

**PROJETO DE ATERRO  
SANITÁRIO COM  
VALAS DE PEQUENAS  
DIMENSÕES**

**MUNICÍPIO DE  
SERRANÓPOLIS DO  
IGUAÇU**

**ESTADO DO PARANÁ**

**ABRIL / 2005**

**PROJETO DE ATERRO SANITÁRIO  
COM VALAS DE PEQUENAS DIMENSÕES  
MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU**

**CURITIBA  
ABRIL/2005**

## APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A **VPC/Brasil Tecnologia Ambiental e Urbanismo Ltda.** é uma empresa que busca a garantia da preservação do meio ambiente e a qualidade de vida das comunidades. É uma empresa socialmente responsável, que gera valor para quem está próximo, o que deixou de ser uma opção e passou a ser uma questão de visão, de estratégia e de sobrevivência.

O propósito da **VPC/Brasil Tecnologia Ambiental e Urbanismo Ltda.** é produzir e evidenciar sua utilidade na teorização do saber como caminho para atingir soluções, buscando o bem estar social através da preservação do meio ambiente, isto é, agindo como uma mediadora para que a sociedade se desenvolva, possibilitando a igualdade entre os homens através da inserção social. Por sua vez, o trabalho é realizado com a preocupação de sempre respeitar leis, princípios, teorias, métodos e instrumentos, buscando a demonstração da realidade patrimonial natural e, principalmente, a relação dela com a sociedade.

---

VPC/Brasil Tecnologia Ambiental e Urbanismo Ltda.

Ricardo Augusto Valle Pinto Coelho

Engenheiro-Agrônomo

## EQUIPE TÉCNICA

A empresa **VPC/ Brasil Tecnologia Ambiental e Urbanismo Ltda.** possui uma equipe técnica multidisciplinar composta por profissionais relacionados aos diversos aspectos referentes ao Planejamento Municipal e ao Meio Ambiente. Estes profissionais atuam de maneira integrada, no que diz respeito à análise e à elaboração de diretrizes relativas ao ambiente natural, ao ambiente construído e às relações econômicas, sociais e políticas existentes.

Segue abaixo a relação dos profissionais e sua formação.

	Coordenação	Formação
1	Debora Cristina Groger	Engenheira Civil

	Profissional	Formação
2	Alex Neme Tomita	Economista e Engenheiro Civil
3	Décio Luis Dandolini	Biólogo, M.Sc. em Engenharia Ambiental
4	Graziella Brunetti	Arquiteta Urbanista e Jornalista
5	Jucimar Aparecida Guedes	Geógrafa, M.Sc. em Geologia Ambiental
6	Larissa Redondo Neves	Arquiteta Urbanista
7	Ricardo Augusto Valle Pinto Coelho	Engenheiro Agrônomo
8	Vivian Inara Ludwig	Engenheira Florestal

	Acadêmicos	Formação
9	Manuela Tourinho Orué	Acadêmica de Arquitetura

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	1
1.2 DESTINAÇÃO FINAL .....	2
<b>2 DEFINIÇÃO DE LIXO E RESÍDUOS SÓLIDOS E CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>4</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	5
<b>3 SITUAÇÃO EXISTENTE .....</b>	<b>7</b>
<b>4 METODOLOGIA UTILIZADA .....</b>	<b>9</b>
4.1 ESTUDOS PRELIMINARES .....	9
4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS GERAIS .....	9
4.3 ESCOLHA DA ÁREA.....	9
<b>5 PROJETO DO ATERRO .....</b>	<b>10</b>
5.1 PARÂMETROS .....	10
5.1.1 Valores Adotados para Cálculo.....	10
5.1.2 Considerações .....	10
5.2 CÁLCULOS .....	10
5.2.1 Volume Diário das Valas (VD).....	10
5.2.2 Volume Total das Valas (VT) .....	10
5.2.3 Comprimento das Valas .....	11
5.2.4 Vida útil do aterro.....	11
5.2.5 Cálculo do Volume de Líquidos Percolados .....	11
5.2.5.1 Parâmetros a serem utilizados .....	12
<b>6 SISTEMA DE COLETA E RECIRCULAÇÃO DE CHORUME .....</b>	<b>22</b>
<b>7 LIXO HOSPITALAR .....</b>	<b>23</b>
7.1 CONTAMINAÇÃO .....	23
7.2 DESTINAÇÃO .....	25
<b>8 IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE E DAS LATERAIS DAS VALAS DO ATERRO.....</b>	<b>26</b>
8.1 GEOMEMBRANAS .....	26
<b>9 SEQUÊNCIA DE ABERTURA E FECHAMENTO DE VALAS .....</b>	<b>27</b>
<b>10 ISOLAMENTO DA ÁREA DO ATERRO .....</b>	<b>28</b>
<b>11 SISTEMA DE DRENAGEM E ESCOAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS .....</b>	<b>29</b>
<b>12 POÇOS DE MONITORAMENTO.....</b>	<b>30</b>
12.1 DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS.....	30

12.1.1 Poço de Montante.....	30
12.1.2 Poços de Jusante.....	30
<b>13 COLETA SELETIVA.....</b>	<b>31</b>
13.1 FORMAS DE EXECUÇÃO.....	31
13.2 REMOÇÃO PORTA-A-PORTA.....	31
13.3 UTILIZAÇÃO DE POSTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA (PEVs).....	32
13.4 CATADORES DE PAPEL.....	32
13.5 ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO.....	33
13.5.1 Caracterização dos Resíduos.....	33
13.5.1.1 Tipos de resíduos.....	33
13.5.1.2 A importância da adesão de parceliros.....	33
13.5.1.3 A escolha das áreas.....	33
13.5.2 Definição do Plano de Trabalho.....	34
13.6 PARTICIPAÇÃO E CIDADANIA.....	34
13.7 A CAMPANHA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	35
13.8 VIABILIDADE ECONÔMICA DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	35
<b>14 ESCLARECIMENTOS NECESSÁRIOS.....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO 1 – SONDAgens.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO 2 – PRANCHAS DE DESENHO.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO 3 – ORÇAMENTO QUANTITATIVO.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO 4 – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO 5 – PREVISÃO DE CUSTO OPERACIONAL.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO 6 – MANUAL DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO COM VALAS DE PEQUENAS DIMENSÕES.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO 7 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....</b>	<b>69</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1: Estimativa de Geração de Resíduos Sólidos no Brasil .....	1
Tabela 1-2: Tipo da destinação final em percentual (%) .....	3
Tabela 5-1: Valores de C E $\alpha$ em função da declividade e do tipo de solo.....	13
Tabela 5-2: Quantidade de água disponível (mm H <sub>2</sub> O de solo) .....	14
Tabela 5-3: Dados do Balanço Hídrico para o Aterro de Serranópolis do Iguaçu .....	16
Tabela 5-4: Armazenamento de água no solo (AS) em função da evapotranspiração - Potencial acumulado $\Sigma$ NEG (I-EP) solo arenoso (Asc = 90 mm).....	17
Tabela 5-5: Armazenamento de água no solo (AS) em função da evapotranspiração - Potencial acumulada $\Sigma$ NEG (I-EP) solo siltoso (Asc = 120 mm) .....	18
Tabela 5-6: Armazenamento de água no solo (AS) em função da evapotranspiração - Potencial acumulada $\Sigma$ NEG (I-EP) solo argiloso (Asc = 150 mm) .....	19
Tabela 7-1: Classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde.....	25

