testemunho**

O dreno testemunho será instalado utilizando-se produto geossintético (geodreno) que permite a drenagem de possíveis vazamentos do sistema de drenagem de efluentes previstos e de possíveis rompimentos na geomembrana.

**e) Drenagem Subsuperficial**

A concepção do projeto prevê sistema de drenagem subsuperficial utilizando-se produto geossintético (geodreno) para fins de drenagem de vazamentos no sistema de aterro até o poço testemunho.

**f) Drenagem, Armazenamento e Tratamento de Líquidos Percolados**

Os líquidos percolados nos sistemas do aterro serão coletados em sistema de drenagem construído acima da camada de proteção com geomembrana que compõe a impermeabilização basal do aterro.

Os líquidos drenados serão encaminhados e tratados em lagoas de estabilização com recirculação de efluentes.

**g) Drenagem das Águas Superficiais**

As águas pluviais precipitadas na área de aterro serão coletadas através de canaletas (meio cano de concreto) periféricas, dimensionadas na periferia do aterro conforme mapa de drenagem geral do aterro e conduzidas a bacia de contenção pluvial localizada à jusante, que vai amortecer a velocidade e volume de águas precipitadas, sendo descartadas através de tubulação de concreto para o terreno lindeiro, para atingir a drenagem mais próxima.

As águas pluviais retidas dentro do perímetro da célula deverão ser bombeadas para a bacia de contenção à jusante.

**h) Drenagem e Tratamento de Gases**

A drenagem dos gases será feita através de dreno vertical conforme perfis construtivos em anexo.

**i) Cobertura Operacional Diária**

No fim do expediente de cada dia, todo o volume de resíduos recolhidos durante o dia deverá ser compactado e coberto com uma camada de argila com espessura mínima de 0,20 metros.

**j) Cobertura Final do Maciço**

Após o encerramento da operação de aterro a célula será coberta com geomembrana de 1,0 mm de espessura

Sobre a geomembrana deverá ser adicionada uma camada de solo argiloso com espessura mínima de 0,80 metros que irá servir de base para a implantação da cobertura de gramíneas que servirá como camada protetora do solo contra os efeitos da erosão.

**k) Teste de compactação / obtenção da umidade ótima - Metodologia de execução de testes de campo**

A compactação do solo na base da célula e nos diques de contenção do aterro, desde as fundações, deverá ser feito em camadas, conforme **ABNT NBR 7182:1986 - Solo - Ensaio de compactação**.

A obtenção da umidade ótima foi obtida em laboratório, conforme ensaios em anexo.

Em ensaios de campo, deverão ser feitas constantemente coletas do solo compactado, pesagem antes e depois da secagem, calculando-se a umidade ótima da amostra pela diferença de peso da amostra coletada e depois de seca, para verificar se o grau de compactação está dentro dos limites calculados em laboratório.

**l) Sistema de Controle Geotécnico**

A compactação do solo na base da célula e nos diques de contenção do aterro, desde as fundações, deverá ser feito em camadas, conforme **ABNT NBR 7182:1986 - Solo - Ensaio de compactação**.

A obtenção da umidade ótima foi obtida em laboratório, conforme ensaios em anexo.

Em ensaios de campo, deverão ser feitas constantemente coletas do solo compactado, pesagem antes e depois da secagem, calculando-se a umidade ótima da amostra pela diferença de peso da amostra coletada e depois de seca, para verificar se o grau de compactação está dentro dos limites calculados em laboratório.

O aspecto geotécnico mais relevante na estabilização de aterro é o controle dos taludes.

Os problemas de erosão das superfícies externas dos taludes será controlado pela aplicação de geogrelha que permitirá a estabilização, conforme perfil construtivo do talude.

Recalques futuros deverão ser controlados através de correta compactação na construção dos diques de contenção do aterro.

OBS) Tendo em vista a infiltração de águas subsuperficiais oriundas pelo acúmulo de águas pluviais na bacia de contenção pluvial localizada à jusante, ao lado dos diques de contenção do aterro, esta bacia deverá ser impermeabilizada com geomembrana, visando evitar riscos de ruptura e recalques dos diques em função de água subsuperficial.

#### **m) Sistema de Controle de entrada de Caminhões**

O Controle de caminhões caçambas que acessam a área do aterro para descarregamento de resíduos será feito na guarita de entrada através de anotação da hora e placa do veículo.

Na área de operação da célula não deverá ocorrer acesso simultâneo de veículos devido largura e inclinação da rampa de acesso, bem como pouco espaço para manobras.

#### **n) Elementos de Projeto**

Os elementos de projeto da célula estão especificados em planta visando melhor entendimento do sistema em planta e perfis.

### **1) Diques de contenção**

Em função da topografia do terreno, haverá necessidade de cortes e terraplenagem, com construção de diques para contenção da célula de aterro projetada

### **2) Sistema de drenagem superficial**

O sistema de drenagem subsuperficial para detecção de vazamentos de efluentes será construído sobre a base compactada da célula, constituído de elementos geossintético (geodrenos Ø 150 e 200) conforme perfis construtivos em anexo.

### **3) Poço testemunho**

Será construído à jusante do sistema de drenagem subsuperficial um poço testemunho para monitoramento de vazamentos de efluentes, revestido com geomembrana de 1.0 mm de espessura.

### **4) Sistema de impermeabilização basal**

Acima do sistema de drenagem subsuperficial e sobre a superfície da célula de aterro será instalada a geomembrana de 1.0 mm para fins de impermeabilização da célula de aterro.

### **5) Sistema de drenagem de efluentes**

Acima do sistema de impermeabilização basal da célula de aterro será construído o sistema de drenagem de efluentes constituído de elementos geossintético (geodrenos Ø 150 e 200) conforme perfis construtivos em anexo.

### **6) Sistema de drenagem de gases**

Em conexão com o sistema de drenagem de efluentes será construído o sistema de drenagem de gases, constituído de geodreno conforme perfis construtivos em anexo.

## **7) Sistema de proteção de taludes**

Os taludes externos da célula de aterro deverão ser protegidos da ação da erosão com elementos geossintético (geogrelha) conforme perfis construtivos em anexo.

## **8) Sistema de tratamento de efluentes**

O projeto de aterro foi licenciado com tratamento de efluentes previsto com uso de três lagoas de estabilização e recirculação dos efluentes gerados.

Com a ampliação do aterro através da construção de uma nova célula, será construído uma quarta lagoa de estabilização à montante das lagoas já existentes.

Em função do desnível topográfico entre o sistema de drenagem de efluentes e da nova lagoa, haverá necessidade de estação de bombeamento de efluentes coletados em tanque de acumulação, conforme perfis construtivos em anexo.

## **9) Sistema de drenagem pluvial**

O sistema consiste na construção de drenagem pluvial periférica envolvendo além da célula de aterro, toda a bacia de contribuição

Neste contexto serão construídas bacias de contenção pluvial que vão absorver as águas pluviais de toda a área do aterro, as águas pluviais periféricas a área da célula de aterro e as águas pluviais acumuladas no interior da célula.

As águas pluviais canalizadas no interior e entorno da área de aterro serão derivadas para a bacia de contenção pluvial a jusante.

As águas pluviais acumuladas no interior da célula de aterro serão bombeadas até a referida bacia de contenção periodicamente, após acumulação em períodos de chuva.

### **10) Construção de poços de monitoramento**

Serão construídos 4 poços de monitoramentos conforme perfil construtivo em anexo e mapa de localização.

OBS) O PM 04, que encontra-se seco, será tamponado em função dos novos poços de monitoramento projetados

### **11) Tanque de acumulação de efluentes**

Em função do desnível topográfico entre o nível da tubulação de drenagem de efluentes e a lagoa de estabilização prevista, haverá necessidade de tanque de acumulação de efluentes.

### **12) Casa de máquinas**

Em função do desnível topográfico entre o tanque de acumulação e a lagoa de estabilização prevista, será construído uma estação de bombeamento.

### **13) Galerias subterrâneas**

Prevendo-se a necessidade de possíveis manutenções envolvendo o sistema de drenagem efluente e do sistema de detecção de vazamentos, serão construídas galerias e caixas de inspeção para passagem a manuseio das tubulações de drenagem conforme perfis construtivos em anexo.

## Dimensionamento da célula de aterro

- Largura superficial: 56,74 m
- Comprimento superficial: 73,54 m
- Área da superfície: 4.172,68 m<sup>2</sup>
- Profundidade: 7,5 m
- Largura da base: 34,24 m
- Comprimento da base: 51,04 m
- Áreas da base: 1.747,65 m<sup>2</sup>
- Inclinação do talude interno: 34°
- Inclinação do talude externo: 34°
- Altura (cava + camada superior): 11,5 m
- Volume: 39.300,00 m<sup>3</sup>





## **PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL**

## **Memorial Descritivo/Sistema de Drenagem Pluvial**

O sistema de drenagem pluvial de aterro contempla toda área do complexo, através de bacias de captação pluvial incluindo as células de aterro, em operação e projetada.

A área do complexo foi dividida em duas bacias de contribuição.

Cada bacia de contenção pluvial possui extravasador para descartar volumes excedentes em períodos de chuvas torrenciais.

A bacia de contenção pluvial localizada à jusante deverá ser impermeabilizada com geomembrana de 1,00 mm para que as águas pluviais que normalmente infiltram no solo não formem bulbo hidrodinâmico que atingirá a base do aterro projetado, prejudicando as fundações.

Dados construtivos das bacias de contenção:

### **a) Bacia à Montante**

- Área: 800 m<sup>2</sup>
- Profundidade: 1,10 m
- Inclinação dos taludes: 66°
- Volume: 880 m<sup>3</sup>
- Impermeabilização: Sem impermeabilização

### **b) Bacia à Jusante**

- Área: 1250 m<sup>2</sup>
- Profundidade: 2,00 m
- Inclinação dos taludes: 73°
- Volume: 2500 m<sup>3</sup>
- Impermeabilização: Geomembrana de 1,00 mm;

### **c) Tubulação de Drenagem das Bacias de Contenção**

#### **- Bacia à Montante**

- Tipo: Tubo de concreto
- Diâmetro: Ø 600
- Comprimento: 152 m

#### **- Bacia à Jusante**

- Tipo: Tubo de concreto
- Diâmetro: Ø 1200
- Comprimento: 211 m

## 1. INTRODUÇÃO

A execução da obra será da administração pública, assumindo o município inteira responsabilidade por mão de obra, fornecimento e qualidade dos materiais empregados, bem como toda responsabilidade trabalhista previdenciária decorrente da execução da obra. O responsável técnico não tem ou terá qualquer vínculo empregatício com os funcionários da obra, sendo estes de total responsabilidade do proprietário.

O presente memorial descritivo tem por finalidade especificar as considerações de dimensionamento, tipos de materiais e serviços que serão empregados na execução das bacias de contenção, visando o escoamento das águas superficiais de todos o empreendimento, partindo-se das diretrizes e orientações técnicas fornecidas pela Fepam.

### 4.12- Procedimentos Iniciais.

- Em caso de divergência entre as especificações dos materiais a as ordens de serviços, prevalecerão sempre estas últimas;
- Em caso de divergência entre as cotas de desenho e suas dimensões, medidas em escala, prevalecerão sempre as primeiras.
- Em caso de divergência entre os desenhos de datas diversas, prevalecerão os mais recentes;
- Em caso de dúvidas quanto a interpretação dos desenhos, projetos ou deste memorial, devera ser consultado o autor do projetos, Eng. Civil Ataliba Machado Almiron, fone:51 9 9882 4849 / 51 3715 1223 ;

### Limpeza do terreno

- A limpeza do terreno compreenderá os serviços de remoção de vegetação existente e de possíveis entulhos, possibilitando a execução da Obra.

### Locação da Obra

- A locação da obra deverá ser feita por equipamentos precisos, de acordo com o projeto do aterro.

## Movimento de Terra

- As escavações para a implantação das bacias de retenção serão executadas de acordo com o dimensionamento dos projetos;
- O reaterro, após a execução das tubulações, deverá ser executado de forma a se obter uma boa compactação do terreno, através de apiloamento com camadas sucessivas de no máximo 20 cm, até que se esgote a capacidade de penetração do equipamento.

### **3. ELEMENTOS BASICOS PARA DIMENSIONAMENTO:**

Para o calculo das vazões em cada trecho, utilizou-se o “método racional”, o método racional é dos mais conhecidos e antigos modelos para o cálculo da vazão de pico à saída de uma área de contribuição. Aplica-se a pequenas bacias hidrográficas, ou seja, as que atendem aos seguintes critérios: pode-se assumir a distribuição uniforme da precipitação, no tempo e no espaço; a duração da precipitação usualmente excede o tempo de concentração da bacia; há predomínio de escoamento superficial, como é o caso em áreas urbanizadas; efeitos de armazenamento superficial, durante o escoamento, são desprezíveis.

A equação geral do método é a que segue:

$$Q_p = 0,278.C.I_{t,T}.A$$

BC 01 (jusante)

$$Q = 0,278 \times 0,25 \times 100 \times 0,058$$

$$Q = 0,40m^3$$

**1440m<sup>3</sup>** por hora

BC 02 (montante)

$$Q = 0,278 \times 0,25 \times 100 \times 0,019$$

$$Q = 0,13m^3$$

**475m<sup>3</sup>** por hora

sendo,

$Q_p$ : vazão de pico [ $m^3/s$ ]

C: coeficiente de escoamento

$I_{t,T}$ : intensidade média da chuva para uma duração  $t$  e um tempo de retorno  $T$  [mm/h]

A: área da bacia hidrográfica [ $km^2$ ].

C é, sobretudo, função do uso do solo, podendo-se igualmente fazer intervir em seu cálculo outras variáveis tais como o tipo de solo, a declividade da bacia hidrográfica, a intensidade da precipitação, o tempo de retorno na precipitação. A intensidade da precipitação é obtida diretamente por meio de equações de chuvas intensas, para a duração do evento feita igual ao tempo de concentração da bacia e segundo o tempo de retorno adotado em projeto.

As áreas de drenagem contribuintes em cada trecho foram determinadas diretamente no projeto planialtimétrico.

Para a determinação da intensidade de chuvas deve ser utilizada a equação de chuva I-D-F (Intensidade-Duração-Frequência) para o município. Inexistindo o modelo matemático da cidade, utilizar a equação do município mais próximo. Para tal recomenda-se o uso da equação de chuva de Porto Alegre – RS (Diaz, 1987) ou a equação de chuva de Santa Maria – RS (Belinazo e Paiva, 1991).

Onde:

I = Intensidade de precipitação, em mm/h;

Tr = Tempo de retorno, em anos;

t = Duração em minutos da chuva efetiva ou tempo de concentração, em minutos.

Coeficientes:

**Para o coeficiente de escoamento superficial adotou-se 0,25 para as áreas contribuintes localizadas no interior da área verde do loteamento.**

#### 4. DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES:

Os diâmetros das canalizações foram calculados de acordo com as vazões de projeto contribuintes em cada trecho e as declividades.

O diâmetro mínimo adotado para as canalizações foi de 100cm.

#### 5. ELEMENTOS PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO - CONDUTOS LIVRES:

Aplicação da fórmula de **Manning / Strickler**, para condutos tubulares livres, a meia-seção ou a seção plena, conhecendo o material e a declividade do conduto.

Fórmula de Manning:  $V=Ks \cdot R^{(2/3)} \cdot i^{(1/2)}$  onde:

- V - velocidade de escoamento, em m/s, relacionada com a vazão pela fórmula geral  $Q=V \cdot S$ , sendo S a seção molhada do conduto, em m<sup>2</sup>.
- Ks - coeficiente relacionado à rugosidade do conduto, que não é igual ao C da fórmula de Hazen-Williams (embora tenha analogia com aquele), conforme exemplos seguintes: condutos metálicos rebitados ou com muitas soldaduras - 60; condutos de ferro fundido ou concreto com grandes incrustações - 70; grês, chapas c/ solda saliente, ferro fundido novo - 80; concreto muito liso, chapa sem soldadura saliente, fibrocimento - 90 a 100; ferro galvanizado - 110 a 125; plástico - 150; R - raio hidráulico, que é uma relação entre área molhada e perímetro molhado, igual a D/4 para condutos a meia seção ou a seção plena.
- i - declividade do trecho, em m/m.

N.B.: Mesmo que a fórmula seja transformada em função de Q, para pré-dimensionamento, é necessário verificar as velocidades obtidas. Estas devem variar entre um mínimo de 0,60 m/s e um máximo de 5,0 m/s para a maioria dos materiais de uso corrente em coletores.

## **6. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS:**

Os tubos utilizados na rede de esgoto pluvial serão de concreto vibrado, fabricados de acordo com as exigências da EB-6 e EB-103.

Os diâmetros dos tubos serão de acordo com as prescrições do projeto específico.

### **Poços de visita:**

O poços de visita serão retangulares, com dimensões variáveis conforme as inserções e os diâmetros das tubulações.

Serão executados da seguinte maneira:

-paredes laterais: serão PEDRA GRES com 30cm de espessura, emboçadas com argamassa, externamente na espessura de 2,0cm e internamente emboçadas e guarnecidas, na espessura mínima de 2,0cm.

-lastro: as paredes laterais serão assentes sobre um lastro de concreto magro na espessura mínima de 15cm, com um consumo de cimento de 160 kg/m<sup>3</sup> e um fator de água-cimento nunca superior a 0,55.

-laje da tampa: será executada em concreto armado na espessura de 15cm, armado duplamente, nos dois sentidos.

A ferragem inferior será de aço diâmetro de 6,3 mm a cada 10cm ea superior com o mesmo aço e diâmetro a cada 15. o concreto terá uma resistência mínima a compressão axial de 15MPa.

-argamassa: para os emboços, guarnecimentos e rejuntamento dos tijolos será de cimento, cal e areia no traço 1:1:6. para chumbeação de alvenaria, com os concretos será cimento e areia no traço 1:3.

Para todas as argamassa acima mencionadas, 1 grama de SIKA-1 por litro da água da amassamento.

### **Bocas de lançamento e de captação:**

As bocas de lançamento e de captação são conjuntos de alvenaria de pedra ou de concreto armado, em formato trapezoidal, com a finalidade de proteger o terminal da canalização da erosão provocada pelo corpo receptor das enchentes e também para vistoriar a rede quando da manutenção do sistema, bem como de eventuais coletas para análise dos efluente.

Serão executadas da seguinte maneira:

- a) paredes laterais: serão em concreto armado ou pedra gres com espessura de 30 cm, internamente emboçadas e guarnecidas, na espessura de 2,0cm.
- b) Lastro: as paredes laterais serão assentes sobre um lastro de concreto magro com espessura mínima de 15 cm, com um consumo de cimento de 350kg/m<sup>3</sup> e um fator água cimento nunca superior a 0,55.
- b) Argamassa: para os emboços, guarnecimento e rejuntamento de tijolos será de cimento, cal e areia no traço 1:1:6. para rejuntamentos de alvenaria, com os concretos será cimento e areia no traço 1:3.



## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

Todas as redes coletoras de esgoto pluvial que compõe a canalização deverão lançar seus efluentes conforme indicado no projeto.

Observações.:

-Em todas as travessias de vias publicas em que o recobrimento for inferior a 0,90m, deverão ser utilizados tubos de concreto armado, classe ca-2.

- A execução das obras referentes a este projeto, devera ter acompanhamento rigoroso de equipe de topografia especializada, sob supervisão do engenheiro responsável pela execução da obra.

- Caso haja modificação dos greides das vias publicas durante a fase de terraplanagem da área, devera ser feita uma verificação no dimensionamento das canalizações.

Toda canalização deverá ser executada conforme indicado em projeto.

Observações:

- Nos locais onde ocorrem quaisquer danos a bens públicos ou particulares, em decorrência da execução das obras, deverão ser efetuados os devidos reparos.

Ibiruba, 15 de julho de 2019.

Responsável Técnico

Ataliba Machado Almiron

Engenheiro Civil – CREA RS 121346



## **SISTEMA DETRATAMENTO DE LIXIVIADO**

## **1. OBJETIVO:**

O presente trabalho tem por objetivo elaborar um diagnóstico quanto ao sistema de contenção, tratamento e recirculação do lixiviado gerado no Aterro Sanitário de Ibirubá. Serão apresentados dados coletados a partir de relatos dos operadores e responsáveis, impressões do técnico elaborador, análises físico-químicas e microbiológicas e observações realizadas em campo. O parecer também fará proposição de medidas estruturais que poderão ser utilizadas no empreendimento tendo em vista o aumento da eficiência no sistema de tratamento, bem como incrementar o potencial de evaporação de água no sistema.

## **2. SITUAÇÃO GERAL:**

Para realização deste trabalho foram analisadas as informações técnicas disponíveis no processo de licenciamento ambiental do empreendimento sendo complementado por uma visita técnica (04/07/2019).

O Aterro Sanitário em questão opera sob responsabilidade do Município de Ibirubá. Conforme observações realizadas em campo a célula atual está na fase final de operação, cabendo em curto prazo a preparação da área adjacente para continuidade dos trabalhos.

O gerenciamento do lixiviado consiste na sua contenção e tratamento em lagoas para posterior recirculação sobre a massa de resíduos durante o seu lançamento e compactação. Conforme observado em campo, as lagoas operam em regime facultativo, em que o fornecimento de oxigênio aos à biota subaquática se dá pela transferência gasosa na interface da massa de lixiviado com a atmosfera. Não há aeradores. Tendo por base as informações levantadas junto ao responsável técnico e equipe do Município, as lagoas tem profundidade aproximada de até 2 m, desfavorecendo a anaerobiose.

O sistema de recirculação capta o lixiviado na terceira lagoa para lançamento na célula em operação. Conforme informado pelo responsável técnico, a célula é operada de modo a reduzir o volume de precipitação sobre os resíduos. Na operação otimizada que vem ocorrendo, a frente de trabalho é dividida em células menores, quando uma dessas células é preenchida, é priorizado o recobrimento do resíduo com argila. Desta forma as águas das

chuvas têm menor incidência sobre a massa de RSU. Esta prática tende a reduzir o volume de lixiviado.

Um aspecto que vem gerando preocupação na equipe técnica é a aparente intensificação no regime de chuvas observada nos últimos anos. O balanço hídrico parece estar em frágil equilíbrio, considerando-se como entradas: chuvas e umidade do RSU; e saídas: evaporação e absorção de água pela massa de RSU.

Uma insolação menos intensa combinada com um maior volume de chuvas nas estações frias (outono e inverno) tende a fazer esta época exigir ao máximo da operação do sistema. Aumento de capacidade de armazenamento e medidas para favorecimento da evaporação podem ser interessantes na manutenção do equilíbrio hídrico do sistema sem comprometer financeiramente o empreendimento com altos investimentos.

Quanto à presença potencial de lodo nas lagoas, não foi encontrada nenhuma informação, evidência ou relato de que tenha sido realizada limpeza no período da operação desde o início das atividades. Foi observado a ocorrência de deposição de material do talude para o interior da terceira lagoa. Este fato aumenta o volume de material no fundo da mesma e ressalta a importância da realização de limpeza no sistema.

### **3. EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO**

Do ponto de vista empírico, observando-se características físicas visuais no lixiviado nas três lagoas é perceptível que não há uma mudança significativa no aspecto do efluente no decorrer do tratamento atual. Esta impressão é corroborada pelas análises às quais se teve acesso até o tempo de elaboração deste documento. Para facilitar este entendimento, é apresentado o Quadro 1, que expõe duas campanhas de coleta de amostras, 2017 e 2019. A análise obtida referente a 2017 consiste somente do lixiviado bruto, estando faltantes os resultados do Tratado para aquele ano. Comparando-se os resultados do lixiviado bruto nos anos de 2017 e 2019, é possível observar características que podem remeter a períodos distintos da vida útil do aterro. Elementos como ferro e manganês com potencial de interação, absorção pela biota e precipitação na forma de lodo, apresentam redução. Outros parâmetros de íons

muito solúveis, como Cloreto e Sódio apresentam aumento de concentração entre os dois períodos. Considerando-se ainda como correto o resultado da primeira análise para o parâmetro Condutividade, o aumento na presença de íons na segunda campanha pode ter afetado o salto observado. Isto sugere um processo de hidratação dos RSU, o que pode ocorrer seja pela precipitação pluviométrica, seja pela recirculação do lixiviado.

Considerando-se o tratamento nas lagoas, as análises do Bruto e Tratado em 2019 demonstram variações em todos parâmetros, porém alguns apresentam elevação entre o ponto de montante e jusante da ETE. Este fato sugere que o sistema está fora da condição ideal.

Quando analisados os parâmetros de matéria orgânica (DBO e DQO), a variação é de incremento na ordem de 27% para ambos. Causas podem para este fato podem estar relacionadas ao regime hídrico do sistema, que acaba favorecendo condições similares nas três lagoas. Existe ainda a possibilidade de o lixiviado bruto coletado ser decorrente de um período de chuvas mais intenso, o que pode ter diluído a amostra. Neste caso o cenário é ainda menos favorável.

Quadro 1: Resumo das análises disponibilizadas pela equipe técnica responsável pela operação do Aterro. Células marcadas em verde correspondem a redução nos parâmetros de análise e células marcadas em vermelho representam aumento nos valores dos parâmetros.

| Parâmetro | Unid. | Resultado Bruto (01/06/2017) | Resultado Bruto (18/01/2019) | Resultado Tratado (18/01/2019) | Varição Percentual (18/01/2019) |
|-----------|-------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Bário     | mg/L  | 0,64                         | -*                           | -                              | -                               |
| Boro      | mg/L  | 1,17                         | -                            | -                              | -                               |
| Cádmio    | mg/L  | <0,004                       | <0,004                       | <0,004                         | -                               |
| Chumbo    | mg/L  | <0,006                       | <0,006                       | <0,006                         | -                               |
| Cromo     | mg/L  | 0,07                         | <0,009                       | <0,009                         | -                               |
| Cromo 6   | mg/L  | <0,0005                      | -                            | -                              | -                               |
| Ferro     | mg/L  | 10,900                       | 6,423                        | 3,507                          | -45,40%                         |

| Parâmetro                  | Unid.      | Resultado Bruto (01/06/2017) | Resultado Bruto (18/01/2019) | Resultado Tratado (18/01/2019) | Varição Percentual (18/01/2019) |
|----------------------------|------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Magnésio                   | mg/L       | 51,90                        | 51,69                        | 47,21                          | -8,67%                          |
| Manganês                   | mg/L       | 1,260                        | 0,496                        | 0,272                          | -45,16%                         |
| Mercúrio                   | mg/L       | <1,0                         | <0,1                         | <0,1                           | -                               |
| Níquel                     | mg/L       | <0,01                        | <0,01                        | <0,01                          | -                               |
| Potássio                   | mg/L       | 238,0                        | 312,1                        | 263,2                          | -15,67%                         |
| Sódio                      | mg/L       | 312,0                        | 413,8                        | 354,2                          | -14,40%                         |
| Zinco                      | mg/L       | 0,43                         | -                            | -                              | -                               |
| Turbidez                   | NTU        | 33,79                        | -                            | -                              | -                               |
| Óleos e Graxas             | mg/L       | <10                          | -                            | -                              | -                               |
| Cloretos                   | mg/L       | 424,00                       | 651,05                       | 642,28                         | -1,35%                          |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100mL  | 450.000                      | -                            | -                              | -                               |
| Coliformes Totais          | NMP/100 mL | 2.300.000                    | 270.000                      | 170.000                        | -37,04%                         |
| Condutividade              | µS/cm      | 3,80                         | 4940                         | 4010                           | -18,83%                         |
| DBO5                       | mg/L       | 370,1                        | 171                          | 218                            | +27,49%                         |
| DQO                        | mg/L       | 1.073,00                     | 530,28                       | 678,21                         | +27,90%                         |
| Fosfato                    | mg/L       | 16,2                         | -                            | -                              | -                               |
| Fósforo Total              | mg/L       | 6,28                         | -                            | -                              | -                               |
| Nitratos (Expresso como N) | mg/L       | 0,946                        | -                            | -                              | -                               |
| Nitritos (Expresso como N) | mg/L       | <0,02                        | -                            | -                              | -                               |
| Nitrogênio Amoniacal       | mg/L       | 131                          | 132,746                      | 58,697                         | -55,78%                         |
| Nitrogênio Total Kjeldhal  | mg/L       | 169                          | 136,049                      | 93,795                         | -31,06%                         |

| Parâmetro             | Unid. | Resultado Bruto (01/06/2017) | Resultado Bruto (18/01/2019) | Resultado Tratado (18/01/2019) | Varição Percentual (18/01/2019) |
|-----------------------|-------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Oxigênio Dissolvido   | mg/L  | <0,1                         | 8,4                          | 7,4                            | 11,90%                          |
| pH                    |       | 7,46                         | 8,23                         | 8,38                           | +1,82%                          |
| Sólidos Sedimentáveis | mg/L  | <0,1                         | <0,1                         | <0,1                           | -                               |
| Sólidos Suspensos     | mg/L  | 130                          | 134                          | 220                            | +64,18%                         |
| Sulfatos              | mg/L  | 110,7                        | 34,4                         | 39,8                           | +15,70%                         |
| Sulfetos              | mg/L  | 1,83                         | -                            | -                              | -                               |
| Teor de Alumínio      | mg/L  | 2,5                          | -                            | -                              | -                               |
| Teor de Arsênio       | mg/L  | <0,01                        | -                            | -                              | -                               |

\* Células marcadas com "-" correspondem a parâmetros não analisados na segunda campanha de amostragem.

#### 4. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO:



**Figura 1:** Vista a partir do extremo norte do sistema de tratamento, junto à primeira lagoa.



**Figura 2:** Vista geral da área, mostrando em primeiro plano a bacia de contenção pluvial.



**Figura 3:** Vista da Lagoa 2, ao lado do talude oeste da Célula 1. No topo da imagem aparece um operador do aterro caminhando próximo a um dreno vertical.



**Figura 4:** Vista do talude erodido. No fundo da Lagoa 3 aparece resíduos de solo que deslizou a partir do talude.

## 5. CONSIDERAÇÕES:

A partir das informações constantes no breve diagnóstico do sistema apresentado até aqui, é possível tecer as seguintes considerações:

- O cenário atual em que a Célula 1 está exaurida e a segunda fase é premente, o aumento da capacidade do sistema de gerenciamento do lixiviado é ponto chave para a continuidade da operação;

- O balanço hídrico atual do sistema sugere que é necessário aumento da capacidade de evaporação de água;

- O regime hídrico observado nas lagoas sugere que o fluxo tem um perfil de estagnação, podendo haver zonas mortas que reduzem a eficiência do sistema;

- A presença de sais no lixiviado exige a utilização de medidas que favoreçam o desenvolvimento de microrganismos especializados, com perfil de adaptação direcionado à halofilia;

- As dificuldades financeiras inerentes aos municípios brasileiros estimulam priorizar a busca soluções de menor complexidade e menores custos de instalação e operação;

- O perfil climático histórico local demonstra que existe um déficit hídrico sem evaporação, o que pressiona o sistema no rumo à implantação de adequações para o lançamento do efluente no meio ambiente. Esta pressão exige que o empreendimento considere continuar a linha de investimentos para melhoria contínua no sistema de tratamento. Esta linha consiste da combinações de ações operacionais, monitoramento da qualidade do tratamento e investimentos em estrutura do tratamento. O Município de Ibirubá precisa considerar estas questões no planejamento dos investimentos futuros.

A partir das considerações acima podem ser apontadas direções para ações a serem tomadas no sistema:

- Desenvolver medidas operacionais para aumento da evaporação: avaliar a viabilidade de utilização de aspersores com maior poder de nebulização; utilizar bombeamento com retorno parcial do efluente para a lagoa, como medida de promover a mistura na lagoa e para ajustar o volume de recirculação à condição climática que se apresenta (melhor não encharcar a massa de

resíduos); e otimizar os regimes de funcionamento dos aspersores para explorar ao máximo a capacidade evaporativa do sistema;

- Implantar medidas operacionais e estruturais de baixo custo para aumentar a eficiência das lagoas: implantação de distribuidores de fluxo na entrada das lagoas sem agitação e de direcionadores de fluxo (chicanas) para otimizar o tempo de detenção, implantar estrutura ou metodologia para medição da vazão do lixiviado (vertedouro ou balde aferido);

- Realizar a limpeza das lagoas com objetivo de remoção do lodo acumulado;

- Aumentar a capacidade de contenção de lixiviado pela implantação de mais uma lagoa e pela implantação de captação da recirculação nas duas lagoas finais, maior capacidade de recircular lixiviado tratado em períodos com condições climáticas favoráveis;

- Implantar juntamente com a ampliação da célula de disposição, um sistema anaeróbio de tratamento do lixiviado bruto. Este tratamento pode ser através de uma lagoa anaeróbia (profundidade de 4 m) ou pela utilização de reator anaeróbio. Considerando o maior valor para instalação de reatores, a lagoa passa a ser a medida mais indicada;

- Implantar aeradores do tipo “chafariz” nas lagoas (atuais) 1 e 2, como medida de oxigenação do lixiviado em tratamento e também para favorecer a evaporação. O dimensionamento é apresentado na sequência deste documento;

- Implantar medidor de vazão na entrada do sistema, como medida de monitoramento das ações de redução na geração do lixiviado;

## **6. DIMENSIONAMENTO DAS MELHORIAS**

A partir das premissas apresentadas nas considerações, serão abordadas nesta etapa as proposições de melhorias ao sistema que podem consistir de ações com efeitos isolados ou ações com efeito sinérgico sob diferentes aspectos e demandas que o sistema atual apresenta.

## 6.1. AUMENTO DA CAPACIDADE DE CONTENÇÃO

Segundo a estação meteorológica da rede INMET, instalada em Ibirubá, nos últimos 365 dias a precipitação pluviométrica acumulada foi de 2000,0 mm. Em condições normais, em solos com cobertura vegetal, é possível afirmar que o volume normalmente precipitado se divide em aproximadamente três partes iguais. Sendo que um terço tende a evaporar e evapotranspirar; um terço tende a infiltrar no solo; e um terço é carregado superficialmente.

No aterro em questão, as áreas já cobertas com argila possuem potencial reduzido de gerar lixiviado. Isto se deve ao alto grau de compactação utilizado na área e ao sistema de drenagem implantado, que direciona as águas superficiais para bacias de contenção fora da rede de drenagem de chorume.

A parcela que tem maior potencial de lixiviar é a que precipita sobre o RSU em deposição. Considerando a estratégia de manter uma área de deposição menor que a totalidade da célula é possível reduzir o potencial de geração de chorume significativamente, porém para fins de cálculo é utilizada a totalidade da célula como área de contribuição.

Para definição da vazão para geração do lixiviado, os projetos do empreendimento aplicam o Método Suíço, que considera a precipitação como mais importante fator para geração do chorume. Avalia o volume de precipitação média mensal sobre a área exposta do aterro e aplica um coeficiente empírico baseado no grau de compactação utilizado.

$$Q = \frac{(P \cdot (A_{at} + A_{lag}) \cdot K)}{t}$$

Onde,

Q = Vazão média do percolado em litros por segundo (L/s);

P = Precipitação média mensal (mm) – (150,8 mm/mês);

$A_{at}$  = Área total do Aterro (m<sup>2</sup>) – (4.172 m<sup>2</sup>);

$A_{lag}$  = Área das lagoas do tratamento (m<sup>2</sup>) – (2.043,7 m<sup>2</sup>);

t = Número de segundos em 1 mês;

k = Coeficiente empírico de acordo com o grau de compactação dos resíduos sólidos (0,15 a 0,25 para aterros bem compactados);

$$Q = \frac{(150,8 \cdot (4.172 + 2.043,7) \cdot 0,20)}{2.592.000}$$

$$Q = 0,0723 \text{ L/s}$$

A vazão média esperada para a segunda célula do aterro é de 72,3 mL/s. Com a efetiva finalização da primeira célula, é esperada uma redução gradativa do volume de lixiviado gerado nessa porção do aterro. É possível inferir que a maior parte do volume do efluente na nova fase será oriundo da nova célula. Sendo assim o dimensionamento da lagoa anaeróbia a ser instalada no sistema de tratamento deve considerar a vazão média apontada acima como parâmetro básico. O volume anual de lixiviado projetado é de 2.280 m<sup>3</sup>.

Com base nos dados meteorológicos disponíveis no INMET, é possível comparar o histórico de precipitação pluviométrica com o potencial de evaporação. Fazendo um balanço hídrico médio anual é possível perceber um déficit de 733,4 mm entre o volume precipitado e a capacidade de evaporação. Considerando a vazão média de chorume calculada, este déficit gera um volume a descartar ou evaporar na ordem de 923,8 m<sup>3</sup> anuais. Os valores são médios, cabendo medidas de gestão na aspersão e evaporação em dias secos, para reduzir o déficit.

Quadro 2: Balanço hídrico médio, baseado nos dados do INMET.

|                           | JAN   | FEV    | MAR    | ABR    | MAI    | JUN    | JUL    | AGO    | SET    | OUT    | NOV    | DEZ           | TOTAL         | MÉDIA |
|---------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|-------|
| Potencial de Precipitação | 152,8 | 162,4  | 112,1  | 155,8  | 116,7  | 127,6  | 166,1  | 144,6  | 166,7  | 219,3  | 153,6  | 132,4         | 1810,1        | 150,8 |
| Potencial Evaporação      | 116,0 | 80,2   | 89,4   | 82,1   | 66,3   | 56,7   | 63,0   | 77,1   | 84,3   | 95,6   | 124,0  | 142,0         | 1076,7        | 89,7  |
| Balanço Mensal            | -36,8 | -82,2  | -22,7  | -73,7  | -50,4  | -70,9  | -103,1 | -67,5  | -82,4  | -123,7 | -29,6  | +9,6          | <b>-733,4</b> | -61,1 |
| Balanço Acumulado         | -36,8 | -119,0 | -141,7 | -215,4 | -265,8 | -336,7 | -439,8 | -507,3 | -589,7 | -713,4 | -743,0 | <b>-733,4</b> |               |       |

No sentido de buscar segurança ao sistema, sugere-se a implantação de uma lagoa adicional, que pode ser do tipo anaeróbia, favorecendo o tratamento e buscando a viabilidade do lançamento em corpo hídrico quando o sistema alcançar os padrões legais.

Atualmente o sistema tem capacidade total de aproximadamente 3.000 m<sup>3</sup>, o que comportaria um regime de chuvas médio de 1,3 anos, porém sabendo da variação anual no comportamento climático é de grande relevância ampliação desta capacidade para acumular volumes nos anos chuvosos para favorecer a evaporação nos anos de precipitação abaixo da média. Com uma lagoa adicional de 2.000 m<sup>3</sup>, com comportamento anaeróbio, seria adicionado potencial de tratamento e de retenção de lixiviado de 2,2 anos.

## 6.2. LAGOA ANAERÓBIA (LAN)

Lagoas anaeróbias são tanques de grande profundidade (4,0 a 5,0m), a profundidade é importante no sentido de reduzir a possibilidade de penetração do oxigênio produzido na superfície para as demais camadas. Nesta condição ocorre o desenvolvimento de microrganismos estritamente anaeróbios, que degradam a matéria orgânica na busca de sua subsistência. A carga orgânica aplicada deverá ser alta de maneira que a taxa de consumo de oxigênio seja várias vezes superior a taxa de produção criando condições estritamente anaeróbias. As lagoas anaeróbias removem de 50 a 60% da DBO afluente, sendo assim o efluente ainda possui altas taxas de matéria orgânica, necessitando unidades posteriores de tratamento.

Considerando o volume atual do sistema, a demanda por aumento na capacidade de retenção de lixiviado e o intuito de seguir com a recirculação como medida para o não lançamento de efluentes no meio ambiente, sugere-se a instalação de uma Lagoa Anaeróbia com 2.000 m<sup>3</sup> de capacidade.

Este volume permite alto período de retenção do lixiviado. Considerando uma vazão diária de cerca de 6,3 m<sup>3</sup>/ dia do lixiviado, o tempo de detenção da lagoa passa a 317 dias. Este período é elevado considerando-se a vazão do lixiviado, então considerando que o sistema de bombeamento de recirculação tem potência sobressalente, sugere-se a recirculação parcial do chorume para a Lagoa Anaeróbia. Neste caso o sistema de recirculação permitiria o manejo entre a aspersão e a recirculação no ponto de entrada da ETE.

A recirculação do efluente aumenta a versatilidade da operação, possibilitando medidas como nitrificação e desnitrificação para remoção de nitrogênio, além de melhorias no regime hídrico do sistema devido ao aumento da vazão interna da ETE.

Dimensionamento da Lagoa Anaeróbia:

$$V = \frac{(\text{Área}_{\text{fundo}} + \text{Área}_{\text{superfície}})}{2} \times h_{\text{profundidade}}$$

$$V = \frac{(600 + 504)}{2} \times 3,7$$

$$V = 2.042,4 \text{ m}^3$$

Tempo de Detenção:

O tempo de detenção hidráulica (TDH) vai depender da vazão de recirculação utilizada na ETE. Parte da vazão de geração de chorume no aterro para a vazão total da bomba, conforme a fórmula.

$$TDH = \frac{\text{Volume}_{\text{LAnaer.}}}{(Q_{\text{Lix}} + Q_{\text{Recirc.}})} \cdot \frac{[\text{m}^3]}{[\text{m}^3/\text{dia}]}$$

O tempo de detenção considerado ideal para Lagoas Anaeróbias é de até 10 dias (VON SPERLING, 2002). A partir do rearranjo da equação acima,

considerando o **volume definido de 2.042,4 m<sup>3</sup> para a LAN**, o TDH de **10 dias** geraria uma vazão de entrada de **204,24 m<sup>3</sup>/dia**. Para a **geração projetada de lixiviado de 6,246 m<sup>3</sup>/dia**, a vazão horária de recirculação na ETE seria de **8,25 m<sup>3</sup>/h**. Esta vazão constante de recirculação garantiria o TDH dentro do ideal.

### 6.3. AERAÇÃO

Lagoas aeradas são uma das formas de tratamento de efluentes que requer menor área quando comparada com as lagoas de estabilização sem aeração (facultativa e anaeróbia), além de apresentar maior simplicidade de operação do que o sistema de lodos ativados e suas variantes. Mesmo assim, não é um processo de baixíssimo custo, pois consome energia elétrica, demanda controle operacional e gera mais lodo do que as lagoas de estabilização. Por esses motivos, as lagoas aeradas são mais viáveis para pequenas vazões de efluentes, que geram menor volume de lodo.

No caso específico do aterro de Ibirubá, as análises apresentadas no Quadro 1, demonstram um efluente com carga orgânica relativamente baixa. Uma DBO de 370 mg/L demonstra características similares aos efluentes sanitários. Porém o Nitrogênio Amoniacal presente tanto na entrada do sistema como na saída para o sistema de aspersão, demanda oxigênio para sua remoção (AQUINO, 2003).

Para a situação do sistema em questão, o sistema de aeração mais indicado é um aerador do tipo ascendente ou chafariz, pois existe demanda por favorecimento da evaporação. Este tipo de aerador aumenta a superfície de contato do líquido com o ar, enriquecendo-o com oxigênio e permitindo que o ar atmosférico desidrate o efluente. O emprego da recirculação do efluente no sistema, aliado à aeração no sistema, tende a melhorar o desempenho de tratamento, a ser monitorado através das análises periódicas previstas no licenciamento ambiental. O produto descrito na Figura 5 é apresentado como exemplo a ser aplicado e o catálogo do fornecedor é apresentado em anexo.



Figura 5. Aerador Flutuante Ascendente e ilustração da sua operação.

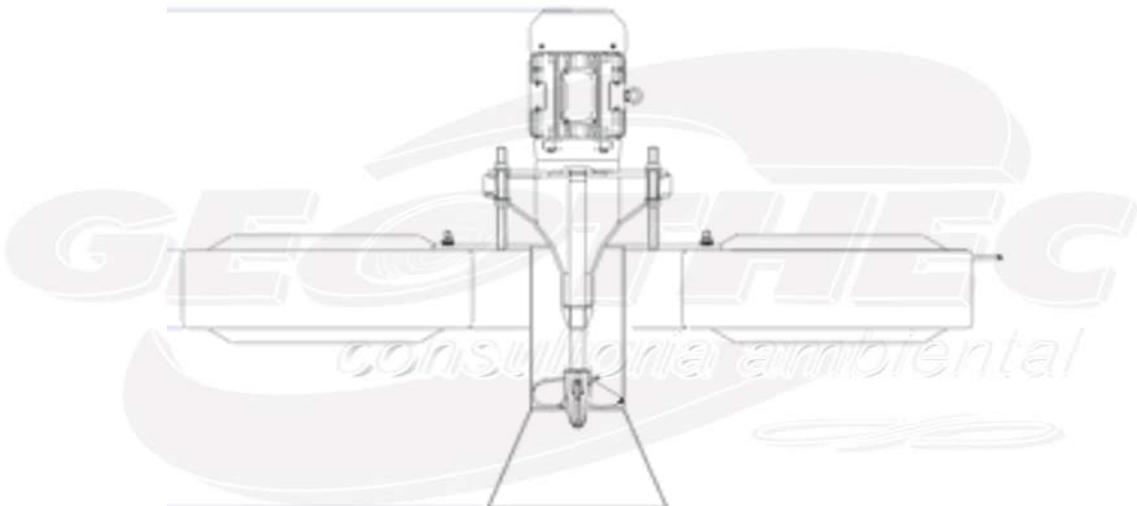


Figura 6. Corte típico do aerador flutuante.



Figura 7: Vista superior do aerador.

## 7. CONSIDERAÇÕES E PARECER FINAL

A partir das observações, análises técnicas, entrevistas e projeções realizadas, é possível constatar que existe um déficit no balanço hídrico do sistema, que remete a duas alternativas: aumento da eficiência para lançamento em curso d'água ou aumento da capacidade de retenção e tratamento para recirculação do lixiviado tratado sobre a massa de RSU depositado no aterro.

O lançamento em curso d'água aparece como solução definitiva para o problema, porém sua execução exige investimento em tratamento mais efetivo, estudos do corpo hídrico receptor e instalação de rede de lançamento. Este quadro se mostra complexo e oneroso ao Município de Ibirubá.

Alternativamente, a instalação de uma Lagoa Anaeróbia, Aerador Flutuante Ascendente, Sistema de Recirculação do efluente no tratamento e demais medidas operacionais citadas, tende a ser uma alternativa de menor custo e com grande potencial de atingir os padrões de lançamento impostos na Legislação.

Seguindo esta linha o Município ganha versatilidade na operação (reciclo com vazão variável do efluente, aeração, variação na vazão de aspersão, etc.), ganha tempo para reavaliar o sistema de forma efetiva (monitoramento dos

parâmetros de lançamento) e aumenta a capacidade de retenção do lixiviado, que passa a ser de mais de 2 anos. Com maior capacidade de retenção, aumenta a resiliência do sistema entre as variações climáticas observadas de ano a ano.

## **8. RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

As informações, impressões e projeções apresentadas neste documento são de responsabilidade técnica de:

---

*Elias Dresch*

Eng° Bioquím. CREA-RS 160879

MSc. em Tecnologia Ambiental

Consultor



**PROJETO / AMPLIAÇÃO DO SISTEMA  
DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES**

## **DIMENSIONAMENTO DAS MELHORIAS**

A partir das premissas apresentadas nas considerações, serão abordadas nesta etapa as proposições de melhorias ao sistema que podem consistir de ações com efeitos isolados ou ações com efeito sinérgico sob diferentes aspectos e demandas que o sistema atual apresenta.

## **AUMENTO DA CAPACIDADE DE CONTENÇÃO**

Segundo a estação meteorológica da rede INMET, instalada em Ibirubá, nos últimos 365 dias a precipitação pluviométrica acumulada foi de 2000,0 mm. Em condições normais, em solos com cobertura vegetal, é possível afirmar que o volume normalmente precipitado se divide em aproximadamente três partes iguais. Sendo que um terço tende a evaporar e evapotranspirar; um terço tende a infiltrar no solo; e um terço é carregado superficialmente.

No aterro em questão, as áreas já cobertas com argila possuem potencial reduzido de gerar lixiviado. Isto se deve ao alto grau de compactação utilizado na área e ao sistema de drenagem implantado, que direciona as águas superficiais para bacias de contenção fora da rede de drenagem de chorume.

A parcela que tem maior potencial de lixiviar é a que precipita sobre o RSU em deposição. Considerando a estratégia de manter uma área de deposição menor que a totalidade da célula é possível reduzir o potencial de geração de chorume significativamente, porém para fins de cálculo é utilizada a totalidade da célula como área de contribuição.

Para definição da vazão para geração do lixiviado, os projetos do empreendimento aplicam o Método Suíço, que considera a precipitação como mais importante fator para geração do chorume. Avalia o volume de precipitação média mensal sobre a área exposta do aterro e aplica um coeficiente empírico baseado no grau de compactação utilizado.

$$Q = \frac{(P \cdot (A_{at} + A_{lag}) \cdot K)}{t}$$

Onde,

Q = Vazão média do percolado em litros por segundo (L/s);

P = Precipitação média mensal (mm) – (150,8 mm/mês);

$A_{at}$  = Área total do Aterro (m<sup>2</sup>) – (4.172 m<sup>2</sup>);

$A_{lag}$  = Área das lagoas do tratamento (m<sup>2</sup>) – (2.043,7 m<sup>2</sup>);

t = Número de segundos em 1 mês;

k = Coeficiente empírico de acordo com o grau de compactação dos resíduos sólidos (0,15 a 0,25 para aterros bem compactados);

$$Q = \frac{(150,8 \cdot (4.172 + 2.043,7) \cdot 0,20)}{2.592.000}$$

$$Q = 0,0723 \text{ L/s}$$

A vazão média esperada para a segunda célula do aterro é de 72,3 mL/s. Com a efetiva finalização da primeira célula, é esperada uma redução gradativa do volume de lixiviado gerado nessa porção do aterro. É possível inferir que a maior parte do volume do efluente na nova fase será oriundo da nova célula. Sendo assim o dimensionamento da lagoa anaeróbia a ser instalada no sistema de tratamento deve considerar a vazão média apontada acima como parâmetro básico. O volume anual de lixiviado projetado é de 2.280 m<sup>3</sup>.

Com base nos dados meteorológicos disponíveis no INMET, é possível comparar o histórico de precipitação pluviométrica com o potencial de evaporação. Fazendo um balanço hídrico médio anual é possível perceber um déficit de 733,4 mm entre o volume precipitado e a capacidade de evaporação. Considerando a vazão média de chorume calculada, este déficit gera um volume a descartar ou evaporar na ordem de 923,8 m<sup>3</sup> anuais. Os valores são

médios, cabendo medidas de gestão na aspersão e evaporação em dias secos, para reduzir o déficit.

|                           | JAN   | FEV    | MAR    | ABR    | MAI    | JUN    | JUL    | AGO    | SET    | OUT    | NOV    | DEZ           | TOTAL         | MÉDIA |
|---------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|-------|
| Potencial de Precipitação | 152,8 | 162,4  | 112,1  | 155,8  | 116,7  | 127,6  | 166,1  | 144,6  | 166,7  | 219,3  | 153,6  | 132,4         | 1810,1        | 150,8 |
| Potencial Evaporação      | 116,0 | 80,2   | 89,4   | 82,1   | 66,3   | 56,7   | 63,0   | 77,1   | 84,3   | 95,6   | 124,0  | 142,0         | 1076,7        | 89,7  |
| Balanço Mensal            | -36,8 | -82,2  | -22,7  | -73,7  | -50,4  | -70,9  | -103,1 | -67,5  | -82,4  | -123,7 | -29,6  | +9,6          | <b>-733,4</b> | -61,1 |
| Balanço Acumulado         | -36,8 | -119,0 | -141,7 | -215,4 | -265,8 | -336,7 | -439,8 | -507,3 | -589,7 | -713,4 | -743,0 | <b>-733,4</b> |               |       |

Quadro 2: Balanço hídrico médio, baseado nos dados do INMET.

No sentido de buscar segurança ao sistema, sugere-se a implantação de uma lagoa adicional, que pode ser do tipo anaeróbia, favorecendo o tratamento e buscando a viabilidade do lançamento em corpo hídrico quando o sistema alcançar os padrões legais.

Atualmente o sistema tem capacidade total de aproximadamente 3.000 m<sup>3</sup>, o que comportaria um regime de chuvas médio de 1,3 anos, porém sabendo da variação anual no comportamento climático é de grande relevância ampliação desta capacidade para acumular volumes nos anos chuvosos para favorecer a evaporação nos anos de precipitação abaixo da média. Com uma lagoa adicional de 2.000 m<sup>3</sup>, com comportamento anaeróbio, seria adicionado potencial de tratamento e de retenção de lixiviado de 2,2 anos.

### LAGOA ANAERÓBIA (LAN)

Lagoas anaeróbias são tanques de grande profundidade (4,0 a 5,0m), a profundidade é importante no sentido de reduzir a possibilidade de penetração do oxigênio produzido na superfície para as demais camadas. Nesta condição ocorre o desenvolvimento de microrganismos estritamente anaeróbios, que degradam a matéria orgânica na busca de sua subsistência. A carga orgânica aplicada deverá ser alta de maneira que a taxa de consumo de oxigênio seja várias vezes superior a taxa de produção criando condições estritamente anaeróbias. As lagoas anaeróbias removem de 50 a 60% da DBO afluente,

sendo assim o efluente ainda possui altas taxas de matéria orgânica, necessitando unidades posteriores de tratamento.

Considerando o volume atual do sistema, a demanda por aumento na capacidade de retenção de lixiviado e o intuito de seguir com a recirculação como medida para o não lançamento de efluentes no meio ambiente, sugere-se a instalação de uma Lagoa Anaeróbia com 2.000 m<sup>3</sup> de capacidade.

Este volume permite alto período de retenção do lixiviado. Considerando uma vazão diária de cerca de 6,3 m<sup>3</sup>/ dia do lixiviado, o tempo de detenção da lagoa passa a 317 dias. Este período é elevado considerando-se a vazão do lixiviado, então considerando que o sistema de bombeamento de recirculação tem potência sobressalente, sugere-se a recirculação parcial do chorume para a Lagoa Anaeróbia. Neste caso o sistema de recirculação permitiria o manejo entre a aspersão e a recirculação no ponto de entrada da ETE.

A recirculação do efluente aumenta a versatilidade da operação, possibilitando medidas como nitrificação e desnitrificação para remoção de nitrogênio, além de melhorias no regime hídrico do sistema devido ao aumento da vazão interna da ETE.

Dimensionamento da Lagoa Anaeróbia:

$$V = \frac{(\text{Área}_{\text{fundo}} + \text{Área}_{\text{superfície}})}{2} \times h_{\text{profundidade}}$$

$$V = \frac{(600 + 504)}{2} \times 3,7$$

$$V = 2.042,4 \text{ m}^3$$

Tempo de Detenção:

O tempo de detenção hidráulica (TDH) vai depender da vazão de recirculação utilizada na ETE. Parte da vazão de geração de chorume no aterro para a vazão total da bomba, conforme a fórmula.

$$TDH = \frac{\text{Volume}_{\text{LAnaer.}}}{(Q_{\text{Lix}} + Q_{\text{Recirc.}})} \cdot \frac{[\text{m}^3]}{[\text{m}^3/\text{dia}]}$$

O tempo de detenção considerado ideal para Lagoas Anaeróbias é de até 10 dias (VON SPERLING, 2002). A partir do rearranjo da equação acima, considerando o **volume definido de 2.042,4 m<sup>3</sup> para a LAN**, o **TDH de 10 dias** geraria uma vazão de entrada de **204,24 m<sup>3</sup>/dia**. Para a **geração projetada de lixiviado de 6,246 m<sup>3</sup>/dia**, a vazão horária de recirculação na ETE seria de **8,25 m<sup>3</sup>/h**. Esta vazão constante de recirculação garantiria o TDH dentro do ideal.

## **AERAÇÃO**

Lagoas aeradas são uma das formas de tratamento de efluentes que requer menor área quando comparada com as lagoas de estabilização sem aeração (facultativa e anaeróbia), além de apresentar maior simplicidade de operação do que o sistema de lodos ativados e suas variantes. Mesmo assim, não é um processo de baixíssimo custo, pois consome energia elétrica, demanda controle operacional e gera mais lodo do que as lagoas de estabilização. Por esses motivos, as lagoas aeradas são mais viáveis para pequenas vazões de efluentes, que geram menor volume de lodo.

No caso específico do aterro de Ibirubá, as análises apresentadas no Quadro 1, demonstram um efluente com carga orgânica relativamente baixa. Uma DBO de 370 mg/L demonstra características similares aos efluentes sanitários. Porém o Nitrogênio Amoniacal presente tanto na entrada do sistema como na saída para o sistema de aspersão, demanda oxigênio para sua remoção (AQUINO, 2003).

Para a situação do sistema em questão, o sistema de aeração mais indicado é um aerador do tipo ascendente ou chafariz, pois existe demanda por favorecimento da evaporação. Este tipo de aerador aumenta a superfície de contato do líquido com o ar, enriquecendo-o com oxigênio e permitindo que o ar atmosférico desidrate o efluente. O emprego da recirculação do efluente no sistema, aliado à aeração no sistema, tende a melhorar o desempenho de tratamento, a ser monitorado através das análises periódicas previstas no licenciamento ambiental. O produto descrito na Figura 5 é apresentado como exemplo a ser aplicado e o catálogo do fornecedor é apresentado em anexo.



Figura 5. Aerador Flutuante Ascendente e ilustração da sua operação.

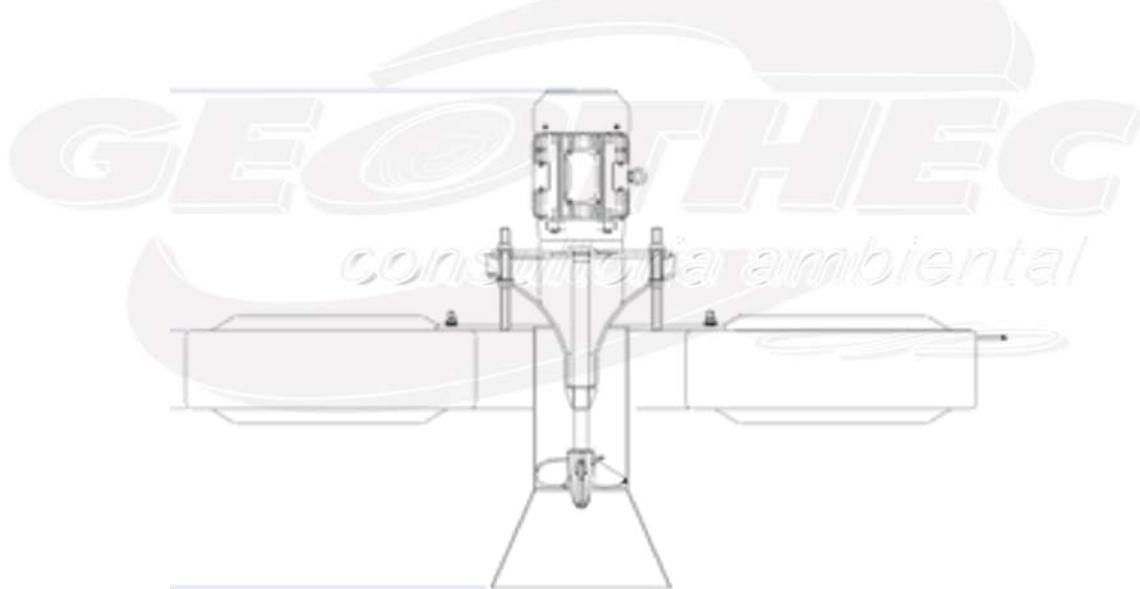


Figura 6. Corte típico do aerador flutuante.

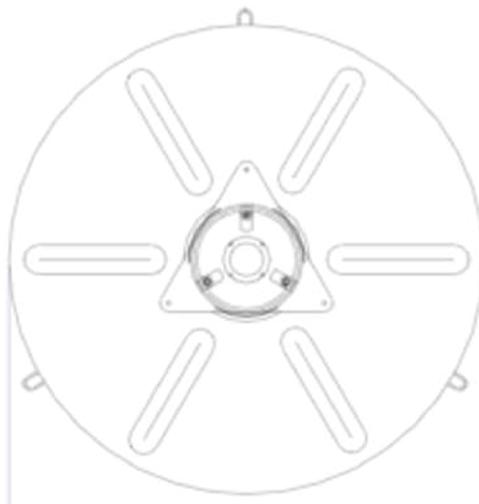


Figura 7: Vista superior do aerador.

## CONSIDERAÇÕES E PARECER FINAL

A partir das observações, análises técnicas, entrevistas e projeções realizadas, é possível constatar que existe um déficit no balanço hídrico do sistema, que remete a duas alternativas: aumento da eficiência para lançamento em curso d'água ou aumento da capacidade de retenção e tratamento para recirculação do lixiviado tratado sobre a massa de RSU depositado no aterro.

O lançamento em curso d'água aparece como solução definitiva para o problema, porém sua execução exige investimento em tratamento mais efetivo, estudos do corpo hídrico receptor e instalação de rede de lançamento. Este quadro se mostra complexo e oneroso ao Município de Ibirubá.

Alternativamente, a instalação de uma Lagoa Anaeróbia, Aerador Flutuante Ascendente, Sistema de Recirculação do efluente no tratamento e demais medidas operacionais citadas, tende a ser uma alternativa de menor custo e com grande potencial de atingir os padrões de lançamento impostos na Legislação.

Seguindo esta linha o Município ganha versatilidade na operação (reciclo com vazão variável do efluente, aeração, variação na vazão de aspersão, etc.), ganha tempo para reavaliar o sistema de forma efetiva (monitoramento dos

parâmetros de lançamento) e aumenta a capacidade de retenção do lixiviado, que passa a ser de mais de 2 anos. Com maior capacidade de retenção, aumenta a resiliência do sistema entre as variações climáticas observadas de ano a ano.

## **RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

As informações, impressões e projeções apresentadas neste documento são de responsabilidade técnica de:



---

*Elias Dresch*

Eng° Bioquím. CREA-RS 160879

MSc. em Tecnologia Ambiental

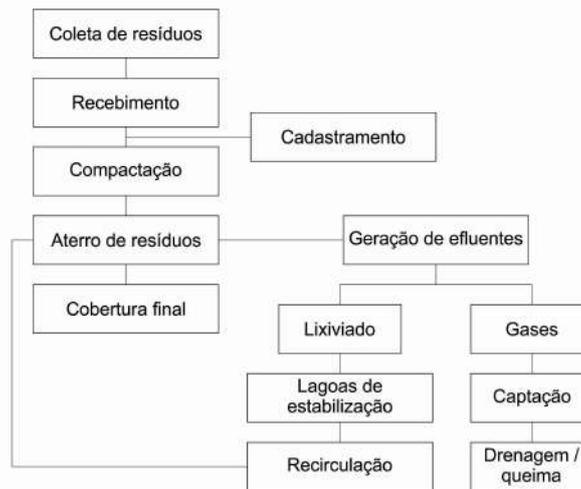
Consultor



## **5.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

## REPRESENTAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO / OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- A fase de implantação está apresentada em sequência de mapas individualizados no item anterior.
- Representação esquemática da operação do aterro



### Estimativas Relativas ao Transporte de Resíduos

#### a) Modalidade de Transporte

O transporte de resíduos será feito através de caminhões caçamba enlonados.

#### b) Forma de acondicionamento de Resíduos

Os resíduos serão transportados em sacos plásticos e à granel quando não se tratarem de resíduos orgânicos.

#### c) Viagens Por Origem

2 – Para resíduos orgânicos

5 a 7 – Para resíduos secos até associação dos catadores

#### d) Carregamento de Viagens Por Dia Típico

Não determinado

**e) Carregamento de viagens por hora pico**

Indeterminado

**f) Recebimento e Armazenamento temporário**

Os resíduos serão recebidos na estação de triagem em fase de licenciamento, onde serão pré-armazenados separados e classificados para fins de reuso e reciclagem. Os rejeitos serão transportados para a célula de aterro.

**g) Mobilização de Resíduos, Máquinas e Equipamentos**

Haverá a necessidade de pouca mobilização de veículos máquinas e equipamentos para implantação da Estação de Triagem e da célula de aterro, tendo em vista que o aterro se encontra em operação.

As referidas obras necessárias vão demandar escavadeiras hidráulicas, caminhões caçambas, retroescavadeiras e carregadeiras.