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Quantidade de Resíduos Urbanos Gerados Diariamente no Brasil .....	2
Figura 1-2: Evolução da destinação final dos resíduos no Brasil.....	3
Figura 3-1: Situação Existente.....	8
Figura 3-2: Vista da Área destinada ao Aterro .....	8
Figura 3-3: Vista da Área destinada ao Aterro .....	8

## 1.1 GERAÇÃO DE RESÍDUOS

O problema da disposição final dos resíduos sólidos assume hoje uma magnitude alarmante. Considerando apenas os resíduos urbanos e públicos, o que se percebe é uma ação generalizada das administrações públicas locais, ao longo dos anos, em apenas afastar das zonas urbanas o lixo coletado, depositando-o por vezes em locais absolutamente inadequados, como encostas florestadas, manguezais, rios, baías e vales. Mais de 80% dos municípios vazam seus resíduos em locais a céu aberto, em cursos de água ou em áreas ambientalmente protegidas, a maioria com a presença de catadores, entre eles crianças, denunciando os problemas sociais que a má gestão do lixo acarreta (IBAM, 2000).

No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2000), são coletas aproximadamente 228.413 toneladas de resíduos sólidos diariamente, sendo 125.258 toneladas referentes aos resíduos domiciliares.

A Tabela 1-1 apresenta a população brasileira e sua distribuição regional, a quantidade de resíduos sólidos gerados diariamente e a geração por pessoa e por região. Em relação à geração por pessoa, observa-se uma grande discrepância de resultados por região, devido aos resíduos não domiciliares, que não tem uma relação direta com a população.

Tabela 1-1: Estimativa de Geração de Resíduos Sólidos no Brasil

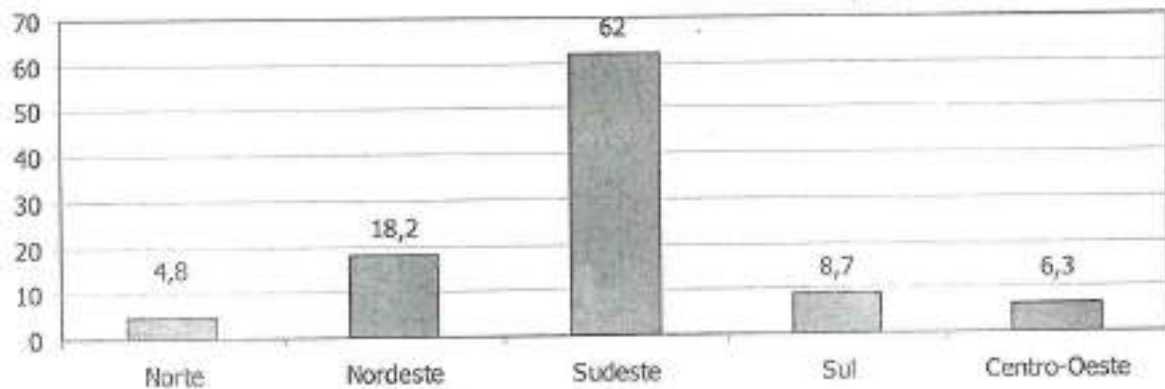
	População Total		Geração de Resíduos (tonelada/dia)		Geração per capita (Kg/hab/dia)
	Valor	Percentual (%)	Valor	Percentual (%)	
Brasil	169.799.170		228.413	100,00	1,35
Norte	12.900.704	7,6	11.067	4,8	0,86
Nordeste	47.741.711	28,1	41.558	18,2	0,87
Sudeste	72.412.411	42,6	141.617	62,00	1,96
Sul	25.107.616	14,8	19.875	8,7	0,79
Centro-Oeste	11.636.728	6,9	14.297	6,3	1,23

Fonte: PNSB (IBGE, 2000)

A Figura 1-1 apresenta o percentual de resíduos gerados por região, onde se destaca a Região Sudeste, que é responsável pela geração de aproximadamente 62% dos resíduos sólidos no País.



Figura 1-1: Quantidade de Resíduos Urbanos Gerados Diariamente no Brasil



De uma forma geral, estes valores são compatíveis com o levantamento realizado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, em 1998, quando foram obtidos os seguintes valores: 0,58 Kg/hab./dia para a Região Norte; 1,08 Kg/hab./dia para a Região Nordeste; 1,3 Kg/hab./dia para a Região Sudeste; 0,95 Kg/hab./dia para a Região Centro-Oeste; e 0,89 Kg/hab./dia para a Região Sul. Em relação à geração de resíduos domiciliares, temos, pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), um valor médio nacional de 0,74 kg por habitante por dia.

## 1.2 DESTINAÇÃO FINAL

A Figura 1-2 apresenta a evolução da destinação final dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil, a partir de 1991 até o ano de 2000, baseados nos dados da PNSB. Na figura, observa-se que o aumento da quantidade de resíduos se acentua a partir de meados da década de 1990, quando houve uma redução nos índices inflacionários e um aumento de consumo por parte da população. De uma forma geral, observa-se um melhoramento nos cuidados relativos ao tratamento e destinação final, representado pela redução da quantidade de resíduos depositados em lixões e um aumento de aterros controlados e sanitários, além de um pequeno crescimento de outros tipos de tratamento, como a separação para reciclagem de materiais, compostagem da matéria orgânica e incineração de resíduos perigosos.

Figura 1-2: Evolução da destinação final dos resíduos no Brasil



A Tabela 1-2 apresenta os tipos de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos por região brasileira, de acordo com o PNSB 2000.

Tabela 1-2: Tipo da destinação final em percentual (%)

Tipo da Destinação Final	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Vazadouro a céu aberto	21,3	57,2	48,3	9,8	25,9	22,0
Aterro Controlado	37,0	28,3	14,6	46,5	24,3	32,8
Aterro Sanitário	36,2	13,3	36,2	37,1	40,5	38,8
Estação de Compostagem	2,9	0,0	0,2	3,8	1,7	4,8
Estação de Triagem	1,0	0,0	0,2	0,9	4,2	0,5
Incineração	0,5	0,1	0,1	0,7	0,2	0,2
Locais não fixos	0,5	0,9	0,3	0,6	0,6	0,7
Outras	0,7	0,2	0,1	0,7	2,6	0,2

## 2 DEFINIÇÃO DE LIXO E RESÍDUOS SÓLIDOS E CARACTERÍSTICAS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define o lixo como "restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo-se apresentar no estado sólido, semi-sólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional".