**h) Geração de Efluentes**

A geração de efluentes percolados está relacionada ao volume de resíduos, área de exposição e precipitação local. Utilizando-se o método suíço, onde: **a= A.V.K**, obtém-se a vazão de 0,0723 L/s.

$$Q = \frac{(P \cdot (A_{at} + A_{lag}) \cdot K)}{t}$$

Onde,

Q = Vazão média do percolado em litros por segundo (L/s);

P = Precipitação média mensal (mm) – (150,8 mm/mês);

$A_{at}$  = Área total do Aterro (m<sup>2</sup>) – (4.172 m<sup>2</sup>);

$A_{lag}$  = Área das lagoas do tratamento (m<sup>2</sup>) – (2.043,7 m<sup>2</sup>);

t = Número de segundos em 1 mês;

k = Coeficiente empírico de acordo com o grau de compactação dos resíduos sólidos (0,15 a 0,25 para aterros bem compactados);

$$Q = \frac{(150,8 \cdot (4.172 + 2.043,7) \cdot 0,20)}{2.592.000}$$

$$Q = 0,0723 \text{ L/s}$$

- **Balanco volumétrico de movimentação de solo**

| <b>BALANÇO VOLUMÉTRICO</b>                              |                              |                               |
|---|------------------------------|-------------------------------|
|   | <b>Corte (M<sup>3</sup>)</b> | <b>Aterro (M<sup>3</sup>)</b> |
| Remoção de solo alterado (bota-fora)                    | 1487 m <sup>3</sup>          | -                             |
| Escavação até a cota de projeto da célula               | 9481 m <sup>3</sup>          | 146 m <sup>3</sup>            |
| Escavação para base dos diques de contenção do aterro   | 4714 m <sup>3</sup>          | -                             |
| Corte / Cava para construção da lagoa de estabilização  | 2200 m <sup>3</sup>          | -                             |
| Corte / Cava para contenção da bacia pluvial (jusante)  | 2500 m <sup>3</sup>          | -                             |
| Corte / Cava para contenção da bacia pluvial (montante) | 880 m <sup>3</sup>           | -                             |
| Aterro / Dique de contenção da célula                   | -                            | 7500 m <sup>3</sup>           |
| DIQUE INTERNO   | -                            | 66,8 m <sup>3</sup>           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>21.262 m<sup>3</sup></b>  | <b>7.712,8 m<sup>3</sup></b>  |

Obs: O volume excedente de corte de solo deverá ser utilizado em obras de aterro em projetos e serviços do município no decorrer do tempo bem como em obras comunitárias, devido falta de espaço físico.

Parte do volume de corte poderá ser recomposto e utilizado na construção do dique da célula de aterro, tendo em vista que pode atender as Normas Técnicas da ABNT, reduzindo o volume de solo excedente a ser disposto nos locais previstos em mapa em anexo.

- **Contratação de mão de obra para implantação e operação do aterro**

O aterro será construído através de licitação pública. Na fase de operação serão necessárias as seguintes mão de obra:

- 01 funcionário em horário de expediente para controlar a entrada e orientar as descargas de os resíduos sólidos urbanos.
- 01 operador de trator de esteiras: função de compactar e operar a máquina dentro do Aterro Sanitário

- 01 zelador: operador de roçadeira e com a função de aparar as gramas, controlar o ataque das formigas, limpeza dos plásticos e papeis que são arrastados pelos ventos.
- 01 Engenheiro: visitas semanais para treinamento do operador no controle das planilhas de entrada, efetuar as medidas técnicas necessárias para a otimização do aterro.

- **Cronograma de implantação**

| CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DE CÉLULA DE ATERRO            |       |   |   |   |   |   |   |   |
|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| Serviços/Obras   | Meses |   |   |   |   |   |   |   |
|  | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Limpeza as áreas (célula, lagoa e bacias pluvias)        | X     |   |   |   |   |   |   |   |
| Demarcação Topográfica (célula, lagoa e bacias pluviais) | X     |   |   |   |   |   |   |   |
| Remoção de bota-fora (célula, lagoa, bacias pluviais)    | X     |   |   |   |   |   |   |   |
| Escavação de solo (célula, lagoa, bacias pluviais)       | X     | X | X | X |   |   |   |   |
| Escavação (fundações do aterro)                          |       | X | X | X |   |   |   |   |
| Construção (diques do aterro)                            |       |   | X | X | X |   |   |   |
| Terraplanagem (base da célula)                           |       |   |   |   | X |   |   |   |
| Compactação (base da célula)                             |       |   |   |   | X |   |   |   |
| Construção de drenagem periférica (célula)               |       |   |   |   | X |   |   |   |
| Construção do sistema de drenagem testemunho             |       |   |   |   | X |   |   |   |
| Instalação da geomembrana (célula)                       |       |   |   |   |   | X |   |   |
| Instalação do sistema de drenagem de efluentes           |       |   |   |   |   | X |   |   |
| Construção de poço testemunho                            |       |   |   |   |   | X |   |   |
| Construção do dreno de gases                             |       |   |   |   |   |   | X |   |



|                                     |  |  |  |  |  |  |  |           |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|-----------|
| Monitoramento de águas superficiais |  |  |  |  |  |  |  | Município |
| Monitoramento de águas subterrâneas |  |  |  |  |  |  |  | Município |
| Monitoramento / efluentes           |  |  |  |  |  |  |  | Município |

 Contínua

 Semestral

Quadro 01. Características do Aterro Sanitário

| Indicador   | Existente               | Projeto                          | Unidade        |
|---|-------------------------|----------------------------------|----------------|
| Área do empreendimento                            | -                       | 0,4172                           | ha             |
| Área da Gleba                                     | 12,2818                 | 2.181,2                          | ha             |
| Área da disposição de resíduos                    | Célula aterro           | 0,4172                           | ha             |
| Cota da base                                      | 449                     | 449                              | m              |
| Cota final  | -                       | 456,5                            | m              |
| Altura do Aterro                                  | -                       | 11,50                            | m              |
| Volume total de resíduos                          |                         | 39.300                           | m <sup>3</sup> |
| Capacidade de recebimento diária a ser licenciada | 14                      | 14                               | t/dia          |
| Camadas   | 2                       | 2                                | -              |
| Altura de cada camada                             |                         | 1 <sup>a</sup><br>2 <sup>a</sup> | m              |
| Vida útil   | -                       | 7,8                              | anos           |
| Geração de efluentes                              |                         | 0,0723                           | L/s            |
| Capacidade de armazenamento de efluentes          | 3000                    | 5000,00                          | m <sup>3</sup> |
| Forma de tratamento de efluentes                  | Lagoas de estabilização | Lagoas de estabilização          | 4              |
| Volume de escavação                               | 3000 x 1,20             | 27148,5                          | m <sup>3</sup> |
| Déficit de solo                                   | -                       | -                                | m <sup>3</sup> |
| Material excedente                                | -                       | 22508,5                          | m <sup>3</sup> |
| Área de empréstimo                                | -                       | 7500                             | ha             |
| Supressão de Vegetação Nativa                     | -                       | -                                | ha             |
| Propriedades afetadas                             | -                       | -                                | nº             |
| Famílias afetadas                                 | -                       | -                                | nº             |
| Desapropriação/reassentamento                     | -                       | -                                | ha             |
| Criação de novos acessos                          | -                       | -                                | Km             |
| Tráfego gerado na                                 | 7 - 9                   | 7 - 9                            | veículos/dia   |

| <b>Indicador</b>   | <b>Existente</b> | <b>Projeto</b> | <b>Unidade</b>   |
|--|------------------|----------------|------------------|
| implantação  |                  |                |                  |
| Tráfego gerado na implantação                            | Indeter.         | Indeter.       | Veículos/dia     |
| Mobilização de mão de obra na implantação                | terceirizada     | terceirizada   | nº               |
| Mobilização de mão de obra na operação                   | 3                | 3              | nº               |
| Investimento total da obra/implantação do empreendimento | -                |                | R\$ 1.568.422,69 |



## **5.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **5.2.1 Meio físico**

Planta em anexo.

#### **5.2.1.1 Geomorfologia**

##### **• Geomorfologia Regional**

A área do Aterro Sanitário está localizada sobre a Unidade Geomorfológica Planalto de Santo Ângelo que apresenta relevo suave, com vales mais achatados. A unidade caracteriza-se por um relevo de plano a ondulado, principalmente com topos de morros convexos e tabulares. A altitude média deste compartimento é de 704 m, sendo que 90% da Unidade Geomorfológica apresenta altitudes entre 581 e 817 m. Quanto às declividades, 90% da área de planalto apresenta declividades inferiores a 12,7%, sendo o valor médio de 6,8% (OLIVEIRA et al., 2015).

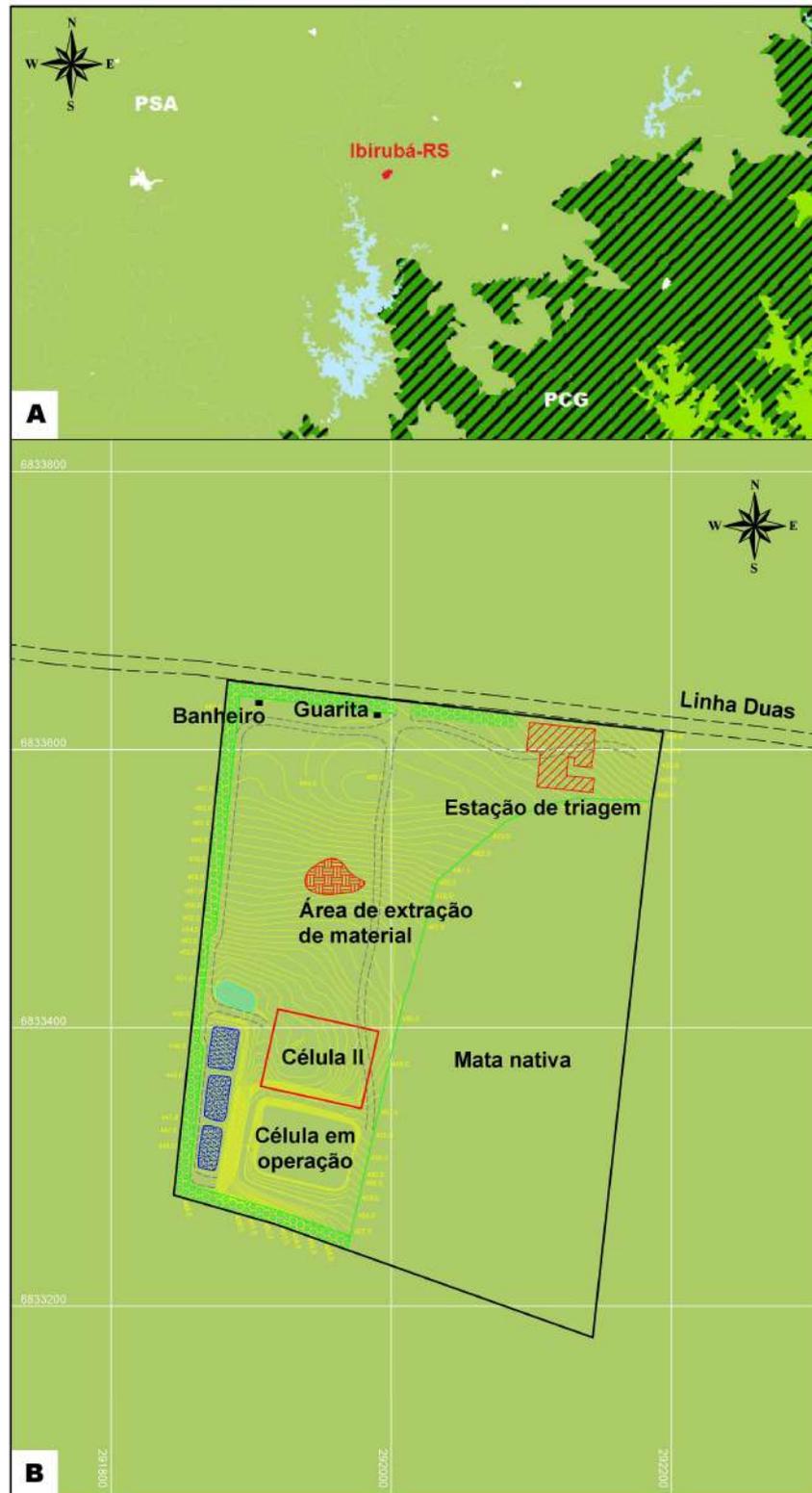
##### **• Geomorfologia Local**

Na área do aterro a geomorfologia do terreno se caracteriza pela ocorrência de encosta suave, com desnível topográfico no sentido sudoeste.

Em função da declividade do relevo e da cobertura vegetal existente o modelo geomórfico local não apresenta vulnerabilidade a erosão em relação a forma de relevo existente.

Entretanto a intervenção antrópica colabora para ocorrência de erosão na área de extração de solo de empréstimo para obras do aterro, bem como em porções do solo sem cobertura vegetal, com possibilidade de ocorrência também nos taludes da célula em operação, devido movimentação de solo a montante.

Em função do tamanho da área não ocorre diversidade de formas de relevo, caracterizando-se na área somente a existência de irregularidades topográficas internas ao cenário de meia encosta.



Mapa Geomorfológico Regional do Estado do Rio Grande do Sul; B: Mapa Geomorfológico Local do Estado do Rio Grande do Sul (RADAMBRASIL – IBGE).

PSA: Planalto de Santo Ângelo; PCG: Planalto dos Campos Gerais

### **5.2.1.2 Geologia**

A região de Ibirubá está inserida no contexto geológico da Formação Serra Geral, pertencente a Bacia do Paraná.

A Bacia do Paraná é uma extensa bacia sedimentar, com derrames vulcânicos associados às porções mais superiores, e que ocupa cerca de 1.500.000 km<sup>2</sup> dentro do Brasil, Uruguai, Paraguai e Argentina. As idades dos depósitos que a compõem vão desde o Neo-Ordoviciano até o Neocretáceo (MILANI et al., 1998).

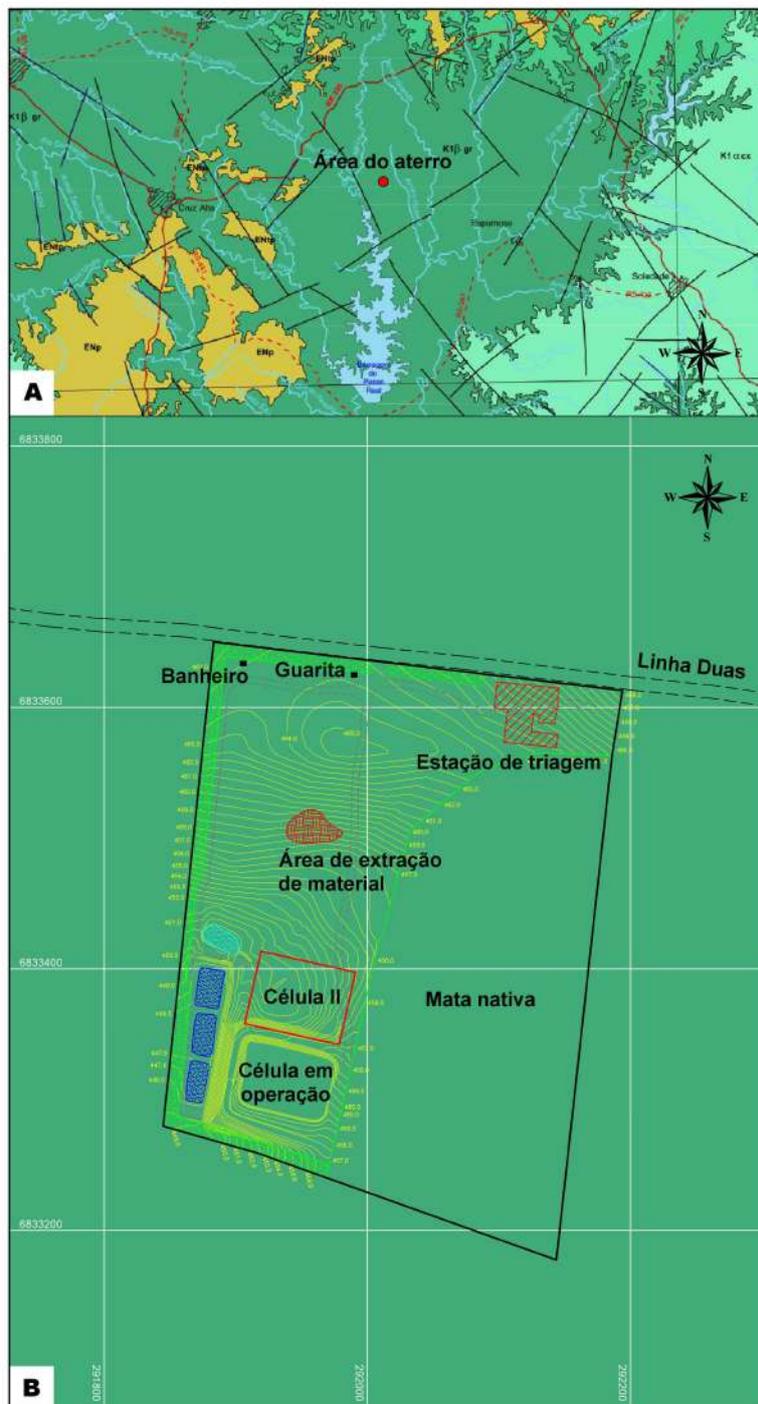
A Formação Serra Geral, topo da sequência estratigráfica da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul, é o registro do vulcanismo ocasionado pela ruptura do megacontinente de Gondwana, dando origem ao Oceano Atlântico Sul. A espessura média deste pacote vulcânico é de 800 m, podendo atingir até 1.500 m e ocupa, na sua totalidade, 1.280.000 km<sup>2</sup> estando 1.200.000 km<sup>2</sup> destes na América do Sul, ocupando áreas do sul do Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai (ROISENBERG, VIERO, 2000).

Esse vulcanismo é constituído por uma série de derrames de lavas básicas toleíticas, intercaladas com alguns derrames andesíticos e riódacíticos, especialmente em direção ao topo da sequência. Existem registros de magmatismo subordinado de afinidade picrítica e de afinidade alcalina. De maneira geral, as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral recobrem os arenitos eólicos da Formação Botucatu, mas podem ser também encontrados em contato direto com rochas permo-triássicas da Bacia do Paraná e até mesmo com o embasamento cristalino, nas bordas da bacia (ROISENBERG, VIERO, 2000).

As variações composicionais, os dados geocronológicos, as características texturais e o arranjo entre derrames e intrusivas da bacia, possibilitaram a divisão deste magmatismo Serra Geral em oito fácies distintas, cinco relacionadas ao magmatismo máfico (fácies Gramado, Paranapanema, Pitanga, Esmeralda, Campo Erê e Lomba Grande) e quatro ao magmatismo intermediário a félsico (fácies Palmas, Chapecó, Várzea do Cedro e Alegrete) (CPRM).

Localmente na área de estudo, assim como em todo município de Ibirubá, ocorrem rochas basálticas da fácies Gramado, que são caracterizadas

por derrames basálticos granulares finos a médios. São melanocráticos, cinza, com horizontes vesiculares preenchidos por zeolitas, carbonatos, apofilitas e saponita. As estruturas de fluxo e *pahoehoe* são comuns. Nos primeiros derrames são frequentes as intercalações com os Arenitos da Formação Botucatu.



Mapa Geológico Regional do Estado do Rio Grande do Sul; B: Mapa Geológico Local do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM)

## **Aspectos Locais**

Na área do aterro não ocorrem afloramentos de rocha devido a ocorrência de espesso manto de solo residual (horizonte A e B bem definidos) argiloso e ferruginoso, com coloração marrom avermelhada, bem estruturado e com contratos gradacionais e homogêneos.

Neste contexto o solo local apresenta boas condições geotécnicas quanto à resistência de carga e quanto à compactação em obras de engenharia (aterros e diques de contenção).

Pela natureza argilosa do perfil de solo o potencial de vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas é baixo.

A ausência de corpos hídricos superficiais (entorno de 200 m), exceto as bacias de contenção pluvial, não existe risco de contaminação, tendo em vista que a operação do aterro se baseia na recirculação dos efluentes.

Pela natureza geomorfológica e topográfica, a área do aterro se localiza em a zona de escoamento das águas pluviais.

A profundidade do nível freático local varia de 18 metros à montante até 6,5 metros a jusante, com fluxo orientado para o sentido sudoeste.

Em anexo segue mapa de sondagem hidrogeológica efetuada para fins de instalação dos poços de monitoramento.

A ocorrência de aquíferos profundos fica caracterizada em função da existência de um poço tubular profundo na zona de montante da área de aterro, porém não foi encontrada a documentação que permitisse analisar as características do referido poço.

A drenagem pluvial encontra-se em torno de 200 metros de distância. Esta drenagem é de primeira ordem e vai receber excedentes de águas pluviais retidas nas bacias de contenção em períodos de chuvas intensas.

A área do aterro, pelas suas características geológicas, não apresenta potencial fossilífero.

Na porção mediana da área conforme imagem e mapa em anexo, ocorre uma jazida de solo bem estruturado, que servirá como fonte de solo de empréstimo para construção das obras da célula projetada, tendo volume de extração em torno de 7500,00 m<sup>3</sup>.

As áreas para disposição de resíduos nas áreas de intervenção da célula projetada bem como das lagoas a serem construídas, estão indicadas no mapa.

Parte dos depósitos serão temporários, tendo em vista que podem servir de camada de cobertura da célula do aterro.





## **MAPA DE SONDAGEM DE SOLO**

### **5.2.1.3 Geotecnia**

O solo residual desenvolvido sobre os derrames vulcânicos da Formação Serra Geral no município de Ibirubá apresenta alta resistência.

O relevo local está inserido no contexto de relevo de dissecação homogênea do Planalto Serra Geral que apresenta perfil de solo caracterizado por uma espessa capa de solo regolítico, que em profundidade manifesta contatos gradacionais concordantes e homogeneidade lateral.

O solo local é do tipo residual maduro, com coloração marrom avermelhado argiloso e consistente ao tato, apresentando características bastante favoráveis para a aplicação de obras de terraplangem.

Este solo local é classificado como latossolo rico em ferro e apresenta boa estabilidade geomecânica. Este tipo de solo é bem drenado e apresenta contatos gradacionais entre os horizontes A e B sem discontinuidades, os quais facilitariam a ocorrência de superfícies de deslizamentos e escorregamentos.

Não foram observadas ocorrências de tálus e coluviões na área do aterro.

O local constitui-se de encosta suave e bem drenada, sem risco de discontinuidades estruturais de solo, desenvolvendo solos espessos e de boa estabilidade geomecânica, sem riscos de colapso, deslizamentos, escorregamentos, subsidência ou de alagamentos.

Em anexo segue análises laboratoriais do solo local (índice de plasticidade, limites de liquidez e de plasticidade, umidade ótima e granulometria), realizada na fase inicial da implantação do aterro, incluindo toda a área prevista.

Os riscos de instabilidade ocasionados pela erosão são de natureza operacional na frente de extração, (solo de empréstimo para obras de terraplanagem) e na vulnerabilidade da zona de taludes da célula em operação, devido movimentação de solo incorreta e erosão localizada respectivamente.



## **LOCALIZAÇÃO DA CÉLULA DE ATERRO**



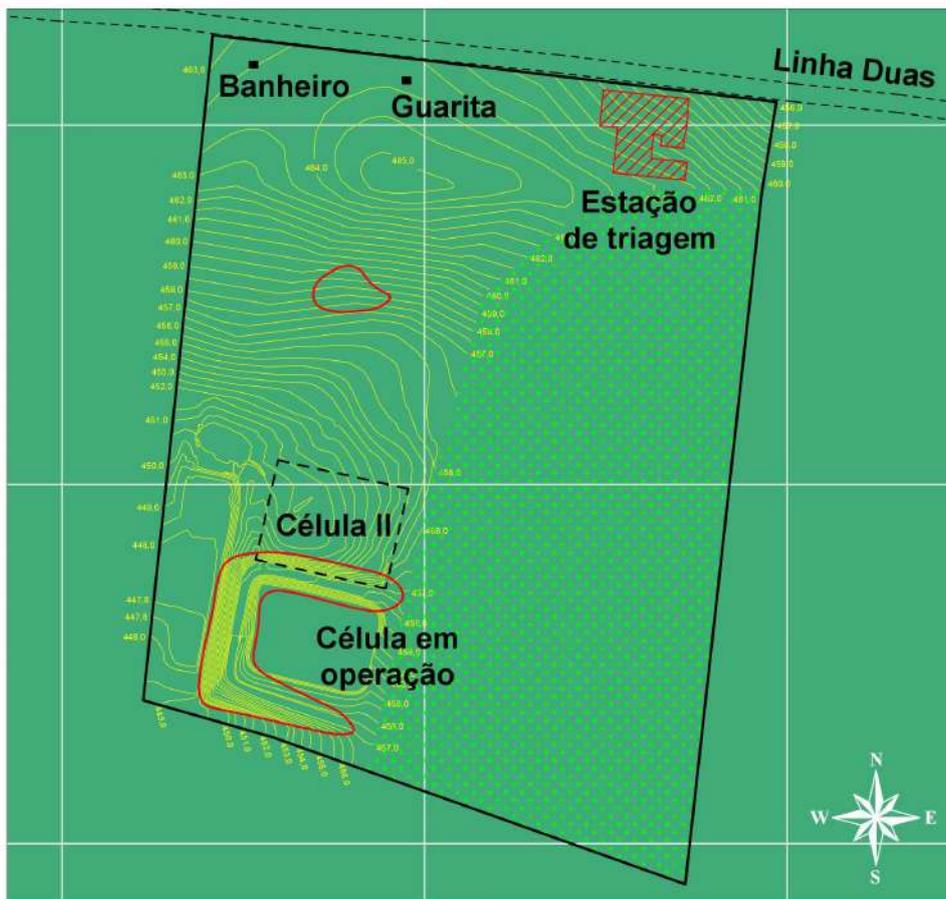
Local de ampliação do aterro



Local para ampliação do aterro



Área de extração / solo de empréstimo



Locais com risco de erosão
  Formação Serra Geral - Fácies Gramado

Mapa Geotécnico da área de estudo. (Elaborado pelo autor)  
 Rua Tte.Cel. Brito 1075 / 403 e 404 - Cep 96810.114 - Santa Cruz do Sul/RS  
 Fone/Fax: (51) 3715-1706 - Cel: (51) 9628-4037  
[www.geothec.com.br](http://www.geothec.com.br) / e-mail: [geothec@geothec.com.br](mailto:geothec@geothec.com.br)

## b) Sondagens Geotécnica

A área do aterro, durante a fase de estudos para fins de aprovação do projeto foi contemplada com furos calculados com trado manual com broca helicoidal de 4 polegadas, conforme planilha de sondagem feita na época.

Os furos de sondagem foram executados dentro da área do Aterro – RSU. Conforme mapa em anexo.

Observou-se que a profundidade do equipamento limitou-se a profundidade de 3,80 metros de resistência a penetração, caracterizando a capacidade do solo.

Tabela 1: Sondagens geológicas geotécnicas executadas na área.

| Ponto    | UTM E (m) | UTM N (m) | Profundidade Final (m) | N.A (m) | Fragmentos de rocha profundidade (m) | Coleta de solo (m) |
|----------|-----------|-----------|------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------|
| Sond. 1  | 292.162   | 6.833.586 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 2  | 292.097   | 6.833.603 | 3,80                   | n.d.    | 3,70                                 |                    |
| Sond. 3  | 292.183   | 6.833.611 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 4  | 292.007   | 6.833.564 | 3,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 5  | 292.001   | 6.833.454 | 1,50                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 6  | 291.937   | 6.833.573 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 7  | 291.925   | 6.833.505 | 3,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 8  | 291.929   | 6.833.443 | 3,80                   | n.d.    | 3,50                                 | 1m e 3 m           |
| Sond. 9  | 291.901   | 6.833.394 | 3,80                   | n.d.    | 3,60                                 | 1m e 3 m           |
| Sond. 10 | 291.966   | 6.833.361 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |
| Sond. 11 | 291.891   | 6.833.342 | 3,50                   | n.d.    | n.d.                                 | 1m e 3 m           |
| Sond. 12 | 291.905   | 6.833.270 | 2,00                   | n.d.    | n.d.                                 |                    |

Obs: Foram coletadas e ensaiadas 3 amostras de solo.

Conforme resultados em anexo.

Fonte: Laudo geológico

Autor: Geólogo Márcio Parizotto

## b) Ensaio de Permeabilidade

Para fins de definição da capacidade de infiltração da água no solo, realizaram-se na época testes de permeabilidade de solo “*in situ*” na área do empreendimento. O teste seguiu normas NBR 13.969/97.

Na data de execução não ocorreu precipitação pluviométrica com pelo menos 4 dias anteriores a realização do teste de permeabilidade.

### Resultados:

O ensaio foi realizado no dia 11 de setembro de 2014.

O nível freático local não foi interceptado até 3,80m de profundidade.

O ensaio com as respectivas taxas de aplicação diária está apresentado na Tabela 1 abaixo:

| Sond. Nº | Tempo de ensaio (min) | Profundidade da cava (m) | Rebaixamento do nível de água (m) | Taxa de Aplicação (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> . dia) |
|----------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|
| 1        | 30,00                 | 1,00                     | 0,750                             | 0,200  |
| 2        | 30,00                 | 1,00                     | 0,780                             | 0,200  |
| 3        | 30,00                 | 1,00                     | 0,750                             | 0,200  |
| 4        | 30,00                 | 1,00                     | 0,840                             | 0,200  |
| 5        | 30,00                 | 1,00                     | 0,810                             | 0,200  |
| 6        | 30,00                 | 1,00                     | 0,750                             | 0,200  |
| 7        | 30,00                 | 1,00                     | 0,810                             | 0,200  |
| 8        | 30,00                 | 1,00                     | 0,780                             | 0,200  |
| 9        | 30,00                 | 1,00                     | 0,780                             | 0,200  |
| 10       | 30,00                 | 1,00                     | 0,810                             | 0,200  |
| 11       | 30,00                 | 1,00                     | 0,840                             | 0,200  |
| 12       | 30,00                 | 1,00                     | 0,750                             | 0,200  |
|          | Sondagem Geotécnica   | 3,80                     |                                   |  |

Obs: Em anexo segue mapa de localização dos ensaios

b) Fonte: Laudo geológico

Autor: Geólogo Márcio Parizotto

## Memorial Técnico

### Memorial de Cálculos

#### Sondagem 1

1 min para infiltrar 2,5 cm = 30 min para infiltrar 0,750 m

0,750 m ----- 30 min

1 m ----- X                    **X: 40,00 min/m (Taxa de Percolação)**

Conversão de valores de taxa de percolação em taxa de aplicação superficial, de acordo com NBR 13.969/97, valor obtido 0,200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia.

A taxa média de aplicação diária obtida foi de 0,200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia, demonstrando se tratar de **solos permeáveis**.

**Obs:** Fonte: Laudo geológico

Autor: Geólogo Márcio Parizotto)

### c) Determinação do Índices de Liquidez e Plasticidade

Foram executadas 12 sondagens geotécnicas, com coletas amostras de solo, nos pontos de sondagem: Sondagem 08, nas profundidades de 1,00 m e de 3,00 m, Sondagem 09 nas profundidades de 1,00 m e de 3,00 m, Sondagem 11 nas profundidades de 1,00 m e de 3,00 m.

As amostras de solo coletadas, foram encaminhadas ao Laboratório da Universidade de Passo Fundo, CETEC – SERVIÇOS, para análises e emissão dos Laudos referentes ao Índice de Liquidez e Plasticidade. Os ensaios foram executados conforme NBR 6459 Solo – Determinação do Limite de Limite de Liquidez e NBR 7180 – Solo – Determinação do Limite de Plasticidade, conforme planilha abaixo

|                              | Limite de Liquidez | Limite de Plasticidade | Índice de Plasticidade |
|------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Sondagem 08 (Ponto 1)</b> |                    |                        |                        |
| 1m                           | 38,40%             | 21,20%                 | 17,20%                 |
| 3m                           | 39,35%             | 28,05%                 | 11,30%                 |
| <b>Sondagem 09 (Ponto 2)</b> |                    |                        |                        |
| 1m                           | 39,40%             | 10,93%                 | 28,47%                 |
| 3m                           | 14,02%             | 20,26%                 | 20,76%                 |
| <b>Sondagem 11 (Ponto 3)</b> |                    |                        |                        |
| 1m                           | 37,20%             | 22,12%                 | 15,08%                 |
| 3m                           | 39,40%             | 22,14%                 | 17,26%                 |

Obs: Fonte: laudo geológico

Autores: Geólogo Márcio Parizotto

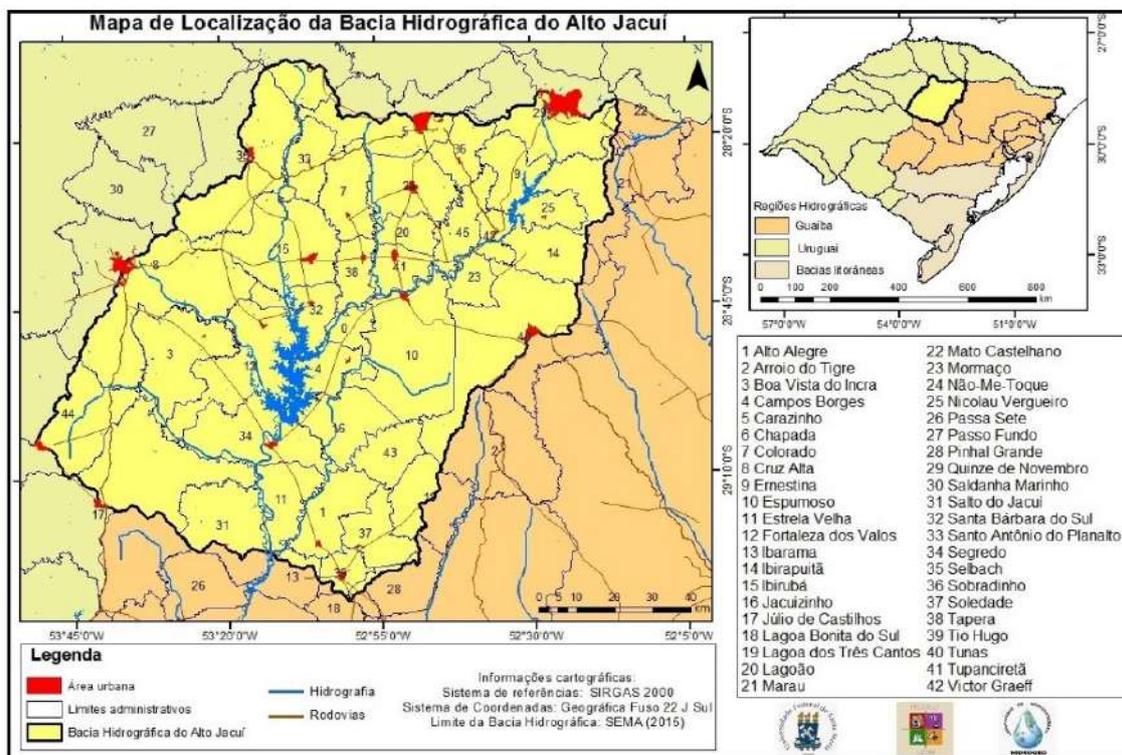


## **CARTOGRAFIA**

- Mapa de sondagens de solo
- Perfil de solo
- Mapa de declividades

### 5.2.1.4 Recursos hídricos

O município de Ibirubá pertence a Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, que situa-se na porção centro-norte do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 28°08' a 29°55' de latitude Sul e 52°15' a 53°50' de longitude Oeste. Abrange as províncias geomorfológicas Planalto Meridional e Depressão Central. Possui área de 12.985,44 km<sup>2</sup>, abrangendo municípios como Carazinho, Cruz Alta, Passo Fundo, Sobradinho e Tupanciretã, com população estimada em 366.628 habitantes. Os principais cursos de água são os rios Jacuí, Jacuí-mirim, Jacuízinho, dos Caixões e Soturno. Os principais usos da água se destinam a irrigação, dessedentação animal e consumo humano.



Localização da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí (Ziani et al, 2017).

A Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí é subdividida em 5 Unidades de Planejamento (UPGs), sendo o município de Ibirubá, pertencente a UPG Colorado, cujo principal Recurso Hídrico é o Rio Colorado.

Na região do Município de Ibirubá ocorrem pequenas drenagens, afluentes do Rio Jacuí-Mirim e do Arroio Grande, caracterizadas por um padrão de drenagem dendrítico, comum em terrenos basálticos.



## **5.2.1.5 Hidrogeologia**

### **Aspectos Regionais**

A área de estudo está inserida no Sistema Aquífero Serra Geral 1 (SASG 1), que faz parte do conjunto de aquíferos com alta a média possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidade por fraturas. O SASG 1 ocupa a parte centro-oeste da região dominada pelos derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral no planalto rio-grandense. Delimita-se pelos municípios de Soledade, Tupanciretã, Santo Antônio das Missões, Santa Rosa, Tenente Portela, Nonoai, Erechim e Passo Fundo (Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul, 2005).

Constitui-se principalmente de litologias basálticas, amigdalóides e fraturadas, capeadas por espesso solo avermelhado. As capacidades específicas são muito variáveis, existindo poços não produtivos próximos de outros com excelentes vazões. Predominam poços com capacidades específicas entre 1 e 4 m<sup>3</sup>/h/m e excepcionalmente se encontram poços com valores superiores a 4 m<sup>3</sup>/h/m. As salinidades em geral são baixas, em média 200 mg/l. Poços que captam águas mais salinas, sódicas e de elevado pH (entre 9 e 10), provavelmente correspondem a porções do aquífero influenciadas por águas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani (Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul, 2005).

A hidrogeologia regional caracteriza-se por ocorrência de aquíferos profundos condicionados à tectônica através de falhas e fraturas.

### **Caracterização Hidrogeológica**

O município de Ibirubá apresenta em seu subsolo a ocorrência de dois importantes aquíferos:

**Aquífero Serra Geral:** A sua importância hidrogeológica decorre da elevada explorabilidade das suas zonas aquíferas, através de poços tubulares e fontes, sendo utilizado para consumo humano, industrial e agropecuária, cujas vazões variam entre 1 e 150 m<sup>3</sup> /h.

Dentro deste contexto, o sistema aquífero Serra Geral constitui, pela sua extensão e modo de ocorrência, uma importante unidade hidrogeológica. A expressão regional de seu domínio, em termos de superfície e profundidade, e

as condições de armazenamento e circulação da água subterrânea lhe confere propriedades hidrogeológicas distintas e de grande interesse econômico, uma vez que todos os poços tubulares fazem uso de sua água.

Aquífero Guarani: é um aquífero com grande potencial inexplorado dentro dos limites do município de Ibirubá, confinado por uma camada de rochas da Formação Serra Geral com aproximadamente 700 metros de espessura. Suas águas são de excelente qualidade termalizadas e a captação através de poços têm condições de oferecer vazões de 1 milhão de litros/hora.

A sede do município tem uma altitude de 416 metros, sendo que a referida área do empreendimento está situado a uma cota média de 456 a 471 metros, a uma distância de cerca de 4.500 metros do centro do município de Ibirubá.

Na área de influência direta do empreendimento não ocorre recursos hídrico, nem superficiais, no entanto existe obra de captação subterrânea (poço tubular profundo), nas coordenadas geográficas s 28° 36' 28,2234" w 53° 07' 31,47".

Nas coordenadas geográficas s 28° 36' 38,68" w 53° 07' 43,79", há instalado um sistema de drenagem subsuperficial, dreno testemunho, possui a função de detectar e drenar eventuais vazamentos que possam ocorrer no sistema de impermeabilização de fundo. Conforme figura 15.

Na área de influência indireta do empreendimento não há ocorrência de recursos hídricos.

Em termos regionais, o local está inserido na unidade tectonoestratigráfica do Aquífero fraturado Serra Geral, caracterizado acima.

O terreno está situado na bacia hidrográfica denominada Alto Jacuí, Bacia Hidrográfica do Guaíba. Na região de estudo, o aquífero fraturado Serra Geral determina o aspecto geomorfológico, caracterizado por drenagens medianas a fortes, como a constatada na parte baixa, a sudeste da área do empreendimento.

O sistema de drenagem da região é caracterizado pela drenagem dentrítica, característica do relevo dissecado em litologia basáltica, com alinhamento de montanhas rochosas com ocorrência de vegetal de mata atlântica.

Bacia Hidrográficas do Alto Jacuí situa-se na porção centro-norte do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 28° 08' a 29° 55' de latitude Sul e 52° 15' a 53° 50' de longitude Oeste. Abrange as Províncias Geomorfológicas Planalto Meridional e Depressão Central. Possui área de 12.985,44 km<sup>2</sup>, abrangendo municípios como Carazinho, Cruz Alta, Passo Fundo, Sobradinho e Tupanciretã, com população estimada em 366.628 habitantes. Os principais cursos de água são os rios Jacuí-mirim, Jacarezinho, do Caixões e Soturno. Os principais usos da água se destinam a irrigação, dessedentação animal e consumo humano.

### **Aspectos locais**

A hidrogeologia local caracteriza pela ocorrência do nível freático variando de 18,00 a 6,50 metros de profundidade.

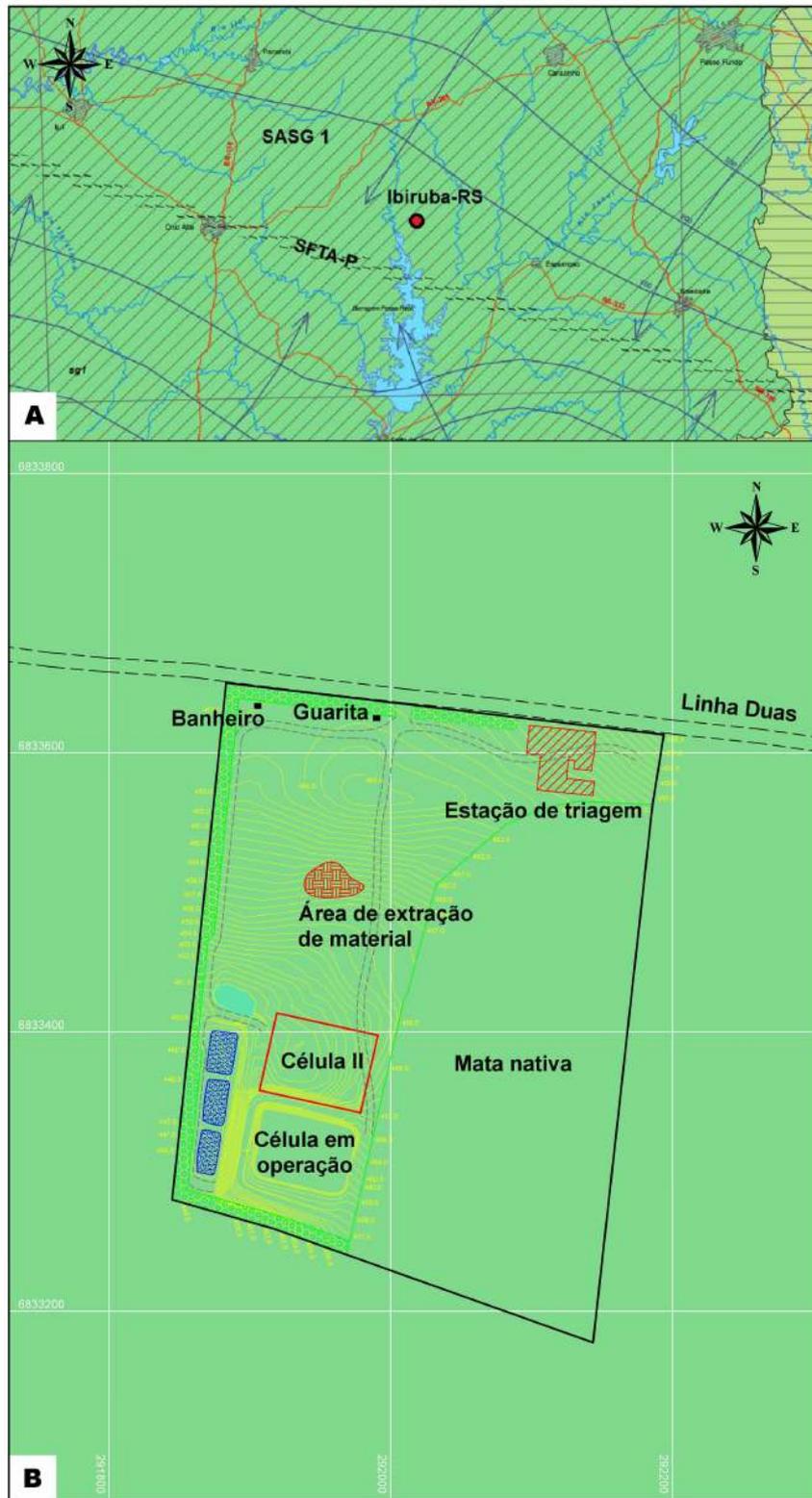
Os dados equipotenciométricos medidos nos poços de monitoramento existentes permitem definir o fluxo das águas subterrâneas que se dá no sentido sudoeste conforme mapa equipotenciométrico.

A qualidade das águas subterrâneas pode ser aferida na consulta aos resultados das análises.

Em anexo seguem perfil hidrogeológico, mapa potenciométrico e definição do excedente hídrico e vulnerabilidade dos aquíferos.

Os poços de monitoramento existentes (PM1, PM2, PM3) estes resultados em mapa anexo.

O poço de monitoramento (PM4) encontra-se seco.



A: Mapa Hidrogeológico Regional do Estado do Rio Grande do Sul; B: Mapa Hidrogeológico Local do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM). SASG 1: Sistema Aquífero Serra Geral 1



## MAPA EQUIPOTENCIOMÉTRICO

## **Excedente Hídrico**

Os Aterros Sanitários são normatizados pela NBR 15849:2010 que traça diretrizes para sua localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Esta norma técnica se apoia no conceito básico de que, no aterramento de resíduos, o maior potencial de impactos ambientais é decorrente da junção de quesitos como:

- grande presença de resíduos orgânicos,
- baixa impermeabilidade do solo de base,
- elevado excedente hídrico, decorrente do clima local, e
- pequena profundidade do freático.

A norma introduziu parâmetros para que, diante da diversidade continental brasileira, estes aspectos possam ser considerados tanto no projeto de engenharia quanto na análise para licenciamento, evitando a produção de projetos custosos que não dialogam com as reais exigências ambientais locais e permitindo que os elementos de proteção ambiental passem a ser introduzidos quando realmente haja a possibilidade de impacto.

A plena utilização desta norma depende, entretanto, da disponibilidade de dados climatológicos que deem segurança aos projetistas e órgãos de licenciamento na definição do grau de proteção ambiental. Considerando esta demanda, o Ministério do Meio Ambiente – MMA, desenvolveu, em parceria com o Instituto Nacional de Meteorologia- INMET, um aplicativo para acesso a banco de dados climatológicos, com estimativas do Excedente Hídrico em qualquer ponto do território nacional.

Os dados sobre Excedente Hídrico são necessários para a verificação da situação de cada local de projeto em relação às prescrições da Tabela 1 da NBR 15849, abaixo.

Tabela 1 — Critérios para a dispensa de impermeabilização complementar

| Limites máximos do excedente hídrico <sup>§</sup> (EH, mm/ano) para a dispensa da impermeabilização complementar <sup>§</sup> |  | Fração orgânica dos resíduos ≤ 30% |           |           |       | Fração orgânica dos resíduos >30 % |           |           |       |
|---|--|------------------------------------|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-----------|-----------|-------|
|   |  | Profundidade do freático (m)       |           |           |       | Profundidade do freático (m)       |           |           |       |
|   |  | 1,50 < n ≤ 3                       | 3 < n < 6 | 6 ≤ n < 9 | n ≥ 9 | 1,50 < n ≤ 3                       | 3 < n < 6 | 6 ≤ n < 9 | n ≥ 9 |
| Coeficiente de permeabilidade do solo local k (cm/s)  | $k \leq 1 \times 10^{-5}$                    | 250                                | 500       | 1000      | 1500  | 188                                | 375       | 750       | 1125  |
|   | $1 \times 10^{-5} < k \leq 1 \times 10^{-4}$ | 200                                | 400       | 800       | 1200  | 150                                | 300       | 600       | 900   |
|   | $1 \times 10^{-4} < k \leq 1 \times 10^{-3}$ | 150                                | 300       | 600       | 900   | 113                                | 225       | 450       | 675   |

<sup>§</sup> O excedente hídrico é a quantidade de água (em mm/ano) que percola através da camada de cobertura do aterro sanitário, atingindo a massa de resíduos e posteriormente chegando até a base do aterro. Para seu cálculo devem ser utilizadas séries anuais de precipitações médias, de temperaturas (que servem para estimar a evapotranspiração utilizando equações como a de Thornthwaite) e o coeficiente de escoamento superficial. O coeficiente de escoamento superficial deve ser adotado em função das características de permeabilidade do solo da camada de cobertura.

<sup>§</sup> Para superar características desfavoráveis da área, o projetista poderá propor métodos construtivos, operacionais ou de gestão, atendendo diretrizes estabelecidas pelo órgão de meio ambiente.

Fonte: ABNT, NBR 15849:2010

O aplicativo do INMET desenvolve o Balanço Hídrico pelo método de Thornthwaite, e oferece o valor do Excedente Hídrico, entre outros parâmetros, para qualquer ponto do território nacional.

Os valores são previamente calculados para os pontos de uma grade com espaçamento de 0,5 grau (aproximadamente 55 km) utilizando séries de valores mensais de chuva e temperatura, obtidos por análises gradeadas realizadas pela Universidade de Delaware, que utilizam dados climáticos de diversas fontes, incluindo a rede de estações meteorológicas do INMET. O aplicativo, quando acionado pelos usuários, para uma dada localidade no território nacional, busca os valores associados ao ponto da grade mais próximo àquela localidade.

A base de dados climatológicos utilizada refere-se a um período de 47 anos (1961 a 2008). O excedente é calculado para cada um desses anos, obtendo-se uma distribuição estatística dos valores. O valor de excedente informado corresponde ao percentil 75% -- isto é um valor que, com 75% de chance, não será ultrapassado pelo excedente anual observado na localidade em questão.

Os parâmetros adotados para os cálculos são os seguintes:

- Declividade do solo local: adotados os 7 % indicados na NBR 15849:2010 para a cobertura do aterro;
- Cobertura vegetal: adotada como pastagem (gramíneas);

- Capacidade de água disponível, CAD: para solo argiloso, CAD=250, solo siltoso, CAD=200 e solo arenoso, CAD=150;
- Coeficiente de escoamento superficial na estação seca: para solo argiloso - 0,18, solo siltoso - 0,14 e solo arenoso – 0,10;
- Coeficiente de escoamento superficial na estação úmida: para solo argiloso - 0,22, solo siltoso - 0,19 e solo arenoso – 0,15.

O Balanço Hídrico é feito para a camada de cobertura do aterro, considerando-a com um metro de espessura, como determinado na NBR 15849. Considera-se também que o Excedente Hídrico determinado percorrerá esta camada e o maciço de resíduos, atingindo o solo da base do aterro.

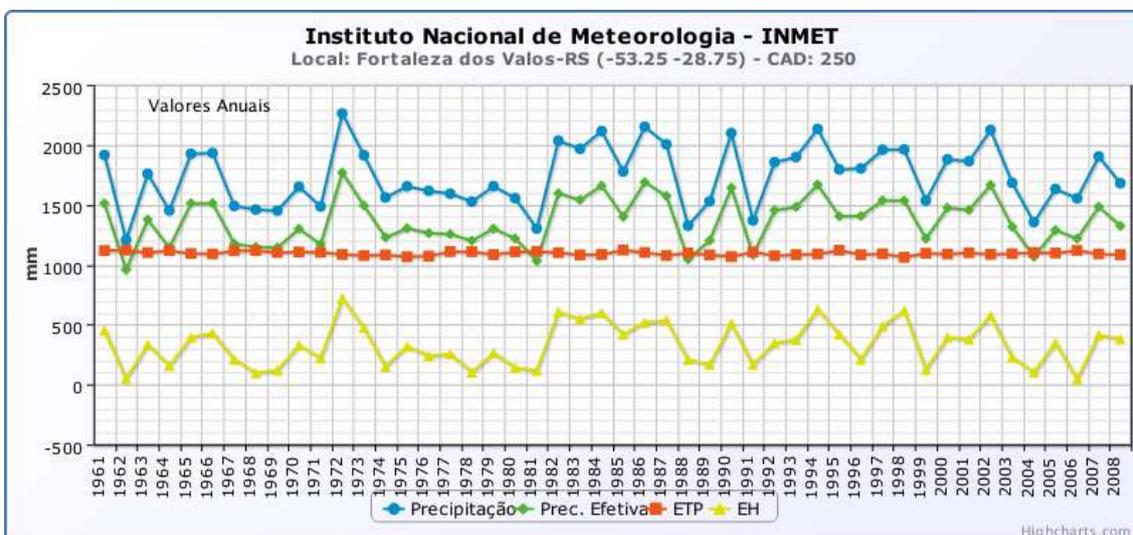
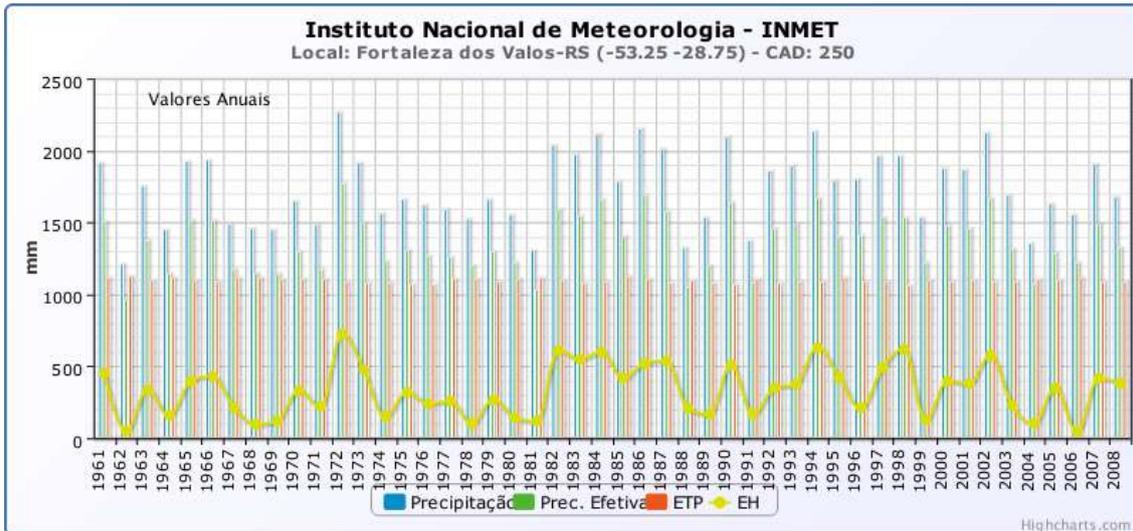
Com o lançamento das coordenadas exatas da área do aterro sanitário de Ibirubá: Latitude -28.609280° / Longitude -53.127348° (SIRGAS 2000), o aplicativo utilizado apresentou o município de Fortaleza dos Valos como município mais próximo com estação climatológica existente.

A caracterização do solo local no aterro sanitário de Ibirubá classifica-se como Argiloso, sendo a capacidade de água disponível – CAD de 250, resultando um limite máximo do excedente hídrico 453,63 mm/ano, que dispensa impermeabilização complementar, pela verificação na Tabela 1 da NBR 15849, que estabelece o limite de 1125 mm/ano pelos valores do coeficiente de permeabilidade do solo local  $k \leq 10^{-6}$ , pela profundidade do freático na faixa de  $n \geq 9$  e a fração orgânica dos resíduos >30%.

A seguir serão apresentados: tabela e gráficos dos valores anuais de Precipitação, Precipitação Efetiva, Evapotranspiração e Excedente Hídrico

| Ano  | Precipitação | Precipitação Efetiva | Evapotranspiração | Excedente Hídrico |
|------|--------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| 2008 | 1,679.80     | 1,323.47             | 1,084.66          | 380.84            |
| 2007 | 1,903.30     | 1,484.57             | 1,090.04          | 415.9             |
| 2006 | 1,554.60     | 1,218.45             | 1,119.87          | 47.5              |
| 2005 | 1,632.00     | 1,288.26             | 1,097.71          | 348.68            |
| 2004 | 1,355.50     | 1,068.62             | 1,102.37          | 103.18            |
| 2003 | 1,682.70     | 1,317.76             | 1,092.24          | 228.53            |
| 2002 | 2,125.10     | 1,664.66             | 1,087.19          | 575.44            |
| 2001 | 1,863.10     | 1,457.10             | 1,100.81          | 379.74            |
| 2000 | 1,879.00     | 1,475.68             | 1,089.33          | 396.8             |
| 1999 | 1,536.50     | 1,219.31             | 1,096.11          | 126.22            |

|      |          |          |          |        |
|------|----------|----------|----------|--------|
| 1998 | 1,961.30 | 1,534.55 | 1,062.65 | 617.99 |
| 1997 | 1,958.80 | 1,537.42 | 1,091.28 | 489.45 |
| 1996 | 1,804.50 | 1,407.51 | 1,084.93 | 211.51 |
| 1995 | 1,794.50 | 1,405.32 | 1,120.73 | 421.84 |
| 1994 | 2,132.80 | 1,668.32 | 1,089.66 | 629.57 |
| 1993 | 1,899.30 | 1,483.68 | 1,084.26 | 375.81 |
| 1992 | 1,855.20 | 1,455.58 | 1,076.42 | 348.49 |
| 1991 | 1,370.60 | 1,082.84 | 1,106.95 | 168.21 |
| 1990 | 2,098.50 | 1,642.18 | 1,068.19 | 510.55 |
| 1989 | 1,530.10 | 1,203.11 | 1,081.72 | 168.46 |
| 1988 | 1,326.10 | 1,047.32 | 1,099.21 | 208.97 |
| 1987 | 2,005.30 | 1,574.14 | 1,077.67 | 535.88 |
| 1986 | 2,151.50 | 1,688.48 | 1,102.88 | 519.75 |
| 1985 | 1,777.60 | 1,401.30 | 1,122.65 | 419.58 |
| 1984 | 2,115.80 | 1,658.97 | 1,085.17 | 599.31 |
| 1983 | 1,967.50 | 1,542.32 | 1,082.67 | 548.35 |
| 1982 | 2,036.20 | 1,595.31 | 1,102.04 | 608.43 |
| 1981 | 1,302.70 | 1,033.22 | 1,112.08 | 119.4  |
| 1980 | 1,555.90 | 1,219.64 | 1,108.86 | 142.74 |
| 1979 | 1,654.70 | 1,301.19 | 1,084.96 | 265.69 |
| 1978 | 1,527.00 | 1,202.26 | 1,109.22 | 103.45 |
| 1977 | 1,593.30 | 1,255.37 | 1,110.78 | 257.07 |
| 1976 | 1,617.10 | 1,264.21 | 1,071.32 | 239.87 |
| 1975 | 1,655.30 | 1,304.71 | 1,067.72 | 319.58 |
| 1974 | 1,560.80 | 1,228.55 | 1,082.38 | 151.95 |
| 1973 | 1,913.40 | 1,493.57 | 1,077.13 | 475.12 |
| 1972 | 2,263.30 | 1,768.89 | 1,086.03 | 721.97 |
| 1971 | 1,486.00 | 1,171.60 | 1,104.69 | 221.91 |
| 1970 | 1,651.20 | 1,299.74 | 1,106.79 | 328.92 |
| 1969 | 1,451.90 | 1,143.21 | 1,103.07 | 121.72 |
| 1968 | 1,460.40 | 1,148.63 | 1,119.12 | 97.71  |
| 1967 | 1,490.60 | 1,175.17 | 1,117.86 | 212.01 |
| 1966 | 1,932.60 | 1,513.48 | 1,089.65 | 429.63 |
| 1965 | 1,926.10 | 1,513.43 | 1,093.37 | 395.64 |
| 1964 | 1,452.30 | 1,142.08 | 1,118.71 | 159.36 |
| 1963 | 1,758.00 | 1,376.91 | 1,101.18 | 334.93 |
| 1962 | 1,206.80 | 959.94   | 1,122.47 | 50.69  |
| 1961 | 1,916.50 | 1,510.92 | 1,118.44 | 454.73 |



O aplicativo ofereceu um conjunto de dados locais (valores anuais e mensais para Precipitação, Precipitação Efetiva, Evapotranspiração e Excedente Hídrico), e uma informação que é fundamental para a aplicação da NBR 15849: o valor do Excedente Hídrico anual referente ao tipo de solo indicado, para verificação do atingimento ou não do Limite Máximo indicado na Tabela 1 da Norma Brasileira.

A partir destes resultados apresentados pelo aplicativo com auxílio dos parâmetros obtidos em campo, não será utilizado impermeabilização complementar, visto que o valor do Excedente Hídrico

### 5.2.1.5 - f) Avaliação de ocorrência de aquíferos exutórios

A jusante da área do aterro existe uma drenagem (Arroio São Carlos), afluente do Rio Jacuí-mirim, componente da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

A drenagem da área do aterro é naturalmente definida pelo relevo local.

As águas pluviais foram contempladas em projeto observando-se a declividade e os caminhos naturais do escoamento superficial, tendo como destino final o Arroio São Carlos, conforme imagem de satélite em anexo.

### 5.2.1.5 - g) Vulnerabilidade de aquífero

Tendo em vista o tipo de aquífero (nível freático), tipo de confinamento, profundidade e tipo e grau de consolidação do solo local, foi utilizado o sistema para avaliação do índice de vulnerabilidade do aquífero segundo FOSTER, 1988, com uso das planilhas em anexo.

| Condicionantes locais                           | Valor atribuído |
|---|-----------------|
| Tipo de solo: argiloso                          | 0,80            |
| Grau de consolidação: não consolidado           | 0,40            |
| Profundidade do nível freático: 6,5 a 18 metros | 0,70            |
| Tipo de confinamento: confinado                 | 0,40            |

$$VA = A \times B \times C$$

*VA = vulnerabilidade do aquífero*

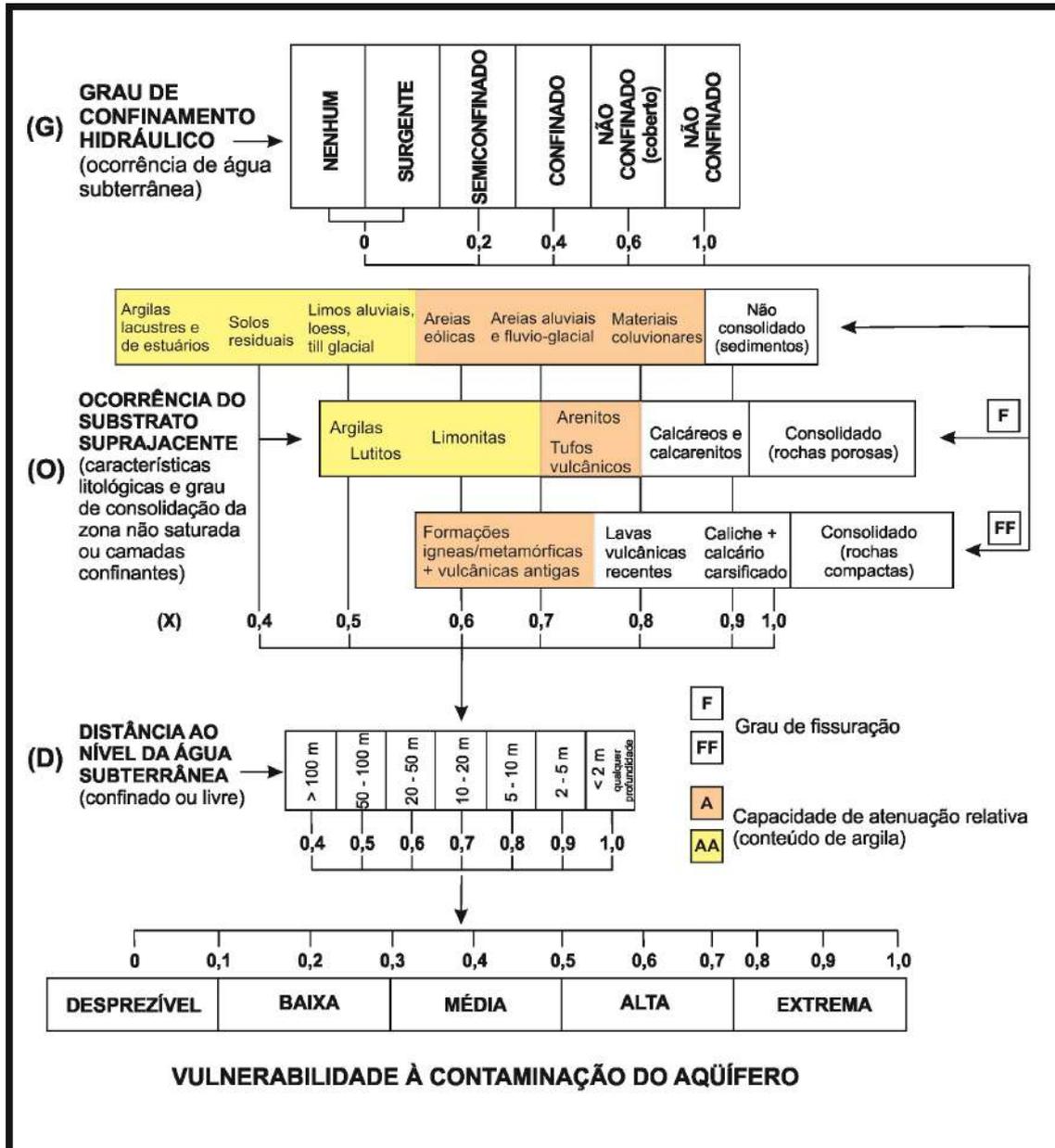
*A = grau de confinamento*

*B = tipo de solo + grau de consolidação*

*C = profundidade do aquífero freático não confinado*

$$VA = 0,80 \times 0,40 \times 0,70 \times 0,40$$

$$VA = 0,08 \text{ (baixo grau de vulnerabilidade)}$$



Vulnerabilidade a contaminação do aquífero (Foster (1988))



#### **5.2.1.5 - i) Qualidade das águas subterrâneas**



#### **5.2.1.5 - j) Perímetro de proteção dos poços de monitoramento**



Poço de monitoramento – PM 01



Poço de monitoramento – PM 02



Poço de monitoramento – PM 03



Poço de monitoramento – PM 04



## **PROJETO CONSTRUTIVO/ POÇOS DE MONITORAMENTO**

## **Projeto: Poços de Monitoramento**

### **Memorial Descritivo**

Na fase de construção da célula de aterro serão construídos 3 poços de monitoramento, conforme localização em mapa de localização em anexo.