Há de se destacar, no entanto, a relatividade da característica inservível do lixo, pois aquilo que já não apresenta nenhuma serventia para quem o descarta, para outro pode se tornar matéria-prima para um novo produto ou processo. Nesse sentido, a idéia do reaproveitamento do lixo é um convite à reflexão do próprio conceito clássico de resíduos sólidos. É como se lixo pudesse ser conceituado como tal somente quando da inexistência de mais alguém para reivindicar uma nova utilização dos elementos então descartados.

Os Resíduos Sólidos podem ser divididos em grupos, como:

- a) lixo doméstico: é aquele produzido nos domicílios residenciais. Compreendem papel, jornais velhos, embalagens de plástico e papelão, vidros, latas e resíduos orgânicos, como restos de alimentos, folhas de plantas ornamentais e outros;
- b) lixo comercial e industrial: é aquele produzido em estabelecimentos comerciais e industriais, variando de acordo com a natureza da atividade:
  - restaurantes e hotéis produzem, principalmente, restos de comida, enquanto supermercados e lojas produzem embalagens;
  - escritórios produzem, sobretudo, grandes quantidades de papel;
  - o lixo das indústrias apresenta uma fração que é praticamente comum aos demais: o lixo dos escritórios e os resíduos de limpeza de pátios e jardins; a parte principal, no entanto, compreende aparas de fabricação, rejeitos, resíduos de processamentos e outros que variam para cada tipo de indústria. Há ainda os resíduos industriais especiais, como explosivos, inflamáveis e outros que são tóxicos e perigosos à saúde, mas estes constituem uma categoria à parte.
- c) lixo público: são os resíduos de varrição, capina, raspagem, entre outros, provenientes dos logradouros públicos (ruas e praças), bem como móveis velhos, galhos grandes, entulhos de obras, entre outros;
- d) lixo de fontes especiais: é aquele que, em função de determinadas características peculiares que apresenta, passa a merecer cuidados especiais em seu acondicionamento, manipulação e disposição final, como é o caso de alguns resíduos industriais, do lixo hospitalar e do radioativo.

Com o crescimento acelerado das metrópoles, do consumo de produtos industrializados, e mais recentemente com o surgimento de produtos descartáveis, o aumento excessivo do lixo tornou-se um dos maiores problemas da sociedade moderna. Isso é agravado pela escassez de áreas para o destino final do lixo. A sujeira despejada no ambiente aumentou a poluição do solo, das águas, do ar e agravou as condições de saúde da população mundial. O volume de lixo tem crescido assustadoramente e uma das soluções imediatas seria reduzir ao máximo o volume e o consumo de produtos descartáveis, por meio da reutilização e da reciclagem.

O Aterro Sanitário é projetado para receber e tratar os resíduos produzidos pelos habitantes de uma cidade, com base em estudos de engenharia, para reduzir ao máximo os impactos causados ao meio ambiente. Atualmente é uma das técnicas mais seguras e de menor custo. Consiste na deposição controlada de resíduos sólidos no solo e sua posterior cobertura diária. Uma vez depositados, os resíduos sólidos se degradam naturalmente por via biológica até a mineralização da matéria biodegradável, em condições fundamentalmente anaeróbias.

Os principais objetivos de um aterro sanitário devem ser:

- a) diminuição dos riscos de poluição provocados por odores, focos incendiários e vetores causadores de doenças;
- b) utilização futura do terreno disponível, através de uma boa compactação e cobertura;
- c) minimização dos problemas de poluição da água, provocados por lixiviação;
- d) controle da emissão de gases (liberados durante os processos de degradação).

O aterro sanitário em valas de pequenas dimensões tem as seguintes vantagens:

- a) é um processo de baixo custo;
- b) permite a recuperação de áreas anteriormente degradadas;
- c) em sua operação, pode-se utilizar trabalho manual de cobertura diária ou equipamentos de pequeno porte;
- d) não requer pessoal altamente qualificado para operação.

## 2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos podem ser classificados e caracterizados de acordo com:

- a) composição gravimétrica: traduz o percentual de cada componente ou material existente no lixo em relação a seu peso total;
- b) peso específico: é o peso dos resíduos em função do volume por eles ocupado, expresso em  $\text{kg/m}^3$ . Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações;

- c) teor de umidade: esta característica tem influência decisiva, principalmente nos processos de tratamento e destinação do lixo. Varia muito em função das estações do ano e da incidência de chuvas;
- d) compressividade: também conhecida como grau de compactação, indica a redução de volume que uma massa de lixo pode sofrer, quando submetida a uma pressão determinada. A compressividade do lixo situa-se entre 1:3 e 1:4 para uma pressão equivalente a 4 kg/cm<sup>2</sup>. Tais valores são utilizados para dimensionamento de equipamentos compactadores;
- e) chorume: substância líquida decorrente da decomposição de material orgânico.

### 3 SITUAÇÃO EXISTENTE

No Município de Serranópolis do Iguaçu, que conta com população urbana de 1.928 habitantes, a situação da disposição dos resíduos sólidos não é muito diferente da descrita acima.

O endereço do futuro aterro sanitário municipal é: Avenida Independência, 150.

A área destinada ao aterro de Serranópolis do Iguaçu localiza-se a 4,5 km da Prefeitura Municipal, sendo o acesso por um trecho pavimentado da avenida principal da cidade e posteriormente por ruas secundárias da cidade constituídas de pedras irregulares. O relevo da área destinada é pouco acidentado sendo apropriado para a implantação do aterro sanitário. É importante salientar que, sobre o terreno, existe um poste de energia elétrica, mas que, segundo o Secretário de Obras e Urbanismo do município, este poste deverá ser relocado para fora da área do aterro. Por este motivo, o projeto apresentado pela equipe técnica da VPC/Brasil contempla valas no local em que atualmente se encontra passagem da linha de energia elétrica. Ainda segundo informações do Secretário de Obras e Urbanismo, não há nenhum córrego, riacho ou rio próximo da área destinada ao aterro, sendo que seu entorno é composto por áreas destinadas a agricultura e contempla uma mata virgem, que será destinada como área de reserva legal.

Atualmente os resíduos sólidos urbanos estão sendo depositados em lixão a céu aberto a aproximadamente 2,5 km da Prefeitura e sua coleta é realizada pelo próprio município, três vezes por semana, mais precisamente, segundas, quartas e sextas por um caminhão basculante. Esta coleta é realizada exclusivamente na área urbana, não havendo, portanto, coleta na área rural. Segundo informações da Prefeitura, a coleta seletiva é realizada nas terças e quintas-feiras, também pelo município, e a Prefeitura fornece o caminhão e os funcionários que se encarregam da coleta. Além dos funcionários responsáveis pela coleta seletiva, existem catadores de papel na região.

A coleta dos resíduos de serviço de saúde é realizada pela prefeitura e enviada para o município vizinho de Medianeira.

Figura 3-1: Situação Existente



Figura 3-2: Vista da Área destinada ao Aterro

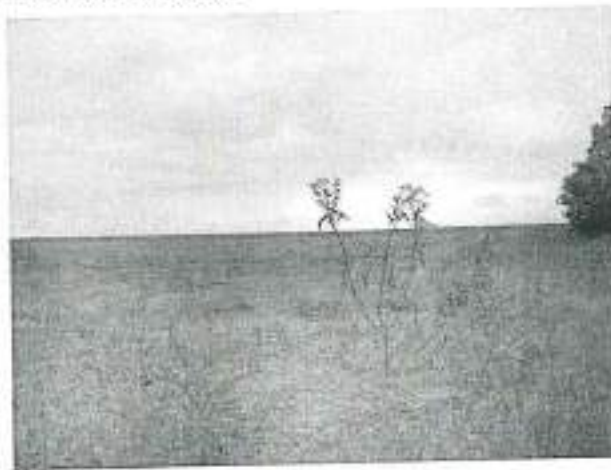
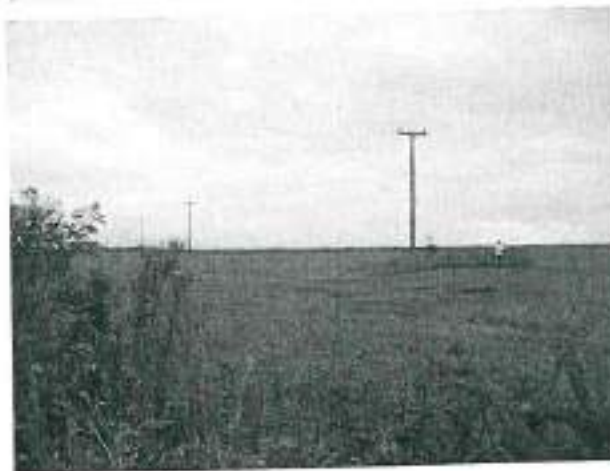


Figura 3-3: Vista da Área destinada ao Aterro



## 4 METODOLOGIA UTILIZADA

### 4.1 ESTUDOS PRELIMINARES

Mesmo sendo consideradas obras de pequeno porte, os aterros sustentáveis necessitam de um bom planejamento em todas as etapas. Os estudos preliminares englobam as etapas de levantamento de dados gerais, escolha de áreas (neste caso a área já havia sido determinada pela Prefeitura Municipal) e, posteriormente, a elaboração do projeto para aterros em valas de pequenas dimensões.

### 4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS GERAIS

Serão utilizados dados fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA) e, posteriormente, deverão ser levantadas algumas informações junto às Prefeituras Municipais ou em outros órgãos públicos municipais, como:

- dados populacionais: número de habitantes atual e projetado essencial para a vida útil do empreendimento;
- características do lixo: determinação da constituição dos diversos materiais existentes no lixo, seus componentes, densidade e peso específico;
- taxa de produção *per capita*;
- sistema de limpeza urbana: sistema de acondicionamento, coleta e transporte, tratamento e disposição final.

### 4.3 ESCOLHA DA ÁREA

A Prefeitura Municipal iniciou o projeto com a área que será destinada à implantação dos aterros sanitários já determinada e licenciada previamente pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Sendo assim, os estudos/levantamento de dados já realizados ou a serem coletados são referentes a esta área específica.



## 5 PROJETO DO ATERRO

### 5.1 PARÂMETROS

#### 5.1.1 Valores Adotados para Cálculo

População = 1.928 habitantes urbanos;

L = Largura da vala = 3,0m;

H = Profundidade da vala = 3,0m;

$\delta$  = Peso específico do lixo no interior da vala = 0,5t/m<sup>3</sup>;

P = Produção diária de lixo por habitante (0,4kg/hab.dia x população atendida).

#### 5.1.2 Considerações

Produção diária de lixo = 0,4 x população → kg/dia → ton/dia

C = Comprimento da vala

V<sub>L</sub> = Volume diário de lixo gerado na área urbana (m<sup>3</sup>)

V<sub>t</sub> = Volume de terra para cobertura de resíduos

### 5.2 CÁLCULOS

#### 5.2.1 Volume Diário das Valas (VD)

$$V_1 = P / \delta$$

$$V_1 = \frac{1.928 \times 0,0004}{0,5 \text{ t/m}^3} = 1,5424 \text{ m}^3/\text{dia}$$

#### 5.2.2 Volume Total das Valas (VT)

$$VT = 1,15 \cdot V_1 \cdot 30$$

$$VT = 1,15 \times 1,5424 \times 30 = 53,213 \text{ m}^3/\text{vala}$$

### 5.2.3 Comprimento das Valas

O comprimento das valas é decorrente do volume da vala. Elas devem ter uma vida útil de 30 dias, ou seja, o que corresponde a uma vala por mês.

$$\text{Volume da vala} = C \times H \times L$$

$$C.H.L = VT$$

$$C = \frac{VT \text{ (m)}}{H.L}$$

$$C = \frac{53,213}{3 \times 3} = 5,91\text{m, ou seja, } 6,00\text{m}$$

**Número de valas obtidas: 207**

### 5.2.4 Vida útil do aterro

A partir do comprimento (C) calculado e da área do aterro previamente licenciado pelo IAP, pode-se calcular a vida útil do mesmo. O ideal é que ele tenha uma vida útil de aproximadamente 10 anos.

Assim sendo, obtêm-se a vida útil pela divisão do número de valas possíveis de dispor no aterro por 12 meses. Efetuando-se os cálculos, constatou-se que este aterro sanitário possui uma **vida útil de aproximadamente 17,25 anos.**

### 5.2.5 Cálculo do Volume de Líquidos Percolados

O processo de percolação em aterros sanitários é definido como a quantidade de água que excede a capacidade de retenção da umidade do material alterado representado pelos resíduos sólidos (TCHOBANOGLIOUS, 1993). Nesse sentido, os lixiviados são resultado do processo de infiltração da água pela cobertura do solo de um aterro sanitário. As características do solo usado como material de cobertura dos resíduos sólidos é importante, pois, dependendo do tipo desses materiais, a infiltração e a percolação dos líquidos são favorecidas ou não (SENGES, 1969).

Os lixiviados são definidos como os líquidos provenientes de três fontes principais: umidade natural dos resíduos sólidos, água de constituição dos diferentes materiais que sobram durante o processo de decomposição e líquido resultante da decomposição enzimática de materiais orgânicos

(REICHERT, 2000). O movimento dos líquidos percolados no solo ocorre verticalmente na zona não saturada e, dependendo do fluxo de água subterrânea, na zona saturada (MOTA, 1999).

O conhecimento dos volumes de lixiviado gerados em aterros sanitários é essencial para a definição dos processos de implantação de sistemas de tratamento, destinação, coleta e remoção dos mesmos. Para que se possa calcular o volume dos lixiviados, foi adotado o Método do Balanço Hídrico. Este método procura expressar o fluxo de água num aterro, considerando:

- a quantidade de água precipitada sobre o aterro;
- a fração que escoar superficialmente em função do tipo de cobertura e da declividade;
- a parte devolvida à atmosfera pela evapotranspiração;
- a quantidade de água que se infiltra;
- a quantidade de água que fica retida na camada de cobertura, em função da espessura e do tipo de solo utilizado;
- a quantidade de água que atinge os resíduos podendo gerar líquidos percolados.