Já existe na área do aterro, próximos as lagoas de estabilização 2 poços de monitoramento (PM 2 e PM3), como ocorrência do nível freático local e i poço de monitoramento (PM 4) jusante que está seco, devido rebaixamento natural do lençol freático.

À montante da área, próximo à entrada do aterro está localizado o poço de monitoramento (PM 1).

Os poços de monitoramento que serão construídos foram dimensionados para uma profundidade de 15,00 metros, levando-se e, consideração a flutuação natural do nível freático.

A profundidade de 15,00 metros pode ser não atingida devido ocorrência da rocha macia (basáltica) profundidade inferior.

A localização dos poços de monitoramento a serem construídos está relacionado com o nível potenciométrico da área. O fluxo e diâmetros do nível freático e da localização das células e lagoas de estabilização, que são elementos de projeto vulneráveis a vazamentos e extravazamentos que podem contaminar as águas subterrâneas.

### **Dados e elementos construídos**

- a) Perfuração: 14"
- b) Profundidade: 15 metros
- c) Revestimento: Tubo geomecânico – 4"
- d) Filtro: Tubo geomecânico – 4 " (10 metros de profundidade)
- e) Cap. Basal.: 4"
- f) Tampa de pressão: 4"
- g) Vedação Sanitária: Concreto (5 metros de profundidade)
- h) Câmara de proteção sanitária superficial: Concreto
- i) Tampa Superficial/ Metálica (com cadeado)

Coordenadas geográficas dos poços de monitoramento projetados

PM – 5: -28.610718° / -53.128849°

PM – 6: -28.611020° / -53.127976°

PM – 7: -28.610886° / -53.128495°

Em anexo segue perfil projetado para contenção dos poços de monitoramento.

Santa Cruz do Sul, 15 de julho de 2019



**Enoir Greiner**  
Geólogo - CREA/RS 052412



## **CARTOGRAFIA**

- Mapa de amostragem
- Perfil construtivo PM

#### **5.2.1.6 Ruídos**

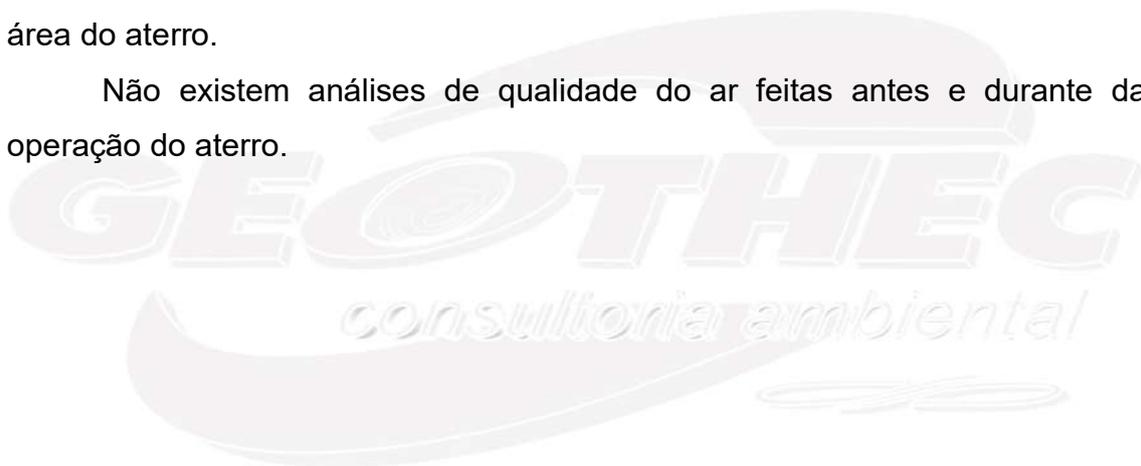
Os ruídos na área do aterro já são observados, tendo em vista que existe uma célula em operação. Esses ruídos são provocados por maquinário (trator de esteira) em operação (compostagem e configuração) e caçambas que transportam os resíduos até a área de descarga.

No futuro a estação de triagem de resíduos também vai contribuir com ruídos devido aos equipamentos em operação e tráfego de caminhões, em local diverso da área do aterro de resíduos.

#### **5.2.1.7 Qualidade do ar**

A qualidade do ar na área do aterro já está alterada em função da operação da célula de aterro atual, devido à emissão de CH<sub>4</sub> (metano) e fuligem (CO) produzido pelo maquinário e caminhões que são utilizados na área do aterro.

Não existem análises de qualidade do ar feitas antes e durante da operação do aterro.



### **9.2.1.1 Ecossistemas terrestres**

Em anexo segue mapa da vegetação da área considerando um raio de 2 km de entorno em escala de 1:20.000, com laudo de inventário florestal na área de aterro e caracterização da fauna existente no local.





### **9.2.1.5 LAUDO DE COBERTURA VEGETAL**

## **1.1 Objetivo geral e localização da área**

O presente laudo técnico tem por objetivo geral caracterizar a cobertura vegetal existente em uma área de terras utilizada como Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos, pertencente ao Município de Ibirubá, localizada em Linha Duas, Município de Ibirubá, Rio Grande do Sul.

A localização por coordenadas geográficas do empreendimento é de 28° 36' 35,85" de latitude sul e 53° 07' 40,56" de longitude oeste, tendo como Datum o sistema SIRGAS2000.

A localização da referida área pode ser observada através da prancha em anexo denominada **Laudo de Cobertura Vegetal - Mapa de localização**.

## **2. SITUAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL**

### **2.1 Metodologia**

A caracterização florística para este tipo de laudo é realizada empregando o caminhamento no interior da área, contemplando as diferentes formações vegetais, quando as mesmas forem verificadas.

A metodologia aplicada também possibilitou a identificação e localização dos exemplares de espécies ameaçada de extinção e imunes ao corte, que tiveram suas coordenadas geográficas tomadas com receptor GPS, marca Garmin, modelo Etrex 30.

Durante as caminhadas, as espécies encontradas são então identificadas por meio de suas características morfológicas.

### **2.2 Caracterização geral da área**

A área do empreendimento, que pode ser observada através da prancha **Laudo de Cobertura Vegetal - Mapa de localização**, em anexo, foi vistoriada nos dias 13 de fevereiro de 2019 e 09 de julho de 2019 e possui uma área superficial de aproximadamente 12,3 ha.

A referida área localiza-se na formação florestal denominada Floresta Ombrófila Mista (Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul – UFMS/SEMA/RS), estando assim inserida no bioma Mata Atlântica, de acordo com a Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. A área está fora da Poligonal da Mata Atlântica, conforme Decreto Estadual Nº 36.636, de 03 de maio de 1996.

### **2.3 Descrição da vegetação da área**

O levantamento da composição florística contém a relação das principais espécies vegetais existentes na área, com indicação de seus estágios sucessionais (conforme a Resolução do CONAMA nº33 de 07 de dezembro de 1994), família botânica, nome científico e comum.

A cobertura vegetal nativa ocorrente na área é secundária. Considere-se vegetação secundária, aquelas formações herbáceas, arbustivas ou arbóreas decorrentes de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação original por ações antrópicas ou causas naturais. Esta cobertura é observada em apenas dois estágios de regeneração, que são o estágio inicial, ocupando uma área de aproximadamente 0,24 hectares, e o estágio médio, ocupando uma área de aproximadamente 5,6 hectares.

Cabe salientar que a área do empreendimento está amplamente antropizada. À exceção da área ocupada por vegetação em estágio médio de regeneração natural, a vegetação arbórea de maior porte restringe-se as cortinas vegetais implantadas nas divisas do empreendimento e exemplares arbóreos isolados, conforme pode ser observado na prancha **Lauda de Cobertura Vegetal - Mapa de situação**.

A área utilizada na atividade do empreendimento possui em sua maior parte cobertura de vegetação rasteira, do tipo gramado, que ocupa uma área de cerca de 5,9 hectares. Esta área recebe roçadas periódicas, como pode ser constatado por ocasião da vistoria ao local e observado na Fotografia 01, abaixo.



**Fotografia 01** - Manutenção da área através de roçadas.

A área onde será realizada a intervenção é recoberta por gramados e por uma espécie de capoeira, observada no local onde não se realiza as roçadas devido à deposição de pilhas de material terrígeno. Estas pilhas de material inviabilizaram a operação de roçada mecanizada e possibilitaram a regeneração da vegetação, que pode ser classificada atualmente como em estágio inicial de regeneração natural.

Este tipo de cobertura vegetal foi observada em uma área de aproximadamente 2.400,00m<sup>2</sup>, na lateral da área de intervenção. As pilhas de material terrígeno foram depositadas em local anteriormente coberto por gramados, como se observa nas imagens de satélite abaixo (Figura 01).



**Figura 01** – Imagem da esquerda: local ocupado por gramados; Imagem da direita: formação de pilhas de material terrígeno.

Sendo assim, na **área total do empreendimento** observaram-se: gramados (com exemplares arbóreos isolados), cortinas vegetais arbóreas, área ocupada por capoeira sobre as pilhas de material terrígeno (vegetação em estágio inicial de regeneração) e vegetação em estágio médio de regeneração natural (situada na metade leste da área).

Estes tipos de cobertura vegetal podem ser observados na prancha **Laudo de Cobertura Vegetal - Mapa de situação** e serão descritos abaixo.

Na área de **vegetação rasteira (gramados)**, observam-se alguns exemplares arbóreos isolados, localizados, sobretudo, no centro da área do empreendimento. A localização dos mesmos pode ser observada na prancha **Laudo de Cobertura Vegetal - Mapa de situação**, situando-se ao lado do caminho de acesso à área de aterro.

Neste alinhamento observaram-se exemplares de camboatá-vermelho (*Cupania vernalis* - Sapindaceae), ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* - Bignoniaceae), fumo-bravo (*Solanum mauritianum* - Solanaceae), chá-de-bugre (*Casearia sylvestris* - Salicaceae) e ipê-amarelo (*Handroanthus pulcherrimus* - Bignoniaceae).

Outro exemplar arbóreo isolado trata-se de um leiteiro (*Sapium glandulatum* - Euphorbiaceae), localizado no talude do lado nordeste da primeira lagoa de percolado.



**Fotografia 02** – Exemplos arbóreos isolados formando um alinhamento ao longo da estrada de acesso a área de aterro.



**Fotografia 03** – Exemplos arbóreos isolados formando um alinhamento ao longo da estrada de acesso a área de aterro.

Quanto às **cortinas vegetais arbóreas**, observaram-se primeiramente, junto a divisa oeste da área, na **lateral das lagoas de percolado**, espécies como o cedro (*Cedrela fissilis* - Meliaceae), o araçá (*Psidium cattleianum* - Myrtaceae) e o eucalipto (*Eucalyptus* sp. - Myrtaceae), compondo um alinhamento.



**Fotografia 04** – Cortina vegetal localizada no lado oeste das lagoas de percolado.

Na **cortina vegetal localizada ao sul da Célula 01**, que se estende pela divisa sul da área, observaram-se espécies como o cedro (*Cedrela fissilis* – Meliaceae) e o araçá (*Psidium cattleianum* - Myrtaceae), como pode ser visto na Fotografia 05.



**Fotografia 05** – Cortina vegetal localizada no lado sul da área.

Na borda sul do talude da Célula 01 (em operação) se observaram alguns exemplares de topete-de-cardeal (*Calliandra tweedii* - Fabaceae), também formando uma espécie de alinhamento, porém com falhas significativas.



**Fotografia 06** – Vista da borda sul do talude da Célula 01 (em operação).

Na **cortina vegetal localizada na divisa oeste da área**, junto à cerca, observaram-se as espécies arbóreas de maior porte. Esta cortina é formada por espécies nativas, elencadas no quadro 01, abaixo.

**Quadro 01** - Vegetação arbórea e arborescente registrada na cortina vegetal existente na divisa oeste da área.

| <b>Nome Comum</b> | <b>Nome Científico</b>           | <b>Família</b>      |
|-------------------|----------------------------------|---------------------|
| Coqueiro-jerivá   | <i>Syagrus romanzoffiana</i>     | Arecaceae           |
| Canela-amarela    | <i>Nectandra lanceolata</i>      | Lauraceae           |
| Chá-de-bugre      | <i>Casearia sylvestris</i>       | Salicaceae          |
| Leiteiro          | <i>Sapium glandulatum</i>        | Euphorbiaceae       |
| Ipê-amarelo       | <i>Handroanthus pulcherrimus</i> | Bignoniaceae        |
| Canela-ferrugem   | <i>Nectandra oppositifolia</i>   | Lauraceae           |
| Ariticum          | <i>Annona sylvatica</i>          | Annonaceae          |
| <b>Cipreste</b>   | <b><i>Cupressus sp.</i></b>      | <b>Cupressaceae</b> |
| Ipê-roxo          | <i>Handroanthus heptaphyllus</i> | Bignoniaceae        |

Em negrito: espécies exóticas.



**Fotografia 07** – Vista da cortina vegetal na divisa oeste da área.



**Fotografia 08** – Vista da cortina vegetal na divisa oeste da área.

Na **cortina vegetal localizada na frente norte da área**, junto à cerca, também se observaram espécies arbóreas de maior porte. Esta cortina é formada por espécies exóticas e nativas, elencadas no quadro 02, abaixo.

**Quadro 02** - Vegetação arbórea e arborescente registrada na cortina vegetal existente na frente norte da área.

| <b>Nome Comum</b>   | <b>Nome Científico</b>               | <b>Família</b>       |
|---------------------|--------------------------------------|----------------------|
| <b>Cipreste</b>     | <b><i>Cupressus sp.</i></b>          | <b>Cupressaceae</b>  |
| <b>Cinamomo</b>     | <b><i>Melia azedarach</i></b>        | <b>Meliaceae</b>     |
| Maricá              | <i>Mimosa bimucronata</i>            | Fabaceae             |
| <b>Eucalipto</b>    | <b><i>Eucalyptus sp.</i></b>         | <b>Myrtaceae</b>     |
| Chá-de-bugre        | <i>Casearia sylvestris</i>           | Salicaceae           |
| Aroeira-salvo       | <i>Schinus molle</i>                 | Anacardiaceae        |
| Fumo-bravo          | <i>Solanum mauritianum</i>           | Solanaceae           |
| Mamica-de-cadela    | <i>Zanthoxylum caribaeum</i>         | Rutaceae             |
| Canela-merda        | <i>Nectandra megapotamica</i>        | Lauraceae            |
| Timbaúva            | <i>Enterolobium contortisiliquum</i> | Fabaceae             |
| Araça               | <i>Psidium cattleianum</i>           | Myrtaceae            |
| Cedro               | <i>Cedrela fissilis</i>              | Meliaceae            |
| <b>Mamona</b>       | <b><i>Ricinus communis</i></b>       | <b>Euphorbiaceae</b> |
| Canafístula         | <i>Peltophorum dubium</i>            | Fabaceae             |
| <b>Uva-do-japão</b> | <b><i>Hovenia dulcis</i></b>         | <b>Rhamnaceae</b>    |
| Canela-de-veado     | <i>Helietta apiculata</i>            | Rutaceae             |

Em negrito: espécies exóticas.



**Fotografia 09** – Vista da cortina vegetal na frente norte da área.



**Fotografia 10** – Vista da cortina vegetal na frente norte da área.

Na **cortina vegetal localizada no lado leste da área**, em uma pequena extensão junto à cerca, até encontrar a área de vegetação em estágio médio de regeneração natural, se observaram apenas exemplares de ciprestes (*Cupressus* sp. - Cupressaceae).



**Fotografia 11** – Vista da cortina vegetal na divisa leste da área.

Na **área com vegetação em estágio médio de regeneração natural**, situada na metade leste da área, ocupando aproximadamente 5,6 hectares, se observaram, sobretudo, espécies nativas, elencadas no quadro 03, abaixo.

**Quadro 03** - Vegetação arbórea e arborescente registrada na área com formação de estágio médio de regeneração natural.

| Nome Comum        | Nome Científico                   | Família      |
|-------------------|-----------------------------------|--------------|
| Angico            | <i>Parapiptadenia rigida</i>      | Fabaceae     |
| Canela-merda      | <i>Nectandra megapotamica</i>     | Lauraceae    |
| Louro             | <i>Cordia trichotoma</i>          | Boraginaceae |
| Coqueiro-jerivá   | <i>Syagrus romanzoffiana</i>      | Arecaceae    |
| Açoita-cavalo     | <i>Luehea divaricata</i>          | Malvaceae    |
| Canela-amarela    | <i>Nectandra lanceolata</i>       | Lauraceae    |
| Rabo-de-bugio     | <i>Lonchocarpus muhlbergianus</i> | Fabaceae     |
| Camboatá-branco   | <i>Matayba elaeagnodites</i>      | Sapindaceae  |
| Camboatá-vermelho | <i>Cupania vernalis</i>           | Sapindaceae  |
| Capororoca        | <i>Myrsine umbellata</i>          | Primulaceae  |
| Chal-chal         | <i>Allophylus edulis</i>          | Sapindaceae  |
| Pau-ervilha       | <i>Trichilia elegans</i>          | Meliaceae    |
| Pata-de-vaca      | <i>Bauhinia forficata</i>         | Fabaceae     |
| Cincho            | <i>Sorocea bonplandii</i>         | Moraceae     |

|                       |                                   |                  |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------|
| Chá-de-bugre          | <i>Casearia sylvestris</i>        | Salicaceae       |
| Canjerana             | <i>Cabralea canjerana</i>         | Meliaceae        |
| Caixeta               | <i>Schefflera morototoni</i>      | Araliaceae       |
| Guabiroba             | <i>Campomanesia xanthocarpa</i>   | Myrtaceae        |
| Cabreúva <sup>2</sup> | <i>Myrocarpus frondosus</i>       | Fabaceae         |
| Grápia <sup>2</sup>   | <i>Apuleia leiocarpa</i>          | Fabaceae         |
| Caroba                | <i>Jacaranda micrantha</i>        | Bignoniaceae     |
| Maricá                | <i>Mimosa bimucronata</i>         | Fabaceae         |
| Sete-capotes          | <i>Campomanesia guazumifolia</i>  | Myrtaceae        |
| Laranjeira-do-mato    | <i>Actinostemon concolor</i>      | Euphorbiaceae    |
| Mamica-de-cadela      | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i>     | Rutaceae         |
| Figueira <sup>1</sup> | <i>Ficus luschnathiana</i>        | Moraceae         |
| Murta                 | <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | Myrtaceae        |
| <b>Abacateiro</b>     | <b><i>Persea americana</i></b>    | <b>Lauraceae</b> |
| Salseiro              | <i>Salix humboldtiana</i>         | Salicaceae       |
| Cedro                 | <i>Cedrela fissilis</i>           | Meliaceae        |
| Grandiúva             | <i>Trema micrantha</i>            | Cannabaceae      |
| Leiteiro              | <i>Sapium glandulatum</i>         | Euphorbiaceae    |
| Jacaranda-branco      | <i>Machaerium paraguariense</i>   | Fabaceae         |
| Cocão                 | <i>Erythroxylum deciduum</i>      | Erythroxylaceae  |

Em negrito: espécies exóticas.

<sup>1</sup> Espécies imunes ao corte.

<sup>2</sup> Espécies ameaçadas de extinção.

Neste fragmento florestal remanescente destacam-se compondo o extrato superior espécies como a canela-merda (*Nectandra megapotamica*), a canjerana (*Cabralea canjerana*), o coqueiro-jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) e o camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*). Nos estratos inferiores (sub-bosque), o fragmento é composto por herbáceas, arbustos e espécies arbóreas em estágio germinativo inicial, sendo mais frequente a presença de cincho (*Sorocea bonplandii*) e pau-ervilha (*Trichilia elegans*). Outro destaque deve ser dado à taquara-poca (*Merostachys speciosa* - Poaceae), observada com frequência no fragmento florestal (Fotografia 12).



**Fotografia 12** – Vista da área em estágio médio de regeneração natural. A taquara-poca é observada com frequência no fragmento florestal.



**Fotografia 13** – Vista da área em estágio médio de regeneração natural.



**Fotografia 14** – Vista da área em estágio médio de regeneração natural.



**Fotografia 15** – Vista da área em estágio médio de regeneração natural, que confronta na porção leste com uma área de lavoura.



**Fotografia 16** – Vista da área em estágio médio de regeneração natural, a partir da área de lavoura, situada na divisa leste.



**Fotografia 17** – Vista da área em estágio médio de regeneração natural, a partir da divisa de frente, próximo ao portão de acesso.

Na área ocupada por capoeira sobre as pilhas de material terrígeno, onde se verificou **vegetação em estágio inicial de regeneração**, observaram-se, sobretudo espécies típicas de áreas de regeneração natural.

Nesta área, que será manejada para a execução do projeto de ampliação do aterro, foi realizado o levantamento dendrométrico da vegetação existente, pois a mesma poderá ser suprimida.

Sendo assim, efetuou-se o levantamento de todas as espécies ali existentes e elencou-se no quadro 04, abaixo, todas aquelas com diâmetro à altura do peito (DAP) superior a 8 (oito) centímetros. Salienta-se que apenas exemplares de fumo-bravo (*Solanum mauritianum* - Solanaceae) apresentaram mais de oito centímetros de DAP.

Dentre as espécies com menos de oito centímetros de DAP observaram-se, sobretudo, a vassoura (*Baccharis dracunculifolia* - Asteraceae), o fumo-bravo (*Solanum mauritianum* - Solanaceae), e a manoma (*Ricinus communis* - Euphorbiaceae), além de espécies em estabelecimento de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* - Fabaceae) e a aroeira-salvo (*Schinus molle* - Anacardiaceae). Observaram-se também espécies herbáceas de gramíneas e compostas revestindo o solo, como o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* - Poaceae), por exemplo.

**Quadro 04** - Vegetação arbórea e arborescente registrada na área com vegetação em estágio inicial de regeneração natural, com os respectivos DAPs e alturas.

| Nº | Nome Comum | Nome Científico            | Família    | DAP (m) | Altura (m) |
|----|------------|----------------------------|------------|---------|------------|
| 01 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,121   | 3,0        |
| 02 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,140   | 3,0        |
| 03 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,121   | 2,5        |
| 04 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,089   | 2,5        |
| 05 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,080   | 2,5        |
| 06 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,146   | 2,5        |

|    |            |                            |            |       |     |
|----|------------|----------------------------|------------|-------|-----|
| 07 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,095 | 2,5 |
| 08 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,143 | 2,5 |
| 09 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,118 | 2,5 |
| 10 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,118 | 2,5 |
| 11 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,102 | 2,5 |
| 12 | Fumo-bravo | <i>Solanum mauritianum</i> | Solanaceae | 0,089 | 2,5 |

Os exemplares arbóreos ocorrentes nesta área restringem-se a espécie fumo-bravo possuindo DAPs inferiores a 15 (quinze) centímetros, conforme se observa no quadro 04.

A densidade destes exemplares arbóreos na área de vegetação em estágio inicial de regeneração natural (2.400,00m<sup>2</sup>) é de aproximadamente 50 exemplares por hectare.



**Fotografia 18** – Vista da área com vegetação em estágio inicial de regeneração natural.



**Fotografia 19** – Vista sobre a pilha de material terrígeno onde há vegetação em estágio inicial de regeneração natural.



**Fotografia 20** – Vista da vegetação em estágio inicial de regeneração natural ao lado da lagoa de escoamento pluvial.



**Fotografia 21** – Vista da vegetação em estágio inicial de regeneração natural, com predomínio de vassouras (*Baccharis dracunculifolia*).



**Fotografia 22** – Vista da vegetação em estágio inicial de regeneração natural.

## 2.4 Identificação das espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e imunes ao corte

De acordo com o Decreto Estadual nº 51.109, de 19 de dezembro de 2014, que declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul, o Código Florestal Estadual, Lei nº. 9.519, de 21 de janeiro de 1992 e a Portaria do IBAMA Nº 37-N, de 03 de abril de 1992, se observaram, na área com vegetação em estágio médio de regeneração natural, as espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e imunes ao corte listadas no quadro 05.

**Quadro 05** - Relação de indivíduos ameaçados de extinção e imunes ao corte encontrados na área.

| Nome Comum            | Nome Científico             | Família  | Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000 |
|-----------------------|-----------------------------|----------|-------------------------------------|
| Figueira <sup>1</sup> | <i>Ficus luschnathiana</i>  | Moraceae | 28°36'42,05"S;<br>53°7'33,16"O      |
| Figueira <sup>1</sup> | <i>Ficus luschnathiana</i>  | Moraceae | 28°36'35,44"S;<br>53°7'32,21"O      |
| Figueira <sup>1</sup> | <i>Ficus luschnathiana</i>  | Moraceae | 28°36'35,22"S;<br>53°7'32,23"O      |
| Figueira <sup>1</sup> | <i>Ficus luschnathiana</i>  | Moraceae | 28°36'34,68"S;<br>53°7'32,94"O      |
| Figueira <sup>1</sup> | <i>Ficus luschnathiana</i>  | Moraceae | 28°36'34,56"S;<br>53°7'33,02"O      |
| Cabreúva <sup>2</sup> | <i>Myrocarpus frondosus</i> | Fabaceae | 28°36'38,68"S;<br>53°7'37,46"O      |
| Cabreúva <sup>2</sup> | <i>Myrocarpus frondosus</i> | Fabaceae | 28°36'37,32"S;<br>53°7'36,22"O      |
| Grápia <sup>2</sup>   | <i>Apuleia leiocarpa</i>    | Fabaceae | 28°36'36,64"S;<br>53°7'38,17"O      |

<sup>1</sup> Espécies imunes ao corte.

<sup>2</sup> Espécies ameaçadas de extinção.

Conforme já salientado, as espécies listadas no quadro 05 encontram-se na área com vegetação em estágio médio de regeneração natural e a localização das destas podem ser observadas na prancha Laudo de Cobertura Vegetal - Mapa de situação.

## 2.5 Áreas de preservação permanente

Na área do empreendimento não se observaram **Áreas de Preservação Permanente**, conforme determina a Lei Federal nº. 12.651, de 25 de maio de 2012, a Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 e o Art. 155 da Lei Estadual nº. 11.520 (Código Estadual do Meio Ambiente) de 03 de agosto de 2000.

## 2.6 Distribuição da vegetação na área do empreendimento

A área do empreendimento é composta, além da vegetação, pela área de aterro, lagoas de percolado e lagoa de escoamento pluvial. Com relação à cobertura vegetal, pode-se dividir a área, conforme já mencionado, em área de vegetação em estágio inicial de regeneração natural (capoeira), área de vegetação em estágio médio de regeneração natural e área de vegetação rasteira, do tipo gramado, com exemplares arbóreos isolados e cortinas vegetais, ocupando as seguintes áreas:

**Quadro 06** – Quadro de áreas.

| <b>Discriminação</b>                                | <b>Área (ha)</b> | <b>Porcentagem da área total</b> |
|---|------------------|----------------------------------|
| Vegetação em estágio inicial de regeneração natural | 0,24             | 1,95%                            |
| Vegetação em estágio médio de regeneração natural   | 5,60             | 45,53%                           |
| Vegetação rasteira (gramados) e cortinas vegetais   | 5,90             | 47,97%                           |
| Lagoas e aterro                                     | 0,56             | 4,55%                            |
| <b>Total</b>  | <b>12,30</b>     | <b>100,0%</b>                    |

### 3. POSICIONAMENTO DO PROFISSIONAL RESPONSÁVEL

A área do empreendimento é utilizada atualmente como aterro sanitário de resíduos sólidos. A vegetação arbórea observada no local restringe-se basicamente às cortinas vegetais implantadas, atendendo as demandas da própria atividade, e a uma área de formação florestal com vegetação em estágio médio de regeneração natural, situada dentro da área total do empreendimento.

A vegetação em estágio inicial de regeneração natural observada, como já salientado, restringe-se a existente sobre as pilhas de material terrígeno depositado ao norte da lagoa de escoamento pluvial e da célula 02 (projetada para a ampliação do aterro sanitário existente).

Esta vegetação de composição recente, conforme apontado no item 2.3, possivelmente será atingida pela nova célula projetada e, caso seja necessário o seu manejo, não será preciso compensação ambiental, devido à atividade não gerar resíduo lenhoso, conforme dispõem o Art. 4º, §3º, da Instrução Normativa nº 01/2018 da SEMA/RS.

Este fato pode ser constatado pelo quadro 04, acima, que aponta que na área com este tipo de cobertura vegetal (estágio inicial de regeneração natural, com cerca de 2.400,00m<sup>2</sup>), a vegetação mais proeminente observada, possui DAP inferior a quinze centímetros e restringe-se a espécie fumo-bravo (*Solanum mauritianum*) típica de áreas de regeneração recente.

Sendo assim, não se faz necessária a previsão de medidas compensatórias ou mitigadoras, dada a situação e utilização atual da área, com aterro sanitário já em pleno funcionamento, e com cobertura vegetal rasteira de gramado, mantida por roçadas periódicas, além da citada vegetação de composição recente.

Outro elemento importante é que na área do empreendimento não se observaram áreas de preservação permanente, e os exemplares de espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e imunes ao corte localizam-se na área com vegetação em estágio médio de regeneração natural, que não será atingida pelo projeto em questão.

Desta forma, com relação aos impactos gerados na cobertura vegetal pela expansão da atividade de aterro sanitário, conclui-se que a área vistoriada presta-se ao fim proposto.

Santa Cruz do Sul, 15 de julho de 2019

---

**Anderson Sopelsa**

*Eng. Agrônomo, CREA/RS 180018*





### **9.2.1.6 LAUDO DE FAUNA**

## 2. MEIO BIÓTICO (FAUNA)

### 2.1. Caracterização do Empreendimento

Segundo VIANA (2003), a distribuição final do lixo urbano é um dos graves problemas ambientais enfrentados pelos grandes centros urbanos em todo o mundo, e tende a gravar-se com o aumento do consumo de bens descartáveis, que possam cada vez a compor os grandes volumes de lixo gerados pela população.

A área em questão é um aterro sanitário (indicado à decomposição final de resíduos sólidos executados pela atividade humana), situada na rua Linha Duas- interior do Município de Ibirubá-RS, insere-se na região fisiográfica do Planalto Médio Riograndense, a característica da área em estudo é floresta subtropical, sob as coordenadas projetadas – utm: E: 291959.42: N:6833494.07 (Foto 1).

O território de preservação apresenta gramíneas, herbáceas e árvores e plantas nativas como o Angico (*Parapiptadenia rigida*); Glória- da- manhã \*trepadeira (*Ipomoea purpúrea*); Taquara (*Guadua trinii*); (*Gandularia selloi*), entre outras.



Foto 1- Visão geral da área do estudo.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a fauna ocorrente da região do futuro empreendimento, descrever a área e a importância da mesma para o ambiente biológico, bem como avaliar o impacto ambiental (ação antrópica) e

informar medidas mitigatórias e compensatórias. O estudo referente à fauna busca responder duas questões:

- A primeira refere-se à questão do levantamento qualitativo, verificando-se espécies ameaçadas.
- A segunda resposta avaliando-se os aspectos ecológicos envolvidos e de conservação na área do empreendimento.

## **2.2 Metodologia Utilizada**

Na identificação da fauna a metodologia de levantamento das espécies foi realizado pelo método do caminhamento (Levantamento Expedito), por toda a expansão do empreendimento (foi escolhido por não afetar a vegetação); a identificação das espécies por auxílio de literatura especializada e entrevistas com os trabalhadores da área.

As observações de campo foram direcionadas nas comunidades de anfíbios, répteis, aves, mamíferos e insetos devido à importância desses grupos sobre ecossistemas em regeneração.

### **AVIFAUNA**

A observação da avifauna foi executado através de vistorias a campo. As aves foram identificadas a partir de visualização direta ou de suas vocalizações. Em decorrência da maior mobilidade, o grupo das aves apresenta características peculiares de distribuição espacial/temporal, tornando extensa à lista de espécies que podem ocorrer na área avaliada.

### **ANFÍBIOS**

A observação da fauna de anfíbios foi realizada através de informações bibliográficas sobre as espécies ocorrentes na região, adotou-se como o método de censo por encontros visuais e o método de identificação pela vocalização.

## **MASTOFAUNA**

A observação da mastofauna ocorrente baseou-se nas incursões à área enfocada, busca por registros da passagem de algum animal, o guia de campo de mamíferos do Rio Grande do Sul (SILVA, 1998) e entrevistas com os funcionários do aterro, que fizeram-se presente no dia do levantamento. Os mamíferos deixam uma série de vestígios como pegadas, fezes, pêlos e alteração na vegetação.