#### 5.2.5.1 Parâmetros a serem utilizados

$P$  = Índice de Precipitação Pluviométrica

$EP$  = Evapotranspiração Potencial

$ES$  = Escoamento Superficial. É obtido aplicando-se o escoamento superficial ( $C'$ ), às médias mensais de precipitação.

$ES = C' \times P$ , onde

$C' = a \times C$ , sendo que  $C$  depende do tipo do solo, da declividade e da estação do ano, conforme a Tabela 5-1.

Observação: os dados de  $P$  e  $EP$  podem ser obtidos através das estações climatológicas da COPEL (caso o município não tenha uma estação, utilizar os dados do município mais próximo).

Tabela 5-1: Valores de C E  $\alpha$  em função da declividade e do tipo de solo

Tipo de solo	Declividade (%)	Coeficiente $\alpha$	
		Estação seca	Estação úmida
Arenosa	0 a 2	0,17	0,34
C = 0,30	2 a 7	0,34	0,5
Siltoso	0 a 2	0,25	0,39
C = 0,35	2 a 7	0,4	0,53
Argiloso	0 a 2	0,33	0,43
C = 0,40	2 a 7	0,45	0,55

$I$  = Infiltração, sendo  $I = P - ES$

$I-P$  = Diferença entre as quantidades de água infiltrada e evapotranspirada. Valores negativos significam perda potencial de água armazenada no solo. Valores positivos representam recarga de água no solo, podendo resultar em percolação, se for ultrapassada a capacidade de campo do solo.

$\Sigma$  NEG ( $I-EP$ ) = Perda potencial de água acumulada. Representa a quantidade de água armazenada no solo que é perdida pela evapotranspiração. É obtida somando-se mês a mês apenas os valores negativos de ( $I - EP$ ), começando-se pelo primeiro mês que apresente valor negativo. Esse procedimento supõe que no final da estação úmida, correspondente ao último mês que apresenta valor positivo para ( $I - EP$ ), a capacidade de campo de solo foi plenamente atingida, mesmo que na prática isso não se verifique. Para os meses que apresentam valores positivos para ( $I - EP$ ) é atribuído o valor 0 (zero) para  $S$  Neg ( $I - P$ ).

$AS$  = Armazenamento de Água no Solo. Representa a quantidade de água presente no solo. É obtida da seguinte forma:

- Inicialmente, calcula-se a quantidade de água disponível pela capacidade de campo da camada de solo de cobertura ( $ASc$ ), que é obtida multiplicando-se a água disponível por metro de solo pela profundidade da zona de raízes (considerada igual a espessura da camada de cobertura). A Tabela 5-2 apresenta a quantidade de água disponível em função do tipo de solo e cobertura;

Tabela 5-2: Quantidade de água disponível (mm H<sub>2</sub>O de solo)

TIPO DE SOLO	CAPACIDADE DE CAMPO	PONTO DE MURCHAMENTO	ÁGUA DISPONÍVEL
Solo arenoso	200	50	150
Solo silteoso	300	100	200
Solo argiloso	375	125	250

- b) o valor obtido para  $ASc$  representa a quantidade máxima de água armazenada no solo não devendo, portanto, ser ultrapassado;
- c) para os meses que apresentam valores negativos de  $(I - EP)$ , o valor de  $AS$  é obtido nas Tabelas 5, 6 e 7;
- d) em seguida, soma-se o valor de  $AS$  do último mês que apresenta  $S$  Neg  $(I - P)$  diferente de zero ao valor positivo de  $(I - EP)$  do mês seguinte, obtendo-se  $AS$  para esse mês;
- e) o procedimento é repetido para todos os meses que apresentam  $S$  Neg  $(I - p)$  igual à zero, até que seja atingido o valor máximo de  $ASc$ , que não deve ser ultrapassado;
- f)  $DAS =$  Troca de armazenamento de água no solo, mês a mês. É a diferença entre a quantidade de água armazenada em um mês e a armazenada no mês anterior.

$$\Delta AS = AS_n - AS_{n-1}$$

- g)  $ER =$  Evapotranspiração Real. Representa a quantidade real de perda de água durante dado mês. Para os meses em que a infiltração é maior que a evapotranspiração potencial  $(I - EP) > 0$ , a evapotranspiração ocorre no seu máximo nível, sendo que  $ER = EP$ . Nos meses em que a infiltração é menor que a evapotranspiração potencial  $(I - EP) < 0$ , a evapotranspiração real é condicionada ao grau de umidade do solo, podendo ser determinada pela expressão:

$$ER = EP + [(I - EP) - \Delta AS]$$

Que pode ser resumida na seguinte expressão:

$$ER = I - \Delta AS$$

- h)  $PER =$  Percolação. A percolação é calculada pela seguinte expressão:

$$PER = P - ES - \Delta AS - ER$$

l) QM = Vazão Mensal. Os valores mensais de vazão de líquido percolado são calculados a partir da expressão abaixo:

$$QM = \frac{PER \cdot A \text{ cont}}{2.592.000}$$

onde:

QM = vazão mensal de líquido percolado (l/s)

PER = altura mensal percolada (mm) (Tabela 5-3)

A cont = área de contribuição da seção considerada (m<sup>2</sup>)

$$QM = \frac{PER \cdot A \text{ cont}}{2.592.000}$$

$$QM = \frac{89,17 \cdot 3,00 \cdot 6,00}{2.592.000} = 0,00061924 \text{ l/s}$$

Tabela 5-3: Dados do Balanço Hídrico para o Aterro de Serranópolis do Iguaçu

PARÂMETRO (mm)	MESES												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
EP	131,8	105,0	100,8	82,5	54,3	37,5	54,3	69,8	82,5	116,3	127,5	147,3	1.109,3
P	170,9	167,0	125,4	150,8	174,9	143,2	99,5	101,3	138,6	219,7	172,0	173,4	1.836,7
C'	0,22	0,22	0,22	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,22	0,22	0,22	
ES	37,60	36,74	27,59	27,14	31,48	25,78	17,91	18,23	24,95	48,33	37,84	38,15	371,7
I	133,30	130,26	97,81	123,66	143,42	117,42	81,59	83,07	113,65	171,37	134,16	135,25	1.465,0
I - EP	1,55	25,26	-2,94	41,16	89,17	79,92	27,34	13,32	31,15	55,12	6,66	-12,00	355,7
NEG (I - EP)	0,00	0,00	-2,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,00	
AS	150,00	150,00	147,06	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	138,00	
ΔAS	0,00	-2,94	2,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,00	0,00	
ER	131,75	105,00	94,87	82,50	54,25	37,50	54,25	69,75	82,50	116,25	127,50	135,25	1.091,4
PER	1,55	28,20	0,00	41,16	89,17	79,92	27,34	13,32	31,15	55,12	18,66	0,00	385,6
Máximo PER	89,17												
TIPO DE SOLO:	Argiloso												
DECLIVIDADE:	4,01												