## **RÉPTEIS**

A observação da fauna de répteis foi feita levando-se em consideração as observações obtidas durante as incursões à área enfocada. Foi percorrido praticamente todos os ambientes presentes na área à procura de espécimes, vasculhando-se possíveis abrigos (troncos caídos, pedras, cascas de árvores, etc.) com o objetivo de localizar animais em repouso.

## **INSECTA**

A observação dos insetos foi realizada através de informações bibliográficas sobre as espécies ocorrentes na região, e por encontros visuais na área da pesquisa.

### **2.2 Levantamento da fauna ocorrente na área**

O levantamento foi executado no dia 08 de abril de 2019, sendo feito uma verificação em toda a área durante 4 (quatro) horas, realizando-se entrevistas e caminhadas ao longo do aterro sanitário (Foto 2), onde foram identificadas algumas espécies da fauna pertencentes a diferentes famílias.

A seguir seguem as tabelas com as relações das espécies da fauna existente na área (avistadas, relacionadas em entrevistas ou bibliografia), com a indicação da família a que pertence, nome científico e popular (comum).



Foto 2- Aterro sanitário, Ibirubá/RS.

## AVIFAUNA

Tabela 1. Lista das espécies da avifauna.

| FAMÍLIA / Espécie  | Nome popular  | Avistados e       | Entrevistas        |
|--|---------------|-------------------|--------------------|
|  |               | ou<br>vocalização | e ou<br>Evidências |
| ACIPITRIDAE<br><i>Rupornis magnirostris</i>                        | Gavião-carijó |                   | X                  |
| COLUMBIDAE<br><i>Columbina picui</i><br><i>Leptotila verreauxi</i> | Rolinha-picuí | X                 | X                  |
|  | Juriti-pupu   | X                 |                    |
| PSITTACIDAE<br><i>Myiopsitta monachus</i>                          | Caturrita     |                   | X                  |
| CUCULIDAE<br><i>Piaya cayana</i>                                   | Alma-de-gato  |                   | X                  |
| FURNARIIDAE<br><i>Furnarius rufus</i>                              | João-de-barro | X                 | X                  |

|                                 |                    |   |   |
|---------------------------------|--------------------|---|---|
| <i>Conopophaga lineata</i>      | Chupa-dente        |   | X |
| TYRANNIDAE                      |                    |   |   |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>     | Bem-te-vi          | X | X |
| <i>Platyrinchus mystaceus</i>   | Patinho            |   | X |
| TURDIDAE                        |                    |   |   |
| <i>Turdus amaurochalinus</i>    | Sabiá-poca         |   | X |
| EMBERIZIDAE                     |                    |   |   |
| <i>Zonotrichia capensis</i>     | Tico-tico          | X | X |
| PASSERIDAE                      |                    |   |   |
| <i>Passer domesticus</i>        | Pardal             | X | X |
| PICIDAE                         |                    |   |   |
| <i>Colaptes campestris</i>      | Pica-pau-do-campo  |   | X |
| PARULIDAE                       |                    |   |   |
| <i>Basileuterus culicivorus</i> | Pula-pula          |   | X |
| THRAUPIDAE                      |                    |   |   |
| <i>Tachyphonus coronatus</i>    | Tié-preto          |   | X |
| <i>Pyrrhocomma ruficeps</i>     | Cabecinha-castanha |   | X |
| <i>Paroaria coronata</i>        | Cardeal            | X | X |
| CARDINALIDAE                    |                    |   |   |
| <i>Cyanoloxia brissonii</i>     | Azulão             |   | x |
| FRINGILIDAE                     |                    |   |   |
| <i>Euphonia chalybea</i>        | Cais-cais          |   | X |
| ARDEIDAE                        |                    |   |   |
| <i>Ardea albax</i>              | Garça- branca      | X | X |

## ANFÍBIOS

Tabela 2. Lista das espécies de anfíbios.

| FAMÍLIA / Espécie                                     | Nome popular         | Avistados | Entrevistas<br>Evidencias<br>Bibliografia |
|---|----------------------|-----------|---|
| RANIDAE<br><i>Rana catesbeiana</i>                    | Rã-touro             |           | X   |
| BUFONIDAE<br><i>Bufo ictericus</i>                    | Sapo-cururu          |           | X   |
| HYLIDAE<br><i>Hyla minuta</i><br><i>Hyla sanborni</i> | Perereca<br>Perereca |           | X<br>X                                    |

## MASTOFAUNA

Tabela 3. Lista das espécies da mastofauna.

| FAMÍLIA / Espécie                           | Nome popular           | Avistados | Entrevistas<br>e ou<br>Evidências |
|---|------------------------|-----------|-----------------------------------|
| DIDELPHIDAE<br><i>Didelphis albiventris</i> | Gambá-de-orelha-branca |           | X                                 |
| CANIDAE<br><i>Dusicyon gymnocercus</i>      | Graxaim-do-campo       |           | X                                 |
| MUSTELIDAE<br><i>Conepatus chinga</i>       | Zorrilho               |           | X                                 |
| CAVIIDAE<br><i>Cavia aparea</i>             | Preá                   |           | X                                 |
| LEPORIDAE<br><i>Lepus capensis</i>          | Lebre-européia         |           | X                                 |

## RÉPTEIS

Tabela 4. Lista das espécies de répteis.

| FAMÍLIA / Espécie                | Nome popular | Avistados | Entrevistas e ou Evidências |
|----------------------------------|--------------|-----------|-----------------------------|
| TEIIDAE<br><i>Teius oculatus</i> | Teiú-verde   |           | X                           |

## INSECTA

Tabela 5. Lista das espécies de insetos.

| FAMÍLIA / Espécie                      | Nome popular      | Avistados | Entrevistas e ou Evidências |
|--|-------------------|-----------|-----------------------------|
| NYMPHALIDAE<br><i>Danaus plexippus</i> | Borboleta-monarca | X         | X                           |

### 2.3. Espécies ameaçadas de extinção, criticamente em perigo, em perigo ou vulneráveis

Dentre as espécies que constam nas tabelas do item anterior, nenhuma se enquadra a estas categorias conforme LISTA DAS ESPÉCIES DA FAUNA SILVESTRE AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL POR CATEGORIA DE AMEAÇA, (Decreto nº41.672, de 11 de junho de 2002.)

2.4. Fotografias de alguns exemplares encontrados na visita técnica no aterro sanitário:



Foto 3- Garças- brancas voando (*Ardea alba*)



Foto 4- *Glandularia selloi*.



Foto 5- Borboleta-monarca (*Danaus plexippus*).



Foto 6- Refúgio de barro do Joao-de-Barro (*Furnarius rufus*).

#### **2.4. Identificação dos locais de reprodução, alimentação e dessedentação.**

A área propriamente dita, alvo do empreendimento, apresenta vegetação secundária em estágio inicial de regeneração (sucessora), numa pequena área de 1.400 m<sup>2</sup>, com muitos exemplares de *Baccharis dracunculifolia* – vassoura, devido a ações antrópicas anteriores e as características do solo.

É neste ambiente que os representantes da fauna listados anteriormente utilizam como abrigo e ou refúgio, para a reprodução e também para alimentação através dos insetos, pequenos anfíbios, répteis, frutos, folhas e brotos das árvores, arbustos e ervas em geral.

A dessedentação dos animais ocorre em acúmulos de águas das chuvas no interior dos bosques, pequenos córregos existentes na região e principalmente na bacia de contenção pluvial existentes na propriedade do aterro sanitário (Foto 7).

As aves, representadas na tabela 1, são o grupo mais representativo pois as espécies nativas e exóticas frutíferas que compõem o aterro proporcionam fonte de alimento, contudo, são importantes em diversas áreas, para gerarem dispersão de frutos e sementes, que são dispersos pelo vento e pela água.

Por ser uma área antropizada, com bastante acúmulo de lixos e barulhos de maquinários ao redor do aterro, não foram avistados mamíferos, anfíbios e répteis durante a vistoria, apenas relatado auxílio de literatura especializada e entrevistas com os trabalhadores da área. Próximo ao aterro encontra-se recursos hídricos em raio de 2 km (Foto 8), que propicia a ocorrência da fauna, mais específico a avifauna, a circular ao redor do aterro sanitário.



Foto 7- Bacia de contenção pluvial que contém na área.

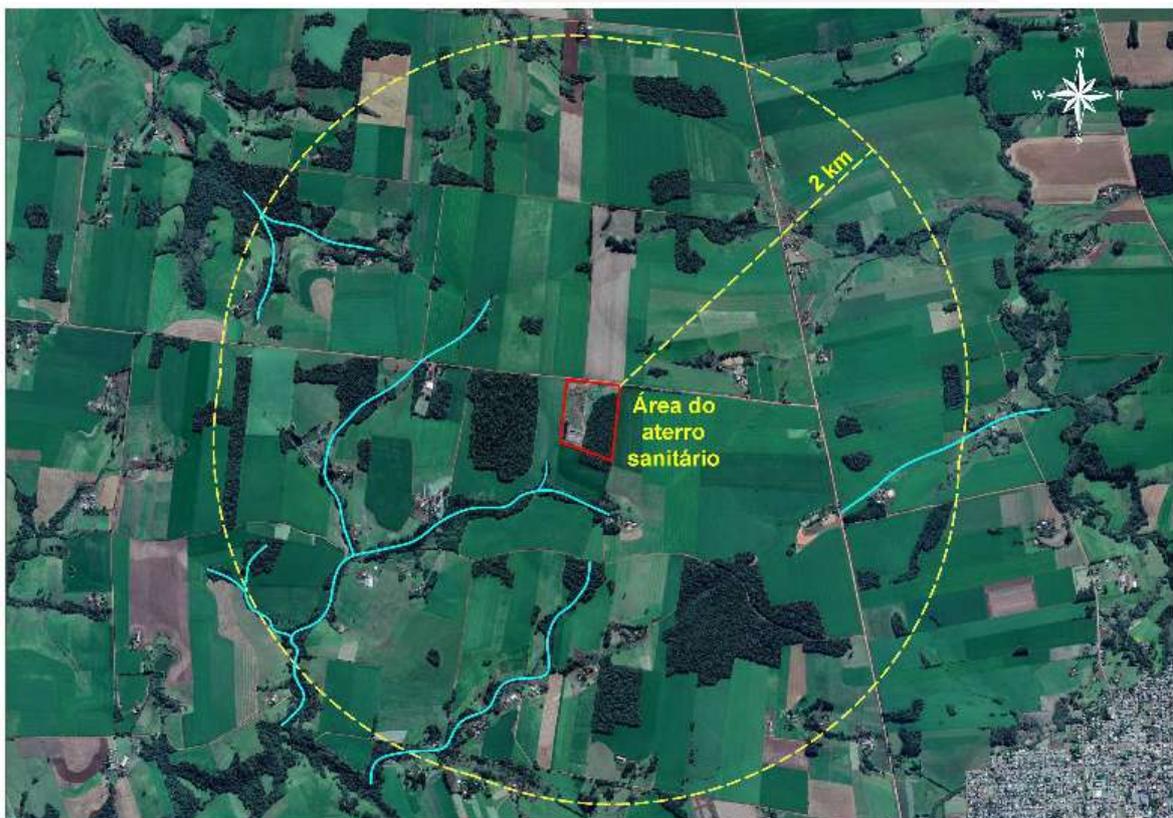


Foto 8- Recursos Hídricos em raio de 2 km (Elaborado pelo autor)

## 2.5. Identificação dos corredores ecológicos

Não ocorre corredor ecológico na área do empreendimento.

## 2.6. Medidas mitigadoras e compensatórias

Em decorrência dos impactos causados tanto a flora como a fauna pelas atividades executadas na área em questão, que é considerado médio a alto, deverão ser adotadas medidas para recuperação, sendo estas as seguintes:

- Plantio de mudas nativas e exóticas com baixa capacidade invasora para reconfiguração e formação de um novo cortinamento;
- Regras de condutada na área para os operários seguirem, como utilizar veículos corretamente e que não prejudiquem tanto à flora, quanto à fauna.

Com a aplicação destas medidas espera-se:

- Estabelecer as ações de recuperação, atentando sempre para o potencial de auto recuperação da própria área degradada;

A médio e longo prazo, espera-se que, as referidas medidas propiciem condições para proteger o solo contra a erosão superficial; criar condições para germinação de sementes; entre outras.

### **2.7. Posicionamento do profissional quanto a este uso da área**

O presente laudo tem por finalidade diagnosticar as características ambientais da área deem questão, sendo levantados e identificados os representantes da fauna presentes na mesma.

A área apresenta-se bastante alterada devido a fatores antrópicos, principalmente pela atividade do aterro sanitário.

Considerando as características descritas neste documento, considero viável a ampliação do empreendimento, visando a obtenção de Licença Prévia e de Instalação de Alteração junto à FEPAM, uma vez que a mesma apresenta-se muito antropizada pelo fator do lixo e agricultura próximo ao aterro.

### **3. RESPONSÁVEL TÉCNICA**



*Bióloga Paloma Rachor Sperb*

CRBio03 Nº 110930/03-D

### 9.3.2.7 SÍNTESE

Quanto à questão florística, ressalta-se que a área bastante antropizada, sobretudo nas áreas impactadas diretamente pela atividade ali desenvolvida. Na área operacional do empreendimento há um predomínio de vegetação rasteira, com vegetação arbórea restrita basicamente as cortinas vegetais. Na área de intervenção para ampliação do aterro observam-se gramados e uma espécie de capoeira, em estágio inicial de regeneração natural. A vegetação arbórea mais proeminente localiza-se no fragmento florestal em estágio médio de regeneração natural, existente na porção leste do empreendimento. Ali se observaram espécies nativas de diversas botânicas além de exemplares de espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e imunes ao corte. Nesta área, destacam-se compondo o estrato superior espécies como a canela-merda (*Nectandra megapotamica* – Família Lauraceae), a canjerana (*Cabralea canferana* – Família Meliaceae), o coqueiro jerivá (*Syagrus romanzoffiana* – família Arecaceae), o açoita-cavalo (*Luehea divaricata* – Família Malvaceae) e o camboatá-vermelho (*cuponia vernalis* – Família Sapindaceae). Nos estratos inferiores (sub-bosque), o fragmento é composto por herbácea, arbusto e espécie arbórea em estágio germinativo inicial, sendo mais frequente a presença de cincho (*Sorocea bonplandii* – Família Moraceae) e pau-ervilha (*Trichilia elegans* – Família Meliaceae). Outro destaque deve ser dado a taquara-poca (*Merostachys speciosa* – Família Poaceae), observada com frequência no fragmento florestal. Este fragmento florestal apresenta-se ladeado pela área operacional do empreendimento e por atividades agropecuárias estando assim isolado, sem corredores florestais que o liguem a outros fragmentos.

Quanto a Fauna, as aves representadas na tabela 1 do laudo técnico, são o grupo representativo pois as espécies nativas exóticas frutíferas que compõem o aterro proporcionam fonte de alimento, contudo, são importantes em diversas áreas para gerarem dispersão de frutos e sementes, que são dispersos pelo vento e pela água.

Por ser uma área antropizada, com bastante acúmulo de lixos e ruídos de maquinários ao redor do aterro, não foram avistados mamíferos, anfíbios e

répteis durante a vistoria, apenas relatado auxílio de literatura especializada e entrevistas com os trabalhadores da área.

Próximo ao aterro encontram-se recursos hídricos em raio de 2 km, que propicia a ocorrência da fauna, mais específico a avifauna, a circular ao redor do aterro sanitário.





### **9.3.3 MEIO ANTRÓPICO (SOCIOECONÔMICO)**

### **Meio antrópico (socioeconômico)**

O objetivo deste item consiste em averiguar as características territoriais para embasar a avaliação dos impactos regionais do Aterro Sanitário. Para isso, é fundamental caracterizar alguns temas essenciais para a compreensão das dinâmicas socioeconômicas atuais incidentes sobre o município de Ibirubá.

A distribuição populacional geral, os índices de urbanização e as taxas de crescimento populacional, por exemplo, ajudam a compreender a distribuição da população sobre o município, fator importante para analisar a forma como o território foi ocupado, assim como estudar alternativas de ocupação que poderão ser implementadas a partir da expansão urbana e econômica sobre o território.

Associado à distribuição populacional, é importante compreender como essas populações sobrevivem no município, onde habitam, alinhado a uma leitura territorial de alguns indicadores econômicos e formas de produção, torna-se fundamental para avaliar as possibilidades de modificações nos fluxos econômicos.

Segue em anexo dados, perfis sociais e econômicos do município de Ibirubá-RS.

## Perfil Econômico

Composição do mercado por setor e porte, segundo n° de funcionários, em 2016

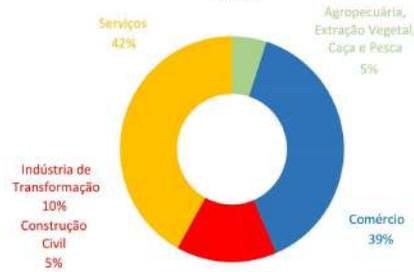
| Sector   | Microempresa | Pequena Empresa | Média e Grande Empresa |
|--|--------------|-----------------|------------------------|
| Indústria de Transformação                     | 195          | 4               | 4                      |
| Construção Civil                               | 95           | 2               |                        |
| Comércio                                       | 760          | 33              | 4                      |
| Serviços                                       | 831          | 30              | 6                      |
| Agropecuária, Extração Vegetal, Caça e Pesca * |              | 103             |                        |
| <b>Total</b>                                   | <b>1.984</b> | <b>69</b>       | <b>14</b>              |

\* Para fins de contabilização, o setor agropecuário é somado na categoria "microempresa".

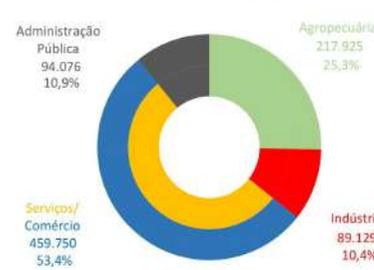
Segmentos com maior participação no n° de empresas - 2016



Participação no n° de empresas por setor - 2016



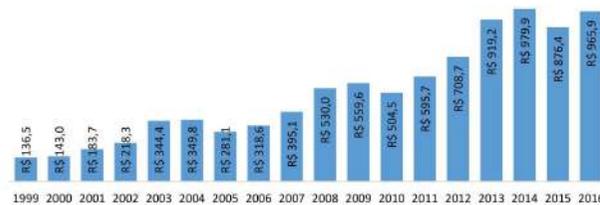
Participação dos setores no VA do município - 2016 (em R\$ mil)



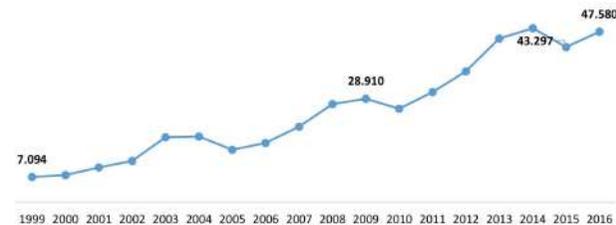
Vínculos empregatícios nos municípios - 2016



Produto Interno Bruto - 1999 - 2016 (em milhões)



PIB anual Per Capita - 1999 - 2016



Perfil Econômico do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

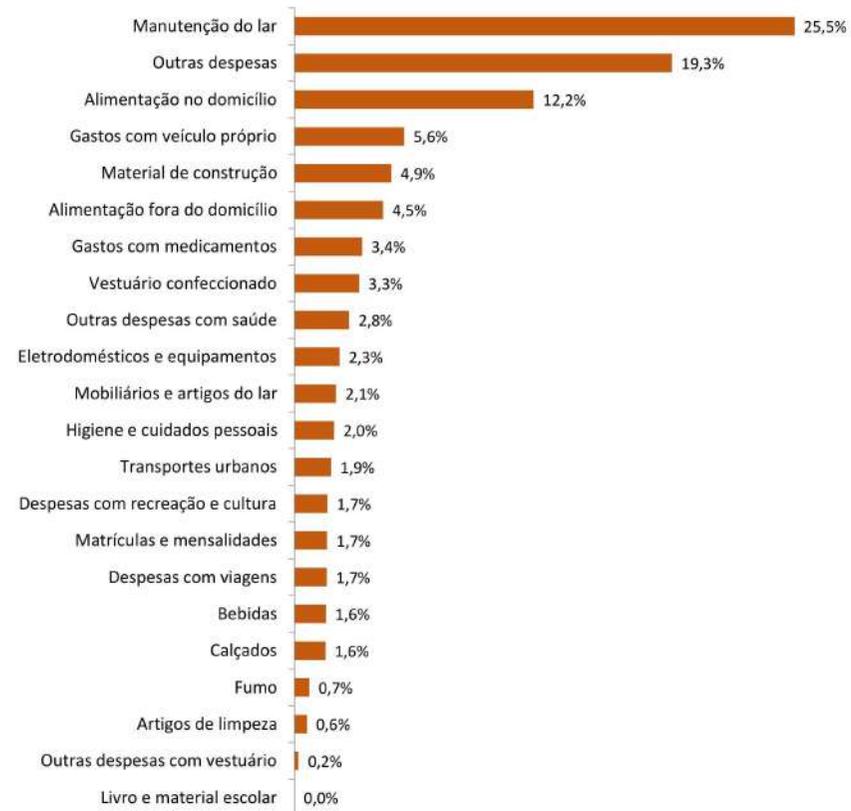
## Potencial de Consumo

Potencial de Consumo urbano  
R\$ 563 milhões

| Posição no ranking - 2018 |          |
|---------------------------|----------|
| Nacional                  | Estadual |
| 757                       | 74       |



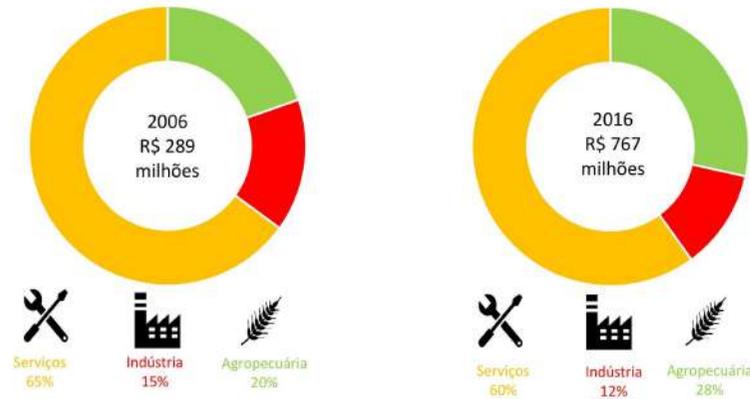
Potencial de Consumo urbano por tipo de despesa - 2018



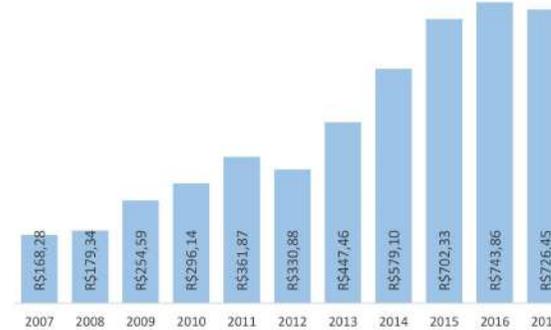
Potencial de consumo do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

## Finanças Municipais

Valor Adicionado por setor 2006 - 2016



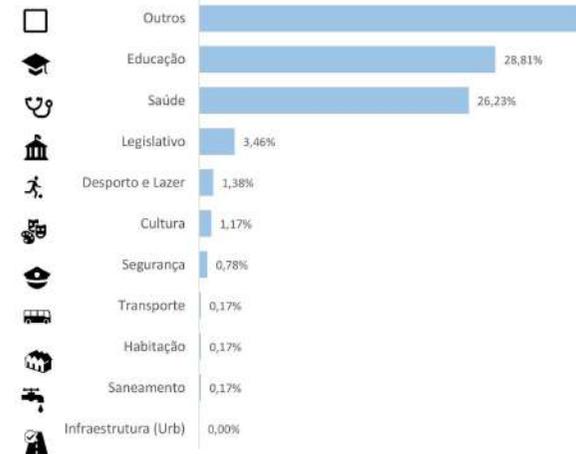
Valor Adicionado Fiscal - 2007 - 2017 (em milhões R\$)



Receita e Despesas Corrente - 2013-2016 (em milhões)



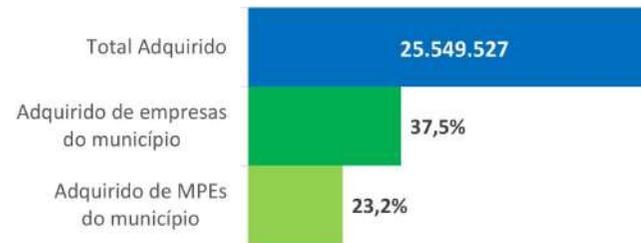
Despesas municipais por função - 2016



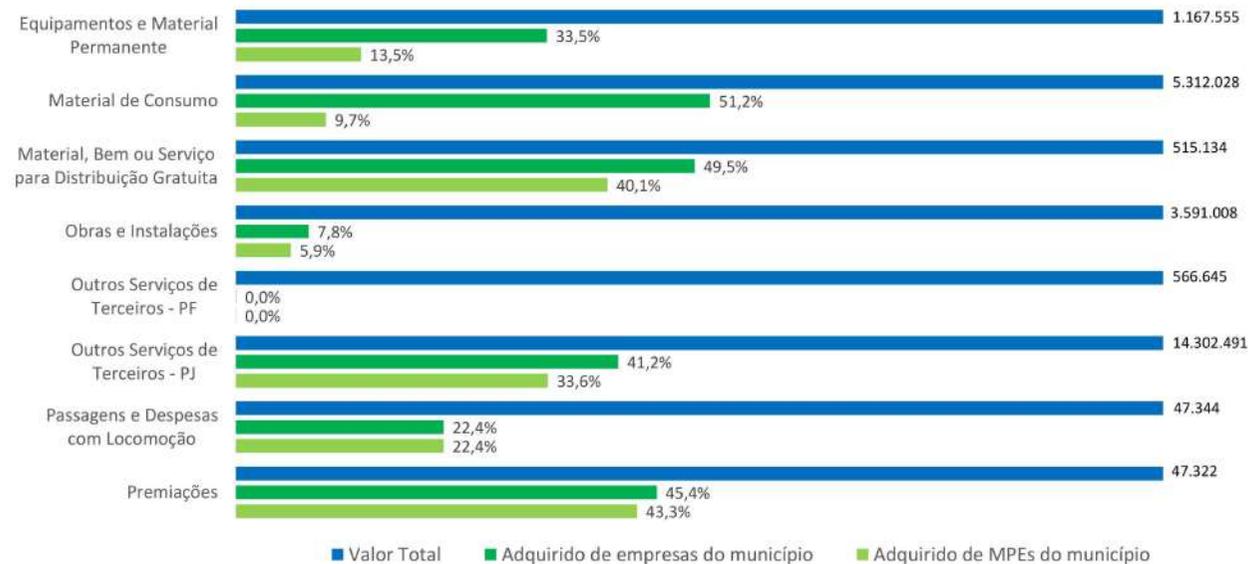
Finanças do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

## Compras Governamentais

Compras do Poder Público Municipal - 2017 (R\$)



Compras do poder público municipal por tipo de aquisição - 2017 (R\$)

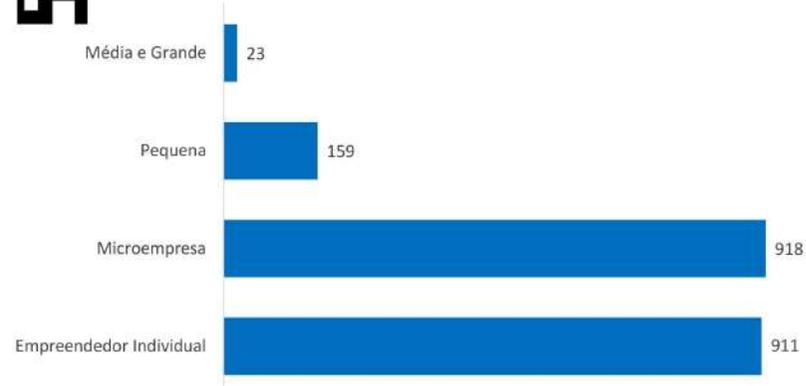


Compras governamentais do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

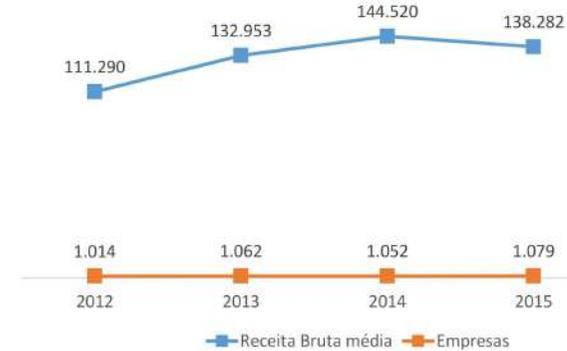
## Características Empresariais



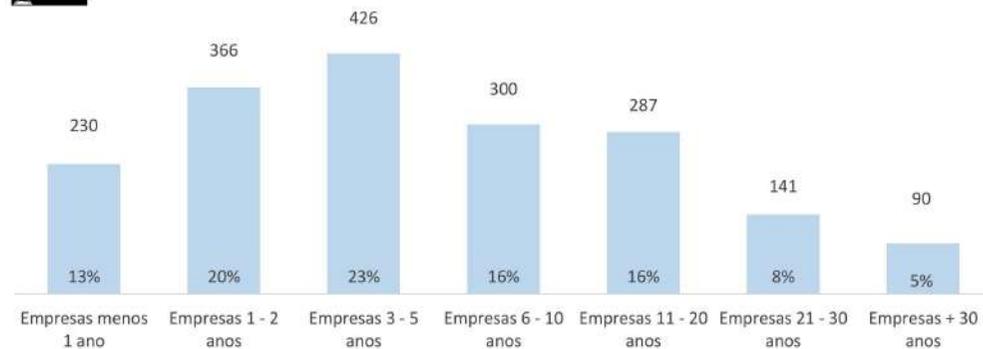
Estabelecimentos por porte segundo faturamento - 2015/2018\*



Receita média bruta e nº de empresas optantes pelo Simples 2012 - 2015



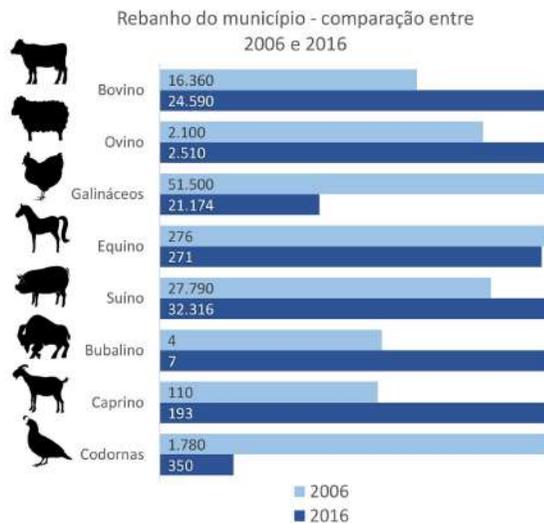
Distribuição das empresas do município por tempo de existência - 2014



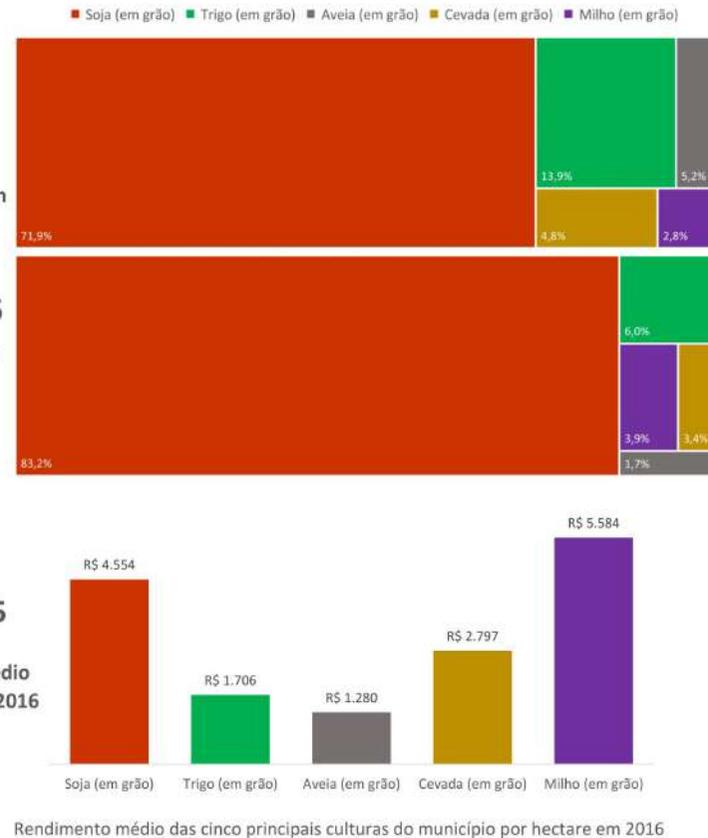
\* Empreendedor Individual: dados até outubro/2018. Outros portes: dados até dezembro/2015.

Características empresariais do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

## Características da Agropecuária



Análise das cinco principais culturas agrícolas do município em 2016



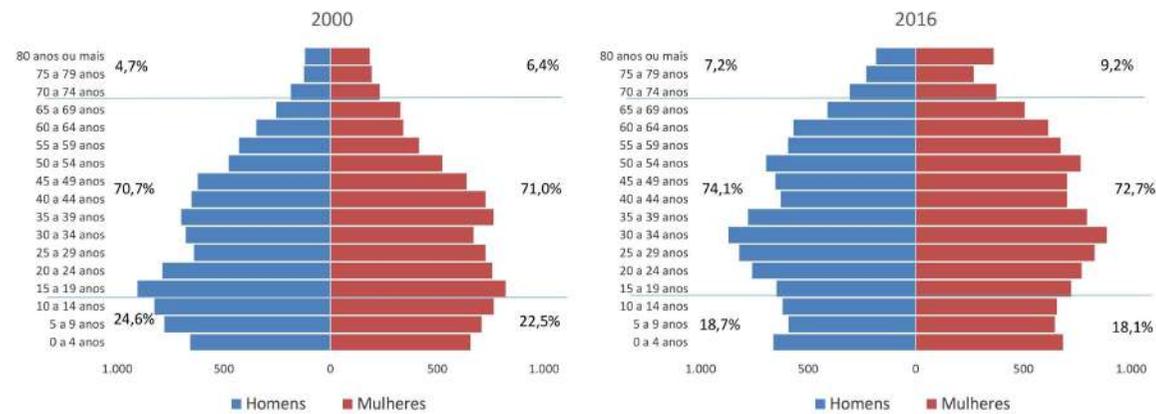
\*A quantidade de produtores rurais mencionada, se refere ao número de Declarações de Aptidão ao Pronaf emitidas no município, que podem ser realizadas pelo agricultor ou agricultora (uma declaração por família) ou por empreendimentos de agricultura familiar (associações, cooperativas e agroindústrias).

Características da agropecuária do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

## Perfil Demográfico



População residente 2000 - 2016



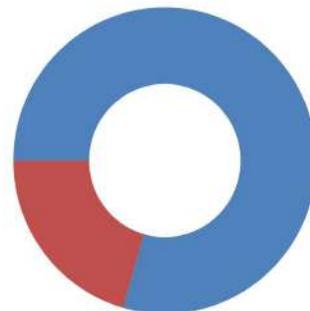
Características da população - 2010 - 2016



Urbana  
15.342



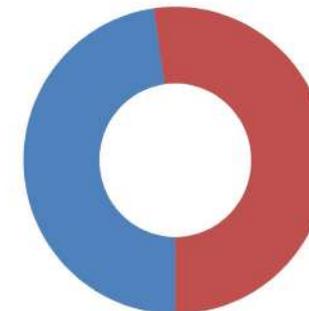
Rural  
3.968



Homens  
10.011



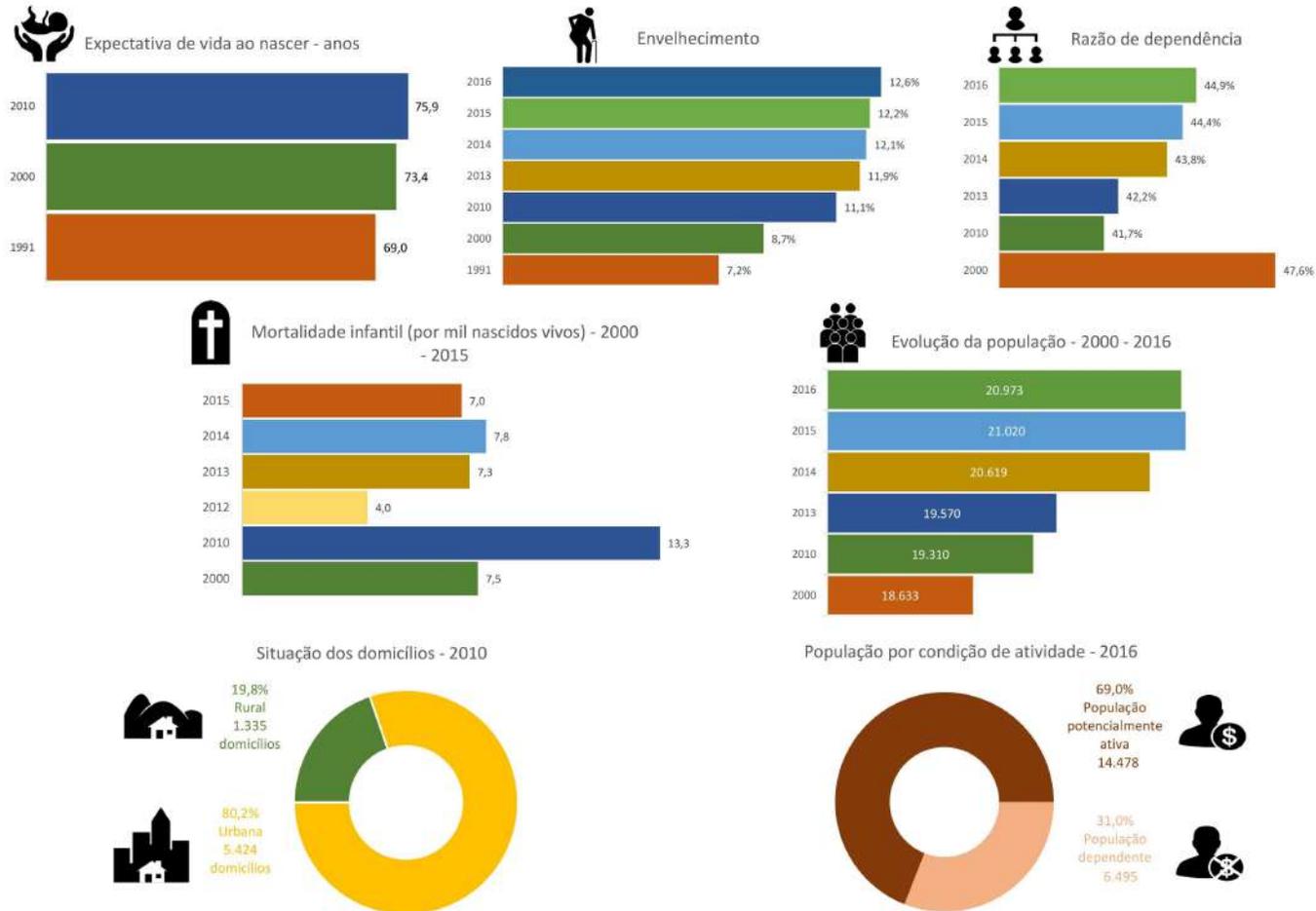
Mulheres  
10.962



Perfil Demográfico do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

## Indicadores Demográficos

Indicadores Demográficos - 2000-2016



Indicadores Demográficos do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

## Perfil Social

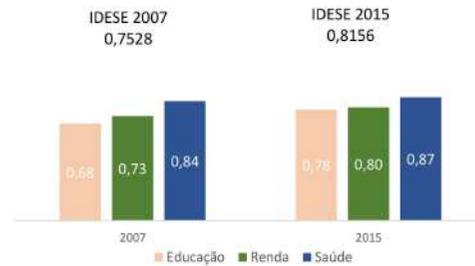
### Índice de Desenvolvimento Socioeconômico - IDESE - 2015

|              |             |
|--------------|-------------|
| <b>IDESE</b> | <b>0,82</b> |
| Educação     | 0,78        |
| Renda        | 0,80        |
| Saúde        | 0,87        |

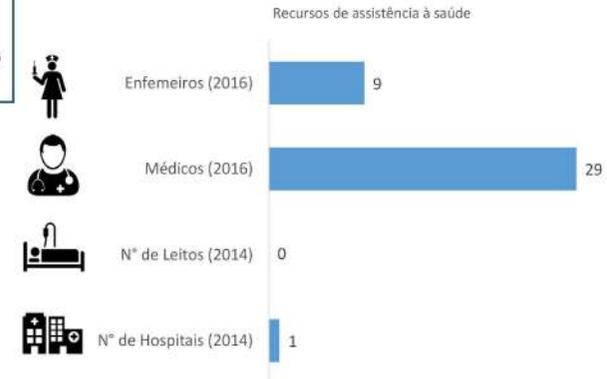
**Desenvolvimento Socioeconômico**  
**Alto**

**36<sup>a</sup>**  
**posição no estado**

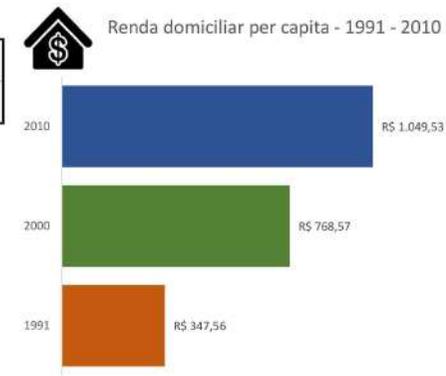
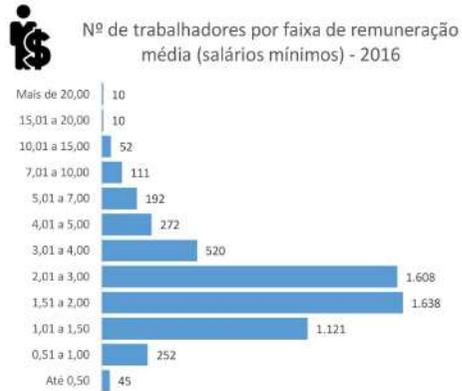
#### Evolução do IDESE 2007 - 2015



### Indicadores de Saúde



### Indicadores de Renda

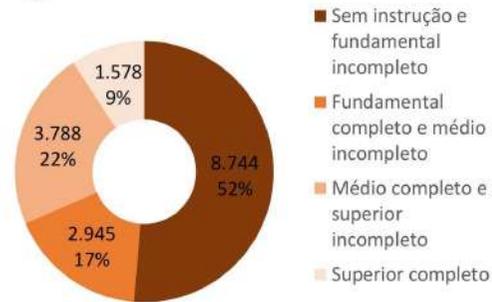


## Perfil Social do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

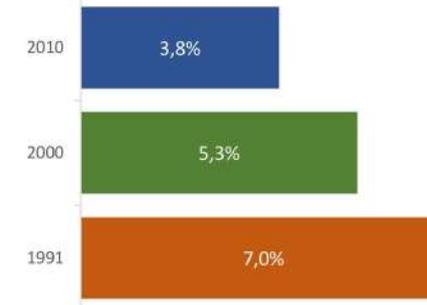
## Indicadores de Educação



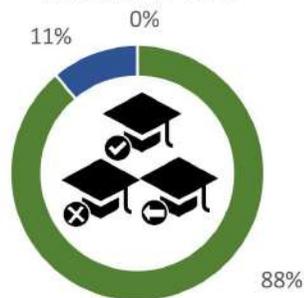
Escolaridade da população  
(10 anos ou mais) - 2010



Taxa de analfabetismo - 1991 - 2010

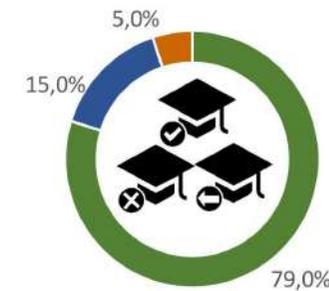


Taxa de desempenho escolar - Ensino Fundamental - 2016



■ Aprovação ■ Reprovação ■ Evasão

Taxa de desempenho escolar - Ensino Médio - 2016



■ Aprovação ■ Reprovação ■ Evasão

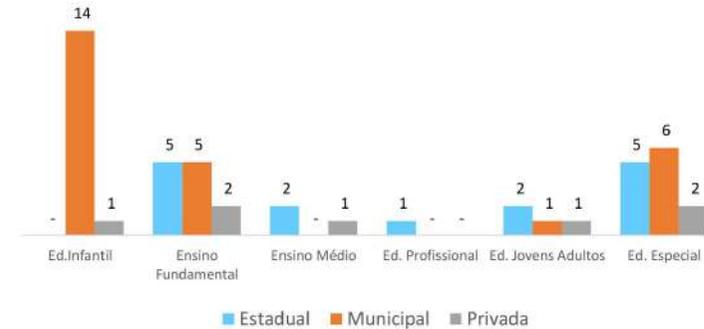
Indicadores de Educação do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)



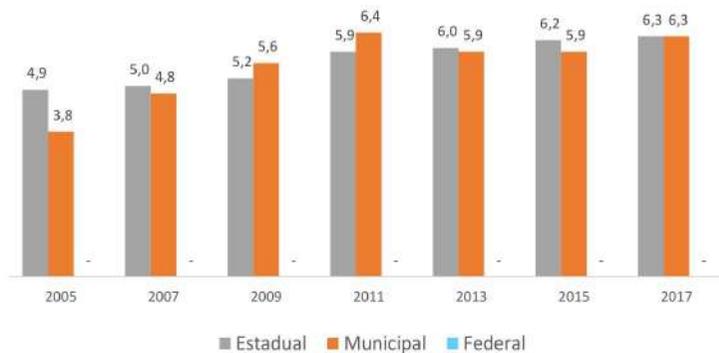
Nº de alunos matriculados - matrícula inicial - 2017



Nº de Estabelecimentos de ensino - 2017



Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - anos iniciais - 2005 - 2017

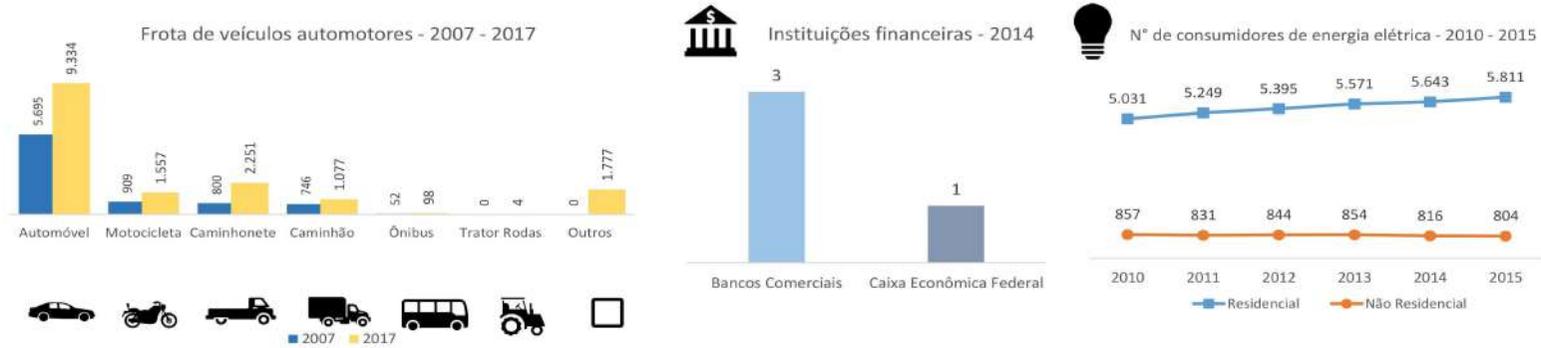


Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - anos finais - 2005 - 2017



Indicadores de Educação do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

## Infraestrutura



Principal(is) rodovia(s)  
BRS-290 >> BRS-448 >> BRS-386 >> ERS-332 >> ERS-223

### Situação dos Domicílios



## Infraestrutura do Município de Ibirubá (Perfil das Cidades Gaúchas – SEBRAE, 2019)

#### **5.2.4 Análise Integrada**

A integração das relações ambientais envolvendo os meios físico, biótico e socioeconômico, expõe os riscos e vantagens na administração do destino final dos resíduos urbanos.

Os riscos de contaminação sobretudo do meio físico envolvendo solo, águas superficiais e subterrâneas serão inerentes ao tipo de atividade, no caso específico do Aterro de Ibirubá.

Levando se em consideração as características ambientais da área do aterro, não há contaminação solo e das águas superficiais e subterrâneas, considerando-se as análises físico-químicas que seguem.



### 5.3 IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

#### a) A metodologia de identificação dos impactos, a técnica de previsão de suas magnitudes e os critérios adotados para a interpretação e análise de suas alterações

Tendo em vista a pequena área de interferência física na área do projeto de ampliação do aterro sanitário, a metodologia de identificação dos impactos ambientais, diante de um cenário de aterro já consolidado, baseou-se na observação direta do ecossistema e dos fatores ambientais envolvidos na atividade, avaliando-se as suas magnitudes com base no dimensionamento do projeto (célula de ampliação), tendo-se como critério básico e objetivo os resultados práticos (analíticos e *in loco*) dos indicadores indispensáveis no monitoramento do meio biótico (vegetação e fauna), meio físico (solo, águas superficiais e subterrâneas) e atmosféricos (ruído e fuligem), bem como os indicadores tecnológicos (sistemas de drenagens pluviais, efluentes - bacias de estabilização e gases) e estabilidade de taludes.

#### b) Determinar e definir indicadores ambientais para cada impacto descrito em seu respectivo meio

| MEIO               | INDICADORES AMBIENTAIS   |
|--------------------|--|
| Solo               | Erosão superficial<br>Contaminação superficial acidental/lixiviado |
| Águas superficiais | Contaminação por carga orgânica (MO) e metais pesados (MP)         |
| Águas subterrâneas | Contaminação por carga orgânica (MO) e metais pesados (MP)         |
| Vegetação          | Dano por contaminação  |
| Atmosfera          | Contaminação por emissões de metano e monóxido de carbono (CO)     |

c) Descrição detalhada dos impactos sobre cada fator ambiental relevante, considerado no diagnóstico ambiental, com valoração, magnitude e importância dos impactos

| FATOR AMBIENTAL    | IMPACTO AMBIENTAL         | VALORIZAÇÃO | MAGNITUDE      | IMPORTÂNCIA |
|--------------------|---------------------------|-------------|----------------|-------------|
| Solo               | Exposição da erosão       | Indeter.    | Média          | Grande      |
|                    | Exec. obras               | Indeter.    | Média          | Média       |
| Águas superficiais | Contaminação por MO e MP  | Indeter.    | Pequena        | Grande      |
| Águas subterrâneas | Contaminação por MO e MP  | Indeter.    | Indeter.       | Grande      |
| Atmosfera          | Contaminação por CO e CH4 | Indeter.    | Pequena        | Pequena     |
| Lixiviado          | Extração                  | Indeter.    | Pequeno /Médio | Grande      |

Obs: A valoração depende de vários fatores não mensuráveis no projeto, tendo em vista que não se conhece a amplitude dos danos que possam acontecer



**d) Síntese conclusiva dos impactos relevantes que poderão ocorrer em todas as fases do empreendimento, acompanhada de suas interações**

Os impactos ambientais relevantes na operação do aterro são enumerados em forma de planilha, ressaltando que o empreendimento se caracteriza por ampliação de célula de aterro no contexto de ambiente já antropizado e consolidado. Segue planilha abaixo.

| Tipos de Impactos                                  | Fase                     |                              |                         |
|--|--------------------------|------------------------------|-------------------------|
|  | Implantação              | Operação                     | Encerramento            |
| Erosão do solo/contaminação p/ vazamentos          | Exposição/Erosão do solo | Vazamentos de lixiviados     | Vazamentos de lixiviado |
| Contenção das águas superficiais e extravazamentos | extravazamentos          | Extravazamentos de lixiviado | extravazamentos         |
| Contenção das águas subterrâneas                   | -                        | Contaminação operacional     | Contaminação residual   |
| Contaminação da Atmosfera (fuligem/CH4)            | Emissões de CH4          | Emissões de CH4              | Emissões de CH4         |
| Vazamentos das lagoas de estabilidade              | -                        | x                            | x                       |

 Ocorrência com grau de significância variável de influência, que depende da condução operacional que pode minimizar ou maximizar os impactos ambientais.

### e) MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTAIS

| Classificação de Impactos |                            | Perda de qualidade do solo | Contaminação do solo | Redução do nível de água subterrânea | Redução da disponibilidade de água | Deterioração da qualid. das águas da superfície | Deterioração da qualid. das águas subterrâneas | Deterioração da qualid. do ar | Perda liq. De habitats | Alteração de ecossistemas aquáticos | Redução da base de recursos | Impacto visual | Incômodo e desconforto | Degradação do amb. Construído | Perda de recursos culturais | Possíveis ferimentos e mortes | Impactos sobre a saúde humana | Disseminação de doenças infecciosas | Redução da produção agrícola | Aumento da atividade comercial | Aumento da demanda de serviços públicos | Crescimento da população | Perturbação da vida comunitária | Capacitação da força de trabalho | Aumento arrecadação tributária | Diminuição da renda disp. |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---|--|-------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
|                           |                            |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Aspectos                  |                            | ●                          |                      |                                      |                                    | ●   | ●  |                               |                        |                                     |                             | ⊕              |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Uso do solo               | Degradação do solo         |                            | ●                    |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Perda de vegetação         |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        | ●                             |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Restrições de uso          |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Alteração da topografia    |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             | ⊕              |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Incidentes                | Vazamentos de efluentes    |                            | ●                    |                                      |                                    | ●   | ●  |                               |                        | ●                                   |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Vazamentos externos        |                            | ●                    |                                      |                                    | ●   | ●  |                               |                        | ●                                   |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Consumo de recursos       | Matérias - primas          |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Produtos manufaturados     |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Consumo de água           | Energia                    |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Água subterrânea           |                            |                      |                                      |                                    | ●   | ●  |                               |                        | ●                                   |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Emissões hídricas         | Águas superficiais         |                            |                      |                                      |                                    | ●   | ●  |                               |                        | ●                                   |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Fontes pontuais            |                            |                      |                                      |                                    | ●   | ●  |                               |                        | ●                                   |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Emissões atmosféricas     | Fontes difusas             |                            |                      |                                      |                                    | ●   | ⊕  |                               |                        | ●                                   |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Material particulado       |                            |                      |                                      |                                    |   |  | ⊕                             |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             | ⊕                             |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Emissões para o solo      | Gases e fumaça             |                            |                      |                                      |                                    |   |  | ⊕                             |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             | ⊕                             |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Infiltração no solo        | ●                          | ●                    |                                      |                                    | ⊕   | ●  |                               |                        | ⊕                                   |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Emissões para o ar        | Resíduos sólidos           | ●                          | ●                    |                                      |                                    | ⊕   | ●  |                               |                        | ⊕                                   |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Ruídos                     |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                | ⊕                      |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Outras emissões           | Vibrações                  |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                | ⊕                      |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Radiações                  |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                | ⊕                      |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Aspectos sociais          | Gerações de empregos       |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Atração de pessoas         |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Capacitação profissional   |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               | ⊕                                   |                              |                                | ⊕                                       |                          |                                 | ●                                |                                |                           |
|                           | Demanda de bens e serviços |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | Oportunidades de negócios  |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
|                           | xxxx de preços             |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |
| Geração de impostos       |                            |                            |                      |                                      |                                    |   |  |                               |                        |                                     |                             |                |                        |                               |                             |                               |                               |                                     |                              |                                |   |                          |                                 |                                  |                                |                           |

#### 5.4 MEDIDAS OTIMIZADORAS, MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS

a) Ao componente ambiental afetado nos meios físico, biótico ou antrópico

| <b>MEIO FÍSICO</b> | <b>MEDIDAS MITIGATÓRIAS PROPOSTAS</b>   |
|--------------------|---|
| Solo               | Controle de erosão<br>Controle de contaminação superficial  |
| Águas superficiais | Controle de contaminação superficial<br>Controle de possíveis vazamentos de<br>lixiviado  |
| Águas subterrâneas | Controle de possíveis vazamentos de<br>lixiviado  |
| Atmosfera          | Manutenção periódica dos<br>maquinários e veículos e sistemas de<br>drenagem de gases para redução de<br>emissão de fuligem e gases<br>respectivamente. |

Obs: Os meios bióticos e antrópico, pela magnitude do projeto em relação a atividade proposta, tendem a não sofrer impactos relevantes

b) À exequibilidade da medida respectiva em termos de meios, recursos, tecnologia, etc

| <b>MEIO FÍSICO</b> | <b>MEDIDAS MITIGATÓRIAS PROPOSTAS</b>  | <b>EXEQUIBILIDADE</b>                                  |
|--------------------|--|--|
| Solo               | Controle de erosão<br>Controle de contaminação superficial                                 | Exequível tecnologicamente / baixo recursos financeiro |
| Águas superficiais | Controle de contaminação superficial   | Exequível / baixo recursos financeiro                  |
| Águas subterrâneas | Controle de possíveis vazamentos   | Exequível tecnologicamente / baixo recursos financeiro |
| Atmosfera          | Manutenção periódica dos maquinários e veículos para redução de emissão de fuligem e gases | Exequível Tecnologicamente / baixo recursos financeiro |

c) À fase do empreendimento em que as medidas deverão ser implementadas (planejamento, implantação, operação, desativação e em casos de acidentes)

| MEIO FÍSICO        | MEDIDAS MITIGATÓRIAS   | FASES       |          |              |
|--------------------|--|-------------|----------|--------------|
|                    |  | IMPLANTAÇÃO | OPERAÇÃO | ENCERRAMENTO |
| Solo               | Controle de erosão<br>Controle de contaminação superficial                                 | X           | X        | X            |
| Águas superficiais | Extravazamentos  | X           | X        | X            |
|                    | Controle de contaminação superficial   | X           | X        | X            |
| Águas subterrâneas | Controle de possíveis vazamentos   | -           | X        | X            |
| Atmosfera          | Manutenção periódica dos maquinários e veículos para redução de emissão de fuligem e gases | X           | X        | X            |

#### **d) Ao caráter preventivo ou corretivo e eficácia da medida**

As medidas mitigatórias propostas são preventivas e corretivas e estão relacionadas a falhas de implementação do projeto, defecção nos aspectos construtivos ou de gestão insuficiente dos procedimentos básicos de controle de equipamentos e de sistemas convencionais relacionados a operação do aterro.

A eficácia das medidas do item 5.4 – a, b, c, será manifestada se os procedimentos forem aplicados conforme planos de monitoramento em operação.

#### **e) Prazo de aplicação: curto, médio ou longo**

O projeto do aterro prevê impactos ambientais no meio físico e no meio biótico, atingindo o solo, as águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e recepção (supressão de espécies em estágio não lenhoso).

Para cada impacto foi indicado medidas mitigatórias e monitoramento do sistema operacional.

Os impactos ambientais foram previstos, mas nada se pode afirmar sobre a magnitude e duração dos eventos.

Neste sentido remete-se ao item 5.4 para que se tome conhecimento das medidas mitigatórias para estabelecer diretrizes e prioridades dependendo do tipo de evento causador do impacto ambiental.

A aplicação das medidas propostas será necessária em função das ocorrências de incidentes nas fases de implantação, operação e encerramento do aterro, porém as medidas de descontaminação do meio físico (solos, águas e atmosfera) podem ser imprecisas no tempo de aplicação nas diferentes fases da operação, em função das ocorrências de possíveis eventos de contaminação em qualquer fase do projeto.

#### **f) Indicação do agente executor, com definição de responsabilidades**

Todas as medidas de caráter mitigatório serão de responsabilidade do município, salvo cláusulas contratuais que obriguem os licitantes de serviços a manter obrigações complementares, além da responsabilidade técnica pelas obras construídas ou serviços prestados.

**g) Sugestões de unidades de conservação - UC a serem beneficiadas ou criadas, com 0,5% (meio por cento) dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, de acordo com o disposto na Lei Federal nº 9985/2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Capítulo IV, Art. 36), no Decreto Federal nº 4.340/2002 (Capítulo VIII, artigos 31 a 33) e na Resolução CONAMA 371/06**

O município já preserva na área de aterro, conforme imagem de satélite em anexo, uma área de 57.652,735 m<sup>2</sup> de mata nativa, não havendo necessidade de criação de Unidade de Conservação.

#### **5.4-e) Cronograma de Execução de Medida Segundo Duração dos Impactos**

O projeto de aterro prevê impactos ambientais no meio físico e no meio biótico, atingindo o solo, as águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e vegetação e vegetação (supressão de espécies em estágio não lenhoso).

Para cada impacto foi indicada medidas mitigatórias e monitoramento do sistema operacional.

Os impactos ambientais foram previstos, mas nada se pode afirmar sobre a magnitude e duração dos eventos.

Neste sentido remete-se ao item 5.4 para que se tome conhecimento das medidas mitigatórias para estabelecer diretrizes e prioridades dependendo do tipo de evento causador do impacto.



## **5.5. ACOMPANHAMENTO, CONTROLE, MONITORAMENTO**

## **a) O componente ambiental afetado**

### **Solo**

- Controle de erosão: O monitoramento e controle deverá ser feito através de vistoria periódicas *in loco* em curto espaço de tempo.

### **Águas**

- **Superficiais:** O monitoramento e controle deverá ser feito através de amostragem e análises laboratoriais dos parâmetros selecionados e indicados pelo órgão licenciador.

- **Subterrâneas:** O monitoramento e controle deverá ser feito através de amostragem e análises laboratoriais dos parâmetros selecionados e indicados pelo órgão licenciador.

### **Atmosfera**

O controle e monitoramento deverá ser feito através de manutenção periódica do maquinário e veículos utilizados e do sistema de drenagem de gases.

### **Efluentes (bruto e tratado)**

O monitoramento e controle deverá ser feito através de amostragem e análises laboratoriais dos parâmetros selecionados e recomendados pelo órgão licenciador bem como na manutenção do nível de efluentes nas lagoas de estatização para que não haja prejuízos na operação ou extravazamentos.

## **b) A fase do empreendimento em que deverão ser implementadas**

O empreendimento será implantado em três fases distintas: A) fase de implantação; B) fase de operação; C) fase de encerramento. Os procedimentos de controle e monitoramento dos fatores ambientais deverá ser feito desde a fase de implantação, mais intensivamente na fase de operação. Porém toda e qualquer alteração ambiental de algum dos fatores mencionados, independem de fase para serem implantados devido necessidade e exigência.

**c) O caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia**

Os sistemas de monitoramento dos fatores ambientais do projeto são preventivos em relação a operação do empreendimento, porém as medidas mencionadas se tornarão corretivas a medida que forem reveladas anomalias nos procedimentos de controle e de resultados esperados, independente da fase do projeto.

A eficácia dos procedimentos vai depender do nível de assertividade dos controles operacionais relacionadas aos eventos anônimos que mereçam intervenção.

**d) O agente executor, com definição de responsabilidades**

O agente executor é o município, que responde por todos os atos praticados pelo empreendimento, embora haja contratos entre fornecedores e prestadores de serviço que serão solidariamente responsáveis pela implantação e operação do empreendimento.

**e) O cronograma de execução das medidas segundo a duração do impacto**

O projeto de aterro prevê impactos ambientais no meio físico e no meio biótico, atingindo o solo, as águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e vegetação e vegetação (supressão de espécies em estágio não lenhoso).

Para cada impacto foi indicada medidas mitigatórias e monitoramento do sistema operacional.

Os impactos ambientais foram previstos, mas nada se pode afirmar sobre a magnitude e duração dos eventos.

Neste sentido remete-se ao item 5.4 para que se tome conhecimento das medidas mitigatórias para estabelecer diretrizes e prioridades dependendo do tipo de evento causador do impacto.



## **PLANOS / PROGRAMAS AMBIENTAIS**

**a) Parâmetros selecionados para a avaliação dos impactos sobre cada um dos fatores ambientais monitorados**

| <b>FATORES AMBIENTAIS</b>   | <b>PARÂMETROS ANALISADOS</b> |
|-----------------------------|------------------------------|
| Solo                        | Metais pesados               |
| Águas superficiais          | Parâmetros definidos na LO   |
| Águas subterrâneas          | Parâmetros definidos na LO   |
| Efluentes (bruto e tratado) | Parâmetros definidos na LO   |
| Atmosfera                   | Sem definição de parâmetros  |

**b) Rede de amostragens, incluindo seu dimensionamento e distribuição espacial**

A rede de amostragem incluindo efluentes bruto, tratado, águas superficiais e subterrâneas está distribuída em mapa de amostragem em anexo.

**c) Métodos de coleta e análise das amostras**

A metodologia de coleta e análise das amostras realizadas será baseada nos procedimentos do laboratório responsável pela amostragem cadastrado junto a FEPAM, que será o responsável pelos procedimentos estabelecidos pelas normas técnicas específicas de laboratórios.