Tabela 5-4: Armazenamento de água no solo (AS) em função da evapotranspiração - Potencial acumulado  $\Sigma$  NEG (I-EP) solo arenoso ( $A_{sc} = 90$  mm)

$\Sigma$ NEG (I-EP)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
10	90	90	89	88	87	86	85	84	83	82
20	81	81	80	79	78	77	76	75	74	73
30	74	74	73	72	71	70	69	68	68	67
40	66	66	65	64	64	63	62	62	61	60
50	60	59	59	58	58	57	56	56	55	54
60	54	53	53	52	52	51	51	50	50	49
70	49	49	48	48	47	46	46	45	45	44
80	44	44	43	43	42	42	41	41	40	40
90	40	39	39	38	38	38	37	37	36	36
100	36	35	35	35	34	34	34	33	33	33
110	32	32	32	31	31	31	30	30	30	30
120	29	29	29	28	28	28	27	27	27	27
130	26	26	26	26	25	25	25	24	24	24
140	24	24	23	23	23	23	22	22	22	22
150	22	21	21	21	21	20	20	20	20	20
160	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18
170	18	17	17	17	17	17	16	16	16	16
180	16	16	15	15	15	15	15	15	14	14
190	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13
200	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12
210	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11
220	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
230	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
240	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
250	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
260	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
270	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
280	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
290	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
300	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
310	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
320	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
330	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
340	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
350	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
360	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
370	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
380	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
390	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
400	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
410	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
420	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



$\Sigma$ NEG (I-EP)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
430	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
440	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
450	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
460	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
470	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
480	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
490	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 5-5: Armazenamento de água no solo (AS) em função da evapotranspiração - Potencial acumulada  $\Sigma$  NEG (I-EP) solo siltoso ( $A_{sc} = 120$  mm)

$\Sigma$ NEG (I-EP)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	125	124	123	122	121	120	119	118	117	116
10	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106
20	106	105	104	103	102	102	101	100	99	99
30	90	89	88	87	86	86	85	84	84	83
40	83	82	82	81	80	80	79	79	78	77
50	76	76	75	74	74	73	73	72	72	71
60	70	70	69	69	68	68	67	67	66	65
70	65	64	64	63	63	62	62	61	61	60
80	60	59	59	58	58	57	57	56	56	55
90	55	55	54	54	53	53	52	52	51	51
100	51	51	50	50	49	49	49	48	48	47
110	47	47	46	46	45	45	45	44	44	43
120	43	43	42	42	41	41	41	41	40	40
130	40	40	39	39	39	38	38	38	38	37
140	37	37	36	36	36	35	35	35	35	34
150	34	34	33	33	33	32	32	32	32	31
160	31	31	31	30	30	30	30	30	30	29
170	29	29	29	29	28	28	28	27	27	27
180	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25
190	24	24	24	24	24	23	23	23	23	23
200	22	22	22	22	22	22	22	21	21	21
210	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20
220	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18
230	18	18	17	17	17	17	17	17	17	17
240	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15
250	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14
260	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13
270	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12
280	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11
290	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10
300	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9
310	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
320	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
330	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7

$\Sigma$ NEG (I-EP)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
340	7					7				
350	7					6				
360	6					6				
370	6					5				
380	5					5				
390	5					5				
400	4					4				
410	4					4				
420	4					4				
430	3					3				
440	3					3				
450	3					3				
460	3					3				
470	2					2				
480	2					2				
490	2					2				
500	2					2				
510	2					2				
520	2					2				
530	2					1				
540	2									
550	1									
560	1									
570	1									
580	1									
590	1									
600	1									
610	1									
620	1									
630	1									
640	1									

Tabela 5-6: Armazenamento de água no solo (AS) em função da evapotranspiração - Potencial acumulada  $\Sigma$  NEG (I-EP) solo argiloso ( $A_{sc} = 150$  mm)

$\Sigma$ NEG (I-EP)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	150	149	148	147	146	145	144	143	142	141
10	140	139	138	137	136	135	134	133	132	131
20	131	130	129	128	127	127	126	125	124	123
30	122	122	121	120	119	118	117	115	115	114
40	114	113	113	112	111	111	110	109	108	107
50	107	106	106	105	104	103	103	102	101	100
60	100	99	98	97	97	97	96	96	94	93
70	93	92	92	91	90	90	89	89	88	87
80	87	86	86	85	84	84	84	83	83	82
90	82	81	81	54	38	38	37	37	36	36

$\Sigma$ NEG (I-EP)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	76	76	75	75	74	74	73	72	72	71
110	71	71	70	70	69	69	68	68	67	67
120	66	65	65	65	65	64	64	63	63	62
130	62	62	61	61	60	60	60	59	59	58
140	58	58	57	57	56	56	55	55	54	54
150	54	53	53	53	52	52	52	52	51	51
160	51	51	50	50	50	49	49	48	48	47
170	47	47	47	46	46	46	45	45	45	44
180	44	44	44	43	43	43	42	42	42	41
190	41	41	41	40	40	40	40	39	39	39
200	39	38	38	38	37	37	37	39	36	36
210	36	36	35	35	35	35	35	34	34	34
220	34	34	33	33	33	33	33	32	32	32
230	32	31	31	31	31	31	30	30	30	30
240	30	29	29	29	29	29	28	28	28	28
250	28	27	27	27	27	27	26	26	26	26
260	26	26	25	25	25	25	25	24	24	24
270	24	24	24	23	23	23	23	23	23	23
280	22	22	22	22	22	22	22	22	22	21
290	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20
300	20	19	19	19	19	19	19	19	18	18
310	18	18	18	18	18	18	18	17	17	17
320	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16
330	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
340	15	15	15	15	15	15	14	14	14	14
350	14	14	14	14	14	14	14	13	13	13
360	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12
370	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11
380	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
390	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10
400	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9
410	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
420	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8
430	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
440	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7
450	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
460	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6
470	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
480	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5
490	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
510	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
520	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
530	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
540	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
550	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
560	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

$\Sigma$ NEG (I-EP)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
570	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
580	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
590	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
600	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
610	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
620	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
630	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
640	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
650	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
660	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
670	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
680	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
690	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
700	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
710	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
720	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
730	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
740	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
750	1					1				
760	1					1				
770	1					1				
780	1					1				
790	1					1				
800	1					1				
810	1					1				
820	1					1				
830	1					1				
840	1					1				

## 6 SISTEMA DE COLETA E RECIRCULAÇÃO DE CHORUME

O projeto prevê um sistema de coleta e recirculação de chorume, com a finalidade de preservar o lençol freático de qualquer contaminação, por menor que venha ser.

O sistema a ser projetado deverá ser constituído de drenos de brita (inclusive geotêxtil e dreno flexível), implantados no fundo da vala, rede de tubos em PVC, que levarão o chorume drenado até um poço de captação, para armazenamento provisório do chorume.

Para dar destino ao chorume coletado, deverá ser projetada a sua recirculação dentro das valas existentes, onde será implantada tubulação de PVC perfurada manualmente, que distribuirá homoganeamente o chorume pela superfície da vala.

## 7 LIXO HOSPITALAR

Os Resíduos Sólidos Hospitalares, ou, como é mais comumente denominado, "lixo hospitalar ou resíduo séptico", é um problema bastante sério para os Administradores Hospitalares, devido principalmente à falta de informações a seu respeito. A atividade hospitalar é por si só uma grande geradora de resíduos, devido à diversidade de atividades que se desenvolvem dentro destes estabelecimentos.

O desconhecimento e a falta de informações sobre o assunto fazem com que, em muitos casos, os resíduos hospitalares ou sejam ignorados ou recebam um tratamento com excesso de cuidado, onerando ainda mais os já combalidos recursos das instituições hospitalares. Não raro lhe é atribuída a culpa por casos de infecção hospitalar e outros tantos males.

### 7.1 CONTAMINAÇÃO

O maior problema é o chamado "lixo infectante - classe A", que representa um grande risco de contaminação, além de poluir o meio ambiente. A maior parte dos estabelecimentos não faz a separação deste material, que acaba indo para os aterros junto com o lixo normal, ou para a fossa.

Outro problema é o chamado "lixo perigoso - classe B", cuja destinação final, atualmente, fica sob responsabilidade dos hospitais. O material recolhido nos hospitais, acondicionado segundo normas que variam em função do grau de periculosidade dos produtos, geralmente é levado a um aterro próprio.

Já o "lixo classe C" dos hospitais – também devidamente separado - fica sujeito ao mesmo sistema de recolhimento do restante da cidade, indo parte para reciclagem e parte para a coleta normal, que inclui apenas o material orgânico destinado ao aterro sanitário.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 12.807/92) conceitua resíduo de serviço de saúde como "o produto residual, não utilizável, resultante de atividades exercidas por estabelecimento prestador de serviço de saúde".

Segundo a NBR 12.808/93 da ABNT, os resíduos de serviços de saúde são classificados em quatro categorias de acordo com seu grau de periculosidade (ver Tabela 7-1):

- no grupo A estão os potencialmente infectantes, como os resíduos com a presença de agentes biológicos que apresentam risco adicional à saúde. Enquadram-se aqueles gerados durante as diferentes etapas de atendimento de saúde (diagnóstico, tratamento, imunizações, pesquisas, etc.) que contêm agentes patogênicos;
- do grupo B participam os resíduos farmacêuticos ou resíduos químicos perigosos;
- do grupo C, os rejeitos radioativos; e

• do grupo D, os resíduos comuns, que não se enquadram nas outras categorias. São resíduos gerados pelas atividades administrativas, auxiliares e gerais que não correspondem a nenhuma das categorias anteriores. Não representam perigo para a saúde, podendo ser depositados em aterros sanitários.

Apesar de representarem apenas restrita parcela do total dos resíduos sólidos produzidos por uma comunidade, as operações de manipulação e disposição e/ou tratamento final dos Resíduos de Saúde (em especial os das classes A e B) são de extrema importância, uma vez que o seu manuseio impróprio pode acarretar, em muitos casos, a disseminação de doenças infectocontagiosas ou provocar graves lesões ou contaminações químicas e/ou radiativas.

Para efeito de manejo, tratamento e destinação final, também serão considerados resíduos de saúde ou lixo hospitalar os resíduos gerados a bordo de unidades de transporte provenientes de áreas infectadas; com viajantes que apresentem anormalidades clínicas compatíveis com doenças infectocontagiosas; os provenientes de serviços de atendimento médico, da respectiva unidade; assim como os animais mortos a bordo.

São considerados geradores de lixo hospitalar, ou "resíduos de serviços de saúde":

- os prestadores de serviço que atendem em domicílio;
- os serviços de apoio à preservação da vida, indústrias e serviços de pesquisa na área de saúde;
- hospitais e clínicas, serviços ambulatoriais de atendimento médico e odontológico;
- serviços de acupuntura e tatuagem;
- serviços veterinários;
- serviços de atendimento radiológico, de radioterapia e de medicina nuclear;
- serviços de tratamento quimioterápico;
- serviços de hemoterapia e unidades de produção de componentes do sangue;
- laboratórios de análises clínicas e de anatomia patológica;
- necrotérios e serviços onde se realizem atividades de embalsamento e serviço de medicina legal;
- drogarias e farmácias, inclusive as de manipulação;
- estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde;
- unidades de controle de zoonoses;
- indústrias farmacêuticas e bioquímicas;
- unidades móveis de atendimento à saúde;
- lavanderias que prestam serviços a estabelecimentos de saúde e demais serviços relacionados ao atendimento.

Os serviços de saúde são os responsáveis pelo gerenciamento completo de seus resíduos, desde sua geração até a destinação final. Porém os resíduos de saúde potencialmente infectantes, quando tecnicamente viáveis, não poderão receber disposição final sem tratamento prévio que assegure a eliminação de suas características de patogenicidade.

Tabela 7-1: Classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde

Tipo	Nome	Características
<b>Classe A – Resíduos Infectantes</b>		
A.1	Biológicos	Cultura, inóculo, mistura de microorganismos e meio de cultura inoculado provenientes de laboratório clínico ou de pesquisa, vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirados de áreas contaminadas por agentes infectantes e qualquer resíduo contaminado por estes materiais.
A.2	Sangue hemoderivados	<sup>e</sup> Sangue e hemoderivados com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, bolsa de sangue para análise, soro, plasma e outros subprodutos.
A.3	Cirúrgicos, anatomopatológicos e exsudato	Tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de cirurgia, necrópsia e resíduos contaminados por estes materiais.
A.4	Perfurantes cortantes	<sup>e</sup> Agulha, ampola, pipeta, lâmina de bisturi e vidro.
A.5	Animais contaminados	Carcaça ou parte de animal inoculado, exposto a microorganismos patogênicos, ou portador de doenças infectocontagiosas, bem como resíduos que tenham estado em contato com ele.
A.6	Assistência pacientes	<sup>a</sup> Secreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive restos de refeições.
<b>Classe B – Resíduos Especiais</b>		
B.1	Rejeitos radioativos	Material radioativo ou contaminado com radionuclídeos, provenientes de laboratório de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia.
B.2	Resíduos farmacêuticos	Medicamento vencido, contaminado, interditado ou não utilizado.
B.3	Resíduos químicos perigosos	Resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico.
<b>Classe C – Resíduos Comuns</b>		
C	Resíduos Comuns	São aqueles que não se enquadram nos tipos A e B e que, por sua semelhança aos resíduos domésticos, não oferecem risco adicional à saúde pública.

Fonte: ABNT, 1993.

## 7.2 DESTINAÇÃO

O local destinado para o lixo hospitalar, para maior segurança, deverá ser isolado do restante do aterro. O lixo deverá ser disposto em poços de seção circular, com o fundo em concreto e as laterais constituídas por dois tubos de concreto armado (CA-1) com 1,0 (um) metro de diâmetro interno. Recomenda-se ainda que, a cada volume de lixo de saúde disposto na vala, deverá ser acrescida uma quantidade suficiente de cal e terra para a higienização do material.