**d) Periodicidade das amostragens para cada parâmetro, segundo diversos fatores ambientais**

Considerando a periodicidade das amostragens constante na Licença Operacional da célula em operação, a periodicidade das amostragens será de 6 meses, nas estações extremas de inverno e verão, realizadas durante a vigência da Licença de Operação a ser obtida.

## **PROGRAMAS AMBIENTAIS**

### **a) PROGRAMA DE CONTROLE DE EROSIÃO E ASSOREAMENTO**

O objetivo do programa é reduzir a ação da erosão e do consequente assoreamento.

A erosão vai se manifestar em todas as movimentações de solo:

- Limpeza da área com remoção do solo superficial;
- Configuração de montes de solos de bota-fora;
- Operações de corte de solo (abertura de célula);
- Operações de terraplenagem (aterros);
- Operações de configuração de talude de construção da célula;
- Operações de extração de solo de empréstimo.

- **Medidas mitigatórias**

Em todas as situações acima descritas será necessário a construção de sistema temporário de drenagem de águas pluviais (valas) conectadas com bacias de contenção pluvial para reduzir a ação caótica das águas que provocam erosão e assoreamento.

Nos locais onde não haverá mais movimentação de solo, deverá ser feita a recomposição da cobertura vegetal através da semeadura de gramíneas.

- Responsável: Indicação a cargo do gestor do aterro.

### **b) PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS**

O objetivo do programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas é constatar a qualidade das águas conforme parâmetros exigidos na Licença Ambiental.

- **Medidas de controle**

É necessária a realização de amostragem periódica das águas e consequente análises laboratoriais para ser observado o comportamento dos parâmetros recomendados para monitoramento, de acordo com a periodicidade exigida do Órgão Licenciador.

As amostragens deverão ser realizadas conforme Normas Técnicas da estabelecidas pelo laboratório responsável.

- Responsável: Laboratório contratado.

### **c) PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Município de Ibirubá possui Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Urbanos, contemplando uma Associação de Catadores.

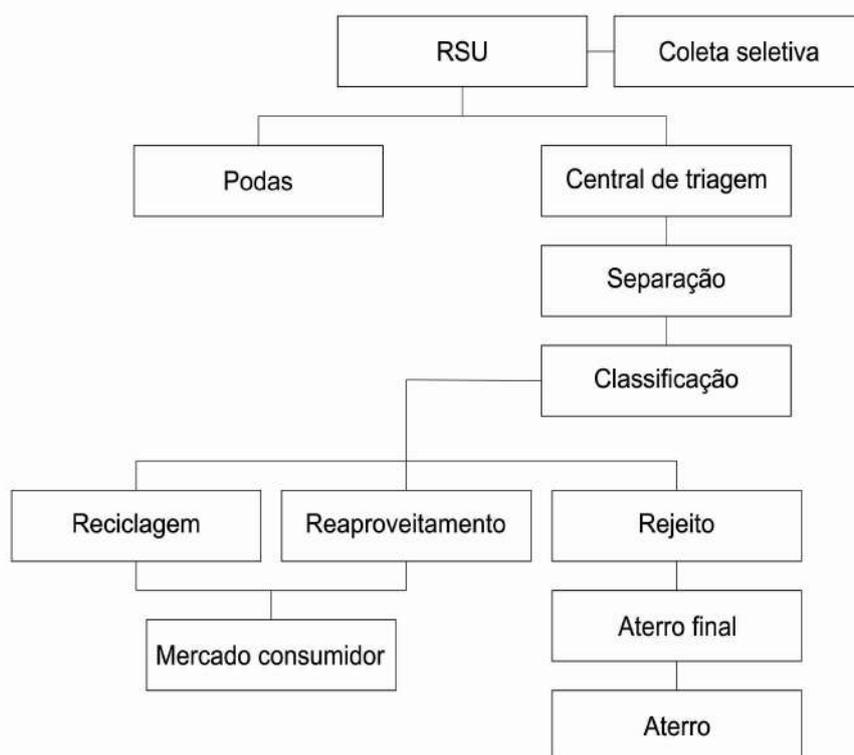
Com a ampliação da operação de aterro, através da implantação de mais uma célula como destino final dos resíduos urbanos, será contemplado na mesma área, conforme drenagem descritivo e projeto em anexo, uma Central de Triagem de Resíduos, centralizando todo gerenciamento dos resíduos urbanos na área do aterro.

Os resíduos coletados e encaminhados para o aterro serão destinados a Central de Triagem para separação, acondicionamento e armazenamento temporário, por tipo de resíduo, dando o devido destino final.

Desta forma os resíduos que poderão ser reciclados e reutilizados serão inseridos no mercado consumidor.

Os rejeitos do processo de separação serão encaminhados para a célula de aterro.

Segue fluxograma das atividades do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos identificados pelas informações disponíveis.



**FLUXOGRAMA  
PLANO DE GERENCIAMENTO DE RSU**

#### **d) PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE EFLUENTES**

O objetivo do programa de gerenciamento de efluentes é controlar os valores e a qualidade do efluente bruto e tratado. O volume de efluentes produzidos exige criterioso monitoramento devido o volume de chorume gerado, o volume das lagoas de estabilização, as precipitações pluviométricas, as taxas de evaporação e o volume de aspersão, exigindo balanceamento no conjunto destes fatores, incluindo a construção de uma lagoa de estabilização para suprir a demanda.

A amostragem periódica dos efluentes deverá ser feita conforme parâmetros e periodicidade recomendados pelo Órgão Licenciador.

As amostragens deverão ser realizadas conforme Normas Técnicas estabelecidas pelo laboratório responsável.

- Responsável: Laboratório Cadastrado na FEPAM.

## **e) PROGRAMA DE CONTROLE E REDUÇÃO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS**

O objetivo do programa de controle e redução das emissões atmosféricas é a redução das emissões de CH<sub>4</sub> (metano) e CO (monóxido de carbono).

- **Medidas de controle**

Monitorar constantemente o queimador de gases junto ao sistema de drenagem de gases e controlar mediante planilha de manutenção, a regulagem periódica dos motores do maquinário e veículos de operação.

Deverá ser proibido produzir faíscas próximo aos drenos de gases que podem produzir explosões.

- Responsável: Indicação a cargo do gestor do aterro.

## **f) PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL**

O objetivo do programa de compensação ambiental visa compensar os danos provocados pela implantação do empreendimento desde a fase de instalação até a desativação do mesmo.

Tendo em vista o tamanho da área afetada pelo projeto, consistindo em uma etapa de ampliação de atividade em operação (aterro sanitário) já aprovada pelo Órgão Licenciador, bem como o status ambiental da referida área, sem ocorrência de vegetação com rendimento lenhoso, que não demanda de compensação ambiental, o programa de compensação ambiental reduz-se a recuperação ambiental da área de extração de solo de empréstimo através de retaludamento (estabilização de taludes) na frente de extração e em operação progressiva onde já se atingiu os limites físicos definidos para extração de solo, além do andamento da cortina vegetal no perímetro do aterro.

O local de extração deverá ser contemplado com vegetação rasteira (gramíneas) numa fase inicial, podendo reabrigar outras espécies de maior porte quando o aterro for encerrado.

Na fase de encerramento deverá ser programada o paisagismo do empreendimento com espécies adequadas no entorno das células.

- Responsável: Indicação a cargo do gestor do aterro.

### **g) PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

O objetivo do programa de recuperação de áreas degradadas é restaurar as áreas atingidas pela implantação do aterro.

As áreas que são atingidas correspondem as áreas de extração de solo de empréstimo, de construção da nova célula de aterro e da bacia de contenção pluvial prevista e a nova lagoa de estabilização, devido a mobilização temporária de solo.

- **Medidas mitigatórias**

Após a construção da célula de aterro e da bacia de contenção pluvial e a nova lagoa de estabilização, assim como de obras complementares pontuais (área de manobras, poço testemunho, poços de monitoramento e drenagem pluvial) e de extração de solo de empréstimo, as referidas áreas deverão ser suavizadas topograficamente e contempladas com cobertura vegetal através de sementeiras com gramíneas.

- Responsável: Indicação a cargo do gestor do aterro.

### **h) PROGRAMA DE CONTROLE DE TRÁFEGO**

O objetivo do programa de controle de tráfego é disciplinar a movimentação de veículos que ingressarão na área de aterro.

- **Medidas de controle**

O gestor operacional do aterro deverá, em conjunto com o responsável das operações que envolvem as atividades, estabelecer as seguintes providências:

- 1) limitar a entrada simultânea de veículos com direcionamento para o mesmo local, dando prioridade as caçambas coletoras de lixo e aos veículos de manutenção.
- 2) providenciar o alargamento do acesso principal a área do aterro para facilitar o fluxo de veículos e evitar riscos de acidentes.
- 3) Limitar a velocidade de circulação interna no aterro.

- Responsável: Indicação a cargo do gestor do aterro.

### **i) PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO**

O programa de capacitação e treinamento tem por objetivo orientar de forma clara e segura o pessoal de apoio e de operação do aterro.

Todos os envolvidos na operação do aterro deverão conhecer previamente o sistema operacional, desde a fase de implantação, operação, encerramento e desativação da atividade ressaltando os aspectos de segurança operacional em todas as fases, o sistema de manejo e monitoramento de solos, águas superficiais e subterrâneas, vegetação, resíduos e emissões atmosféricas.

Os municípios através do gestor do aterro, deverá capacitar colaboradores e delegar ministrante para palestra esclarecedora e motivacional para todos os envolvidos na operação do aterro, tanto servidores quanto terceirizados, abordando os seguintes aspectos:

- Geração e redução de resíduos em todas as fases do aterro.
- Preservação da vegetação
- Preservação do solo com cobertura vegetal
- Causa e efeitos da erosão
- Consequências de contaminações do solo, águas superficiais e subterrâneas, vegetação e atmosfera.
- Controle de vazamentos em equipamentos
- Segurança operacional em uso e tráfego de maquinário e veículos
- Riscos de acidentes considerando mau uso de maquinário, veículos e desrespeito às declividades na área do aterro.
- Riscos de explosões e incêndios
- Riscos de extravasamentos de bacias de contenção e lagoas de estabilidade.

## **PLANO DE OPERAÇÃO**

### **Introdução**

O manual de operação tem como objetivo orientar os serviços necessários para a Operação do Aterro Sanitário através das células projetadas, sendo fonte de consulta permanente para todo o pessoal envolvido na atividade, devendo em caso de dúvidas, recorrer ao responsável técnico do aterro para dirimir todas as dúvidas.

Os operadores do aterro deverão entender toda a metodologia construtiva do mesmo, para otimizar todas as etapas da atividade.

## **OPERAÇÃO DIÁRIA**

### **RECEPÇÃO DOS RESÍDUOS**

#### **1) Entrada**

A guarita de entrada do aterro sanitário deverá permanecer com servidor que fará a devida inspeção do carregamento e entrada e saída de caminhões através de planilha específicas, conforme instruções contidas nas mesmas em anexo.

#### **2) Descarga**

O carregamento de resíduos que ingressa no aterro deverá ser orientado pelo encarregado da operação que deverá indicar o local exato onde os resíduos deverão ser descartados.

### **3) COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DESCARREGADOS**

Os resíduos destinados ao Aterro deverão sofrer compactação numa operação que deverá envolver no mínimo 5 passadas sobre o monte de resíduos dispostos na área de trabalho, prevendo-se nesta operação uma redução de volume de no mínimo 3 vezes.

Após a redução de volume os resíduos serão transportados, com uso de trator de esteira, até o ponto de disposição final, onde a frente de trabalho, seja

operada numa faixa de 1 m de altura, para que o operador possa trabalhar com segurança na configuração do Aterro.

#### **a) Procedimentos de compactação**

- O trator de esteira deverá transitar sobre os resíduos no mínimo 5 vezes sobre a mesma pilha;
- A inclinação do talude resíduos deve ser suave para que o transito (subida e descida) do trator de esteira seja feita com segurança;
- Toda superfície ou frente de trabalho do talude de resíduos deve ser compactada diariamente;
- Todo o volume de resíduos que entra no aterro diariamente deve ser compactado no mesmo dia de entrada.
- Após a compactação e disposição dos resíduos na área de configuração do aterro, deverá ser procedida a cobertura da superfície dos taludes de resíduos gerados, feita com uma camada de argila com espessura de 0,20 com o uso de trator de esteira.

#### **b) Avanço da célula**

Para a célula de aterro prevista, recomenda-se que o aterramento de resíduos seja configurado no lado sul, com frente de trabalho numa faixa de largura de 10 m e altura máxima de 1,50 m com progressivo avanço das camadas (faixas) de aterro no sentido norte, contemplando a construção de taludes para progressão sucessiva na configuração das camadas dos taludes de resíduos.

### **4) DRENAGEM PLUVIAL**

Tendo em vista a necessidade de controlar a geração de efluentes dentro da célula projetada, a mesma será dividida em três partes e separada por um dique de solo compactado, com altura de 1,50 m, crista de 1,50 m e base de 4,40 m para fins de reduzir a geração de chorume gerado pelas águas pluviais concentrada no interior da célula, conforme mapa em anexo.

A porção leste da célula vai funcionar como reservatório pluvial, enquanto que porção oeste se iniciará a configuração do aterro projetado.

As águas pluviais retidas no reservatório temporário da porção leste deverão ser bombeadas para a bacia de contenção projetada.

Os efluentes (chorume) gerados na porção oeste serão drenados para a primeira lagoa de estabilização, através do dreno de efluentes da célula de aterro.

Durante a fase de operação deverá ser mantida a drenagem pluvial de contorno da célula de aterro, conforme planta do sistema de drenagem pluvial do aterro projetado.

## **5) MONITORAMENTO OPERACIONAL**

### **a) Drenagem de gases**

A base do sistema de drenagem de gases gerados nas fases de construção do aterro, na fase de operação do aterro deve ser paulatinamente construída, conforme avanço da altura das camadas do aterro, para que o sistema de exaustão funcione.

Os operadores do aterro devem ter perfeito entendimento do projeto para que o sistema de drenagem funcione.

### **b) Drenagem pluvial**

As águas pluviais retidas na célula na porção leste deverão ser bombeadas para a bacia de contenção projetada. Os efluentes (chorume) gerados na construção do aterro serão drenados para a primeira lagoa de estabilização através do dreno de efluentes da célula de aterro.

Durante a fase de operação deverá ser mantida a drenagem pluvial de contorno da célula de aterro, conforme planta do sistema de drenagem pluvial do aterro projetado.

As bacias de contenção pluvial devem ser contempladas com monitoramento para fins de evitar assoreamentos e extravazões.

### **c) Cobertura periódica dos resíduos**

Após a compactação e disposição dos resíduos na fase de configuração final do aterro, deverá ser procedida a cobertura da superfície dos taludes de resíduos gerados, feita com uma camada de argila com espessura de 0,20 m com o uso de trator de esteira.

#### **d) Drenagem de testemunho**

O monitoramento da presença de chorume do sistema de testemunho deverá ser feito através dos poços testemunhos, localizado entre as lagoas de estabilização e os taludes do aterro, conforme mapa em anexo.

#### **e) Drenagem de efluentes**

O monitoramento da vazão do sistema de efluentes (chorume) deverá ser feito através das conexões com o sistema de drenagem de gases, utilizando-se de videoscopia se houver colmatação do sistema de drenagem, para fins de localizar os pontos de obstrução.

#### **f) Desobstrução das lagoas de estabilização**

Para fins de remoção do lodo do fundo das lagoas de estabilização, devem ser utilizados caminhões limpa-fossas, com uso de haste guia de operação manual, visando a sucção do resíduo sem risco de rompimento da geomembrana.

### **6) FECHAMENTO DA CÉLULA**

#### **a) Impermeabilização superior**

Ao atingir a altura e volume previsto para a célula de aterro, toda a superfície dos taludes configurados e cobertos por uma camada de argila, deverá ser coberta com manta de geomembrana de 1,0 mm de espessura.

A camada de proteção da geomembrana deverá ser construída, com uso de trato de esteira, numa camada de argila de no mínimo 0,80 m de espessura, para fins de proteção, e constitui-se de substrato para vegetação rasteira (gramíneas) sobre a célula.

## 7) CONTROLE DE VISITAS

A visitação do aterro sanitário deverá ser feita sob controle através de planilha, conforme abaixo.

| PLANILHA DE VISITA |      |                                 |                  |                     |            |
|--------------------|------|---------------------------------|------------------|---------------------|------------|
| Data               | Hora | Cidade de origem dos visitantes | Placa do veículo | Nome dos visitantes | Assinatura |
|                    |      |                                 |                  |                     |            |

## 8) EQUIPE OPERACIONAL

### a) Controle de entrada

- 01 funcionário em horário de expediente para controlar a entrada e orientar as descargas de os resíduos sólidos urbanos.
- 01 operador de trator de esteiras: função de compactar e operar a máquina dentro do Aterro Sanitário
- 01 zelador: operador de roçadeira e com a função de aparar as gramas, controlar o ataque das formigas, limpeza dos plásticos e papeis que são arrastados pelos ventos.
- 01 Engenheiro: visitas a cada 15 dias para treinamento do operador no controle das planilhas de entrada, efetuar as medidas técnicas necessárias para a otimização do aterro.

## 9) CONTROLE DE MAQUINÁRIO

| Placa | Dia/semana | Dia/mês | Hora | Tipo de resíduo | Rom | km |
|-------|------------|---------|------|-----------------|-----|----|
|       |            |         |      |                 |     |    |

### Instruções para preenchimento:

Objetivo: monitorar a entrada de resíduos sólidos urbanos na unidade de aterro, medindo a quantidade de lixo que entra diariamente e quanto lixo que sai para ser comercializado.

- 1 - Data: Dia, mês e ano da pesagem dos resíduos (lixo).
- 2 - Placa: Placa do caminhão que está sendo pesado.
- 3 - Hora: Horário em que o caminhão está sendo pesado.
- 4 - Rom: Colocar o número do romaneio.
- 5 - km: Anotar a quilometragem do caminhão quando chega para ser pesado.

| <b>MONITORAMENTO / FUNCIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS<br/>(TRATOR DE ESTEIRAS)</b> |                          |                   |                |       |
|---|--------------------------|-------------------|----------------|-------|
| Data  | Período<br>funcionamento | Total<br>(h.min.) | Período ocioso | Total |
|   |                          |                   |                |       |

A planilha se referente ao período de funcionamento da retroescavadeira na unidade em que estiver trabalhando.

- 1 - Data: Anotar a data em que a máquina está trabalhando.
- 2 - Período de funcionamento: Anotar quanto tempo a máquina ficou trabalhando.
- 3 - Total (h.min.): Anotar o tempo total que a máquina trabalhou num dia.
- 4 - Período ocioso: Anotar quanto tempo a máquina não ficou trabalhando.
- 5 - Total (h.min.): Anotar o tempo total que a máquina não trabalhou num dia.

## **10) PLANO DE AÇÃO**

O gestor operacional do aterro deve elaborar plano de ação, mencionando as ações a serem desenvolvidas bem como os responsáveis por cada uma delas com status de monitoramento

Ibirubá, RS, 05 de agosto 2019

Enoir Greiner

CREA/RS 052412-D



## **PLANO EMERGENCIAL**

O plano de emergência tem como objetivo elencar todos os riscos e possíveis acidentes envolvendo elementos construtivos e operacionais do aterro.

## **IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS POTENCIAIS**

### **a) INCÊNDIOS:**

- **Incidência de fogo**
  - > Na área de depósito de resíduos e estação de triagem
  
- **Ocorrência de explosão**
  - > No interior do aterro
  - > Nos drenos gases

### **ACIONAMENTO:**

- Gestor Operacional – Fone:
- **Responsável Técnico- Fone:**
- Secretaria do Meio Ambiente- Fone:
- Prefeitura Municipal- Fone:
- **Corpo de Bombeiros- Fone:**
- Hospital (no caso de feridos) - Fone:
- FEPAM/ Emergência- Fone: (51) 3288-9522

### **MEDIDAS EMERGENCIAIS**

- Uso de extintores adequados ao tipo de sinistro
- Desligamento das fontes de energia

### **MEDIDAS DE SEGURANÇA**

a) Monitoramento, através de manutenção periódica, de possíveis sobrecargas elétricas e curto circuito e de faíscas próximas aos drenos de gases e dos depósitos de resíduos.

### **b) TRANSBORDOS DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO**

## MEDIDAS EMERGENCIAIS

### - **Acionamento:**

- > Gestor Ambiental- Fone:
- > Responsável Técnico- Fone:
- > Secretário do Meio Ambiente- Fone:
- Drenagem/ Recirculação de efluentes para lagoas de estabilização à montante e para a célula de aterro em operação

## MEDIDAS DE SEGURANÇA

- Monitoramento de nível das lagoas de estabilização

## c) **ROMPIMENTO DE TALUDES**

### - **Acionamento:**

- > Gestor Ambiental- Fone:
- > Responsável Técnico- Fone:
- > Secretário do Meio Ambiente- Fone:

## MEDIDAS EMERGENCIAIS

- Dimensionar a amplitude do evento
- Reforçar base dos taludes
- Retaludamento dos taludes
- Reforço dos taludes com geogrelhas

## MEDIDAS DE SEGURANÇA

- Monitoramento contínuo das superfícies dos taludes
- Monitoramento da drenagem pluvial
- Evitar trânsito de veículos nas células dos taludes
- Controle de erosão nas superfícies dos taludes
- Reforço dos taludes com geogrelhas

## d) **TOMBAMENTO DE VEÍCULOS/ MAQUINÁRIO**

**- Acionamento:**

- > Gestor Ambiental- Fone:
- > Responsável Técnico- Fone:
- > Secretário do Meio Ambiente- Fone:
- > Hospital (no caso de feridos) - Fone:
- > Corpo de Bombeiros (se necessário) - Fone:

**MEDIDAS EMERGENCIAIS**

- Isolamento da área
- Primeiros socorros aos feridos
- Comunicação com equipe de saúde emergencial do município

**MEDIDAS DE SEGURANÇA**

- Reavaliar declividade e geometria dos taludes de resíduos e dos acessos aos taludes da célula de aterro
- Reavaliar a velocidade máxima dos veículos de transporte de resíduos e de serviços

**e) ROMPIMENTO DAS BACIAS DE CONTENÇÃO PLUVIAL**

**- Acionamento:**

- > Gestor Ambiental- Fone:
- > Responsável Técnico- Fone:
- > Secretário do Meio Ambiente- Fone:

**MEDIDAS EMERGENCIAIS**

- Reconstrução dos taludes
- Mapeamento das zonas de alagamento e de erosão
- Drenagem de pontos de alagamento
- Estabilização dos focos de erosão

**MEDIDAS DE SEGURANÇA**

- Reconstrução dos taludes com fator de segurança superior à situação dos taludes pré-rompimento

#### EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

- EPIS básicos e específicos da atividade sob responsabilidade do responsável técnico e gestor de operação do aterro

#### LIBERAÇÃO DE RECURSOS FINANCEIROS EMERGENCIAIS

##### - Acionamento:

- > Prefeito Municipal
- > Secretário do Meio Ambiente
- > Secretário de Administração e Finanças

#### MATERIAIS NECESSÁRIOS

##### - Acionamento:

- > Responsável Técnico
- > Gestor Operacional do Aterro
- > Secretário do Meio Ambiente
- > Secretária de Administração e Finanças

Ibirubá, RS, 05 de agosto de 2019

Enoir Greiner  
CREA/RS 052412-D

## **5.6. Prognósticos dos Impactos Ambientais**

a) Os impactos ambientais devido a ampliação do aterro, não serão relevantes no futuro em função do diagnóstico ambiental apresentado, devido ao controle tecnológico e de produtos utilizados, visando melhorias operacionais que reduzam a probabilidade de impactos ambientais relativos em todas as fases de implantação, operação e encerramento do empreendimento

Na avaliação de cenários com ou sem a presença do empreendimento proposto, não há percepção fática de que o mesmo se implantado, venha trazer prejuízo ao meio ambientes, uma vez que a atividade de aterro no local está centralizada, devendo-se, porém, serem tomadas todas as medidas e precauções necessárias para manter e melhorar as condições ambientais na operação do aterro, conforme projeto e monitoramento sistêmico proposto.

b) Na região de aterro da área do aterro não existe prejuízo decorrente da operação de aterro, mantendo-se o cenário atual de ocupação do solo sem perspectiva de instalação de outras atividades produtivas que venham a ser prejudicadas no futuro.

### **5.7. Análise Conclusiva**

O empreendimento proposto, caracterizado pela construção de uma célula de aterro para ampliação das operações no conjunto de obras e serviços projetados e oportunizar melhorias na qualidade e saúde ambiental neste tipo de atividade.

A operação de aterros sanitário é prejudicial à saúde humana e com a construção de Estação de Triagem de Resíduos a Associação dos Catadores será beneficiada, sendo oferecido a ela uma possibilidade de trabalho com mais dignidade, possibilitando uma vida mais saudável e aumento de renda.

O Relatório Ambiental Simplificado traz em seu conteúdo a identificação e medidas mitigatórias que possibilitam a implantação da ampliação do projeto, que é de grande repercussão sócio ambiental, devido ao interesse público em melhorar a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Santa Cruz do Sul, 15 de julho de 2019

**Enoir Greiner**

Geólogo - CREA/RS 052412



## **5.8 CARTOGRAFIA**



## **5.9 EQUIPE TÉCNICA**

- **Enoir Greiner**

Geólogo- CREA/RS 052412

- **Lucas Henkes**

Geólogo- CREA/RS 236919

- **Anderson Sopelsa**

Engenheiro Agrônomo - CREA/RS 180018

- **Ataliba Machado Almiron**

Engenheiro Civil - CREA/RS 121346

- **Elias Dresch**

Engenheiro Bioquímico - CREA-RS 160879

- **Paloma Rachor Sperb**

Bióloga - CRBio03 N° 110930/03



## **5.10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AQUINO, S.F. **Caracterização da DQO efluente de sistemas de tratamento biológico.** *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.8, p.135-144, 2003.

BACKES, Paulo & IRGANG, Bruno. **Árvores do Sul:** Guia de identificação & interesse ecológico. As principais espécies nativas sul-brasileiras. Clube da árvore – Instituto Souza Cruz. 1º edição. 2002.

CHERNICHARO, C.A.L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: reatores anaeróbios.** v.5, DESA-EEUFMG, 245p., 1997.

Decreto nº41.672, de 11 de Junho de 2002 - **LISTA DAS ESPÉCIES DA FAUNA SILVESTRE AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL POR CATEGORIA DE AMEAÇA.** Acessado: 09 de maio de 2019.

Disponível:

<[http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid\\_TodasNormas=840&hTexto=&Hid\\_IDNorma=840](http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_TodasNormas=840&hTexto=&Hid_IDNorma=840)>

**Fauna digital do Rio Grande do Sul**, acessado: 17 de maio. Disponível:

<<https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs/mamiferos/ordem-carnivora/familia-mephitidae/>>

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil.** 2004. Disponível em:

<[www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#USO](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#USO)>. Acesso em: 29 ago. 2012.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) – SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica - 2008.** Disponível em:

[http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/download/mapas\\_a3/estados/mapa\\_estados\\_a3\\_portrait\\_RS\\_08\\_SDEC.pdf](http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/mapas_a3/estados/mapa_estados_a3_portrait_RS_08_SDEC.pdf)

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3ed. ABES, 720p., 1995.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. RJ: 1990. p.113-150.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 2.v.

MILANI, E.J.; FACCINI, U.F.; SCHERER, C.M.; ARAÚJO, L.M. e CUPERTINO, J.A. 1998. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brazil. **Boletim de Geociências da USP**, Série Científica, 29:125-173

MILANI, E. J; MELO, J. H. G de; SOUZA, P. A de; FERNANDES, L. A; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. In: **Boletim de Geociências da Petrobras – Cartas Estratigráficas**, Rio de Janeiro, v. 15, n.2. 2007.

OLIVEIRA, G. G. ; GUASSELLI, L. A. ; BRUBACHER, J. P. ; SIRANGELO, F. R. . Interpretação e mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas, com suporte de técnicas de geoprocessamento e utilização de dados orbitais e cartográficos. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2015, João Pessoa/PB. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos/SP: INPE, 2015. p. 6467-6474.

RAMBO, S. J. B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Selbach, 1956. 456 p.

**Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul.**

UFSM/SEMA/RS. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ifcrs/index.php>.

ROISENBERG A. e VIERO, A.P. 2000. **O vulcanismo mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul.** In: M. HOLZ e L.F. De ROS (eds.), Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, CIGO/ UFRGS. p. 335- 354

SILVA, F. **Mamíferos Silvestres – Rio Grande do Sul.** 2. ed. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 1994.

SILVA, A.C. Tratamento do percolado de aterro sanitário e avaliação da toxicidade. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) COPPE/UFRJ. RJ., 2002.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.1, 243p., 1995.

VON SPERLING, Marcos. Lagoas de estabilização. In: **Lagoas de estabilização.** 2002.

VIANA, E, A. **Estudo de geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas-SP.** Campinas -SP, 2003.



## **5.12 DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA**

## ATERRO



Foto 1



Foto 2



Foto 3



## CÉLULA



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



## TOPOGRAFIA



Foto 1



Foto 2



Foto 3



## DRENO GASES



Foto 1



Foto 2

## DRENO PLUVIAL



Foto 1



Foto 2

## LAGOAS



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



## ÁREA DE EMPRÉSTIMO



Foto 1



Foto 2

## POÇOS DE MONITORAMENTO



Foto 1 – PM 1



Foto 2 – PM 2



Foto 3 – PM 3



Foto 4 – PM 4

## POÇOS ARTESIANOS



Foto 1



Foto 2



Foto 3



## TRINCHEIRAS COM RETROESCAVADEIRA



Trincheira T4 - 1



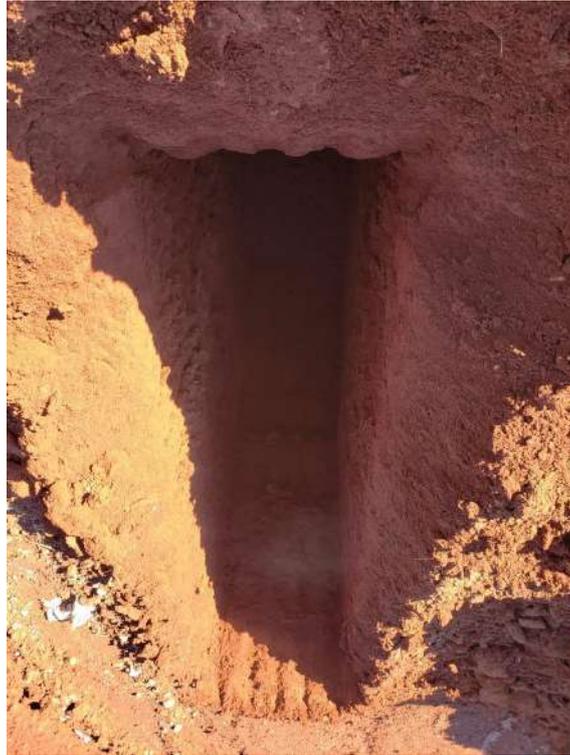
Trincheira T4 - 2



Trincheira T2 - 1



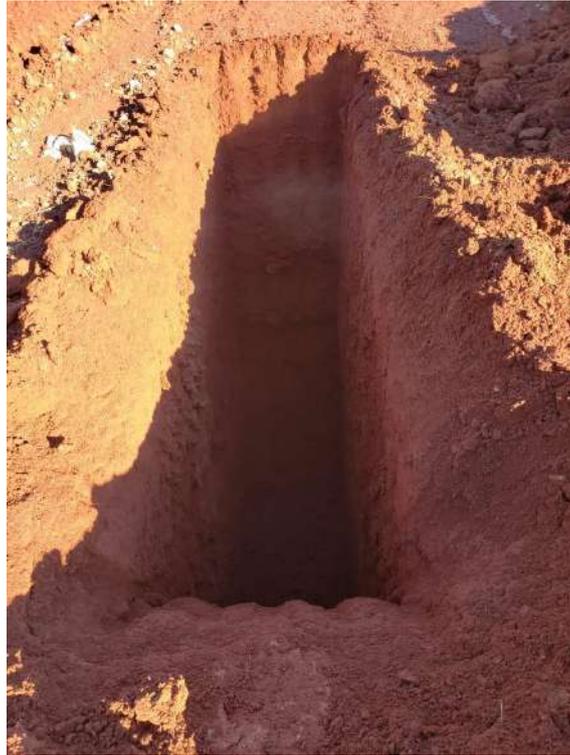
Trincheira T1 - 1



Trincheira T1 - 2



Trincheira T3 - 1



Trincheira T3 - 2



## BACIA DE RETENÇÃO PLUVIAL À JUSANTE



Foto 1



Foto 2

## BACIA DE RETENÇÃO PLUVIAL À MONTANTE



Foto 1