## 8 IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE E DAS LATERAIS DAS VALAS DO ATERRO

A impermeabilização das valas é a parte mais importante do aterro, evitando a contaminação do lençol subterrâneo pelos líquidos lixiviados, bem como a migração de gases através de eventuais falhas existentes no subsolo. O material utilizado como impermeabilizante pode ser argila adequadamente compactada, geomembrana, betumes, etc.

A impermeabilização das valas é dividida em duas etapas:

- a) a primeira, durante a execução das valas, antes mesmo da colocação dos resíduos, dita sistema de impermeabilização de laterais e fundo;
- b) a segunda é sistema de cobertura que ocorre ao longo do preenchimento das valas, no caso de haver cobertura intermediária, e ao final da vida útil da vala, quando é realizado o fechamento das mesmas, com uma última compactação de solo (ou outro material) e colocação de material para plantio de vegetação.

### 8.1 GEOMEMBRANAS

Geomembranas são membranas sintéticas, comercializadas em diversas espessuras e materiais diferentes, variáveis em função da aplicação pretendida. Em aterros de resíduos sólidos urbanos, as geomembranas são empregadas na composição de estruturas de base e cobertura, como elemento de impermeabilização. Em geral, elas são sobrepostas a uma camada de solo compactado (revestimento mineral). Esta aplicação casada é importante porque, na ocorrência de dano que perfure a geomembrana, o revestimento mineral impede o vazamento dos líquidos contidos.

Por outro lado, a presença de geomembrana reduz a exposição do revestimento mineral ao lixiviado. Isto resulta em redução significativa da infiltração e percolação dos líquidos através do revestimento mineral. Geomembranas do tipo PEAD (polietileno de alta densidade) apresentam excelente resistência a ataques químicos a custos razoáveis. A superfície sobre a qual a geomembrana vai ser disposta deve ser lisa, resistente e estar livre de pedras, raízes e água em excesso.

Recomenda-se para uma perfeita impermeabilização das valas a utilização de geomembranas PEAD de 1,0 mm, apesar deste procedimento ser obrigatório para municípios com população superior a 10.001 habitantes em regiões que apresentem solo argiloso e em regiões que apresentem solo arenoso, independente do número de habitantes do município.

*(a água da chuva ou da lixiviação) no solo*

## 9 SEQUÊNCIA DE ABERTURA E FECHAMENTO DE VALAS

Os resíduos serão descarregados pelo lado livre das valas, sem o ingresso dos veículos no seu interior, iniciando-se por uma das extremidades da mesma.

À medida que são depositados, os resíduos são nivelados e cobertos manualmente, utilizando-se a terra acumulada ao lado da vala. O nivelamento e a cobertura dos resíduos devem ser realizados diariamente, tolerando-se frequências menores apenas em circunstâncias especiais.

Assim que o primeiro trecho da vala estiver totalmente preenchido, passa-se para outro, repetindo-se as mesmas operações. A vala deverá estar numa cota superior à do terreno, quando esta estiver completamente coberta, pois existirá acomodação do lixo com o tempo (prováveis recalques).

O sistema de cobertura (diário, intermediário e final) tem a função de eliminar a proliferação de vetores, diminuir a taxa de formação de lixiviados, reduzir a exalação de odores e impedir a saída descontrolada do biogás.

A espessura de terra que deve ser disposto em cima do lixo diariamente é de 15 cm (quinze centímetros). A última camada de terra deverá estar disposta 60 cm (sessenta centímetros) acima do nível do terreno, pois com o passar do tempo o lixo sofrerá acomodação e a terra tende a baixar, conforme descrito acima.

## 10 ISOLAMENTO DA ÁREA DO ATERRO

Além da cortina arbórea, recomenda-se ainda que a área do aterro seja isolada por cerca constituída por doze fios de arame farpado, com 1,80m de altura, utilizando-se postes de concreto ou madeira (a critério do município) com colocação de portão de entrada, o qual deverá ser mantido fechado. Todas essas providências visam evitar a entrada de animais e/ou pessoas estranhas na área. Recomenda-se também a colocação de uma placa identificadora das atividades ali desenvolvidas.

## 11 SISTEMA DE DRENAGEM E ESCOAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Esse sistema tem a finalidade de interceptar e desviar o escoamento superficial das águas pluviais, durante e após a vida útil do aterro, evitando sua infiltração na massa de resíduos.

Para os municípios de pequeno porte, a proposta deve ser simples, com a execução de canaletas abertas manualmente na direção preferencial do fluxo das águas de escoamento superficial. O objetivo é impedir a entrada deste volume de água nas trincheiras, aproveitando para retirada rápida da mesma da área de disposição de resíduos, a fim de não permitir a geração de poças d'água e solo com muita umidade, o que dificultaria o acesso à área.

- a) Drenagem principal: constituída de canaletas em concreto, moldadas *in loco*, responsáveis pela coleta de contribuições provenientes da área externa ao aterro sanitário e do escoamento superficial da área, direcionando este fluxo até as bacias de retenção ou galerias de águas pluviais públicas;
- b) Drenagem secundária: constituída de canaletas escavadas no solo, localizadas em posições estratégicas, para auxiliar o escoamento superficial internamente a área do aterro, direcionando o fluxo para o sistema de drenagem principal;
- c) Bacia de retenção: estrutura projetada com a finalidade de regular a vazão e velocidade das águas coletadas pelo sistema de drenagem, quando não houver possibilidade técnica de destiná-las à galerias públicas, a fim de evitar processos de erosão, principalmente em terrenos de características arenosas.

## 12 POÇOS DE MONITORAMENTO

O sistema de monitoramento tem o papel de acusar a influência de uma determinada fonte de poluição na qualidade da água subterrânea. As amostragens são efetuadas num conjunto de poços distribuídos estrategicamente, nas proximidades da área de disposição do resíduo (oferecendo subsídios para o diagnóstico da situação). A localização estratégica e a construção racional dos poços de monitoramento, aliadas a métodos eficientes de coleta, acondicionamento e análise de amostras, permitem resultados bastante precisos sobre a influência do método de disposição dos resíduos, na qualidade da água subterrânea.

### 12.1 DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS

#### 12.1.1 Poço de Montante

Um único poço de montante, bem posicionado, é o suficiente para o fim destinado, contanto que não haja nenhuma possibilidade de exposição ao fluxo da possível pluma gerada pelo método de disposição do resíduo. O poço de montante deve ser locado próximo à área de disposição, mas a uma distância segura da influência do efluente.

#### 12.1.2 Poços de Jusante

Quanto maior for a certeza do real comportamento do sentido de fluxo subterrâneo, menor o número de elementos deverão compor o conjunto de poços de jusante. De qualquer forma, recomenda-se a implantação de, **no mínimo**, dois poços de jusante no sistema de monitoramento. Os poços de jusante são posicionados transversalmente ao fluxo subterrâneo, distribuindo-se ao longo da largura da possível pluma.

Os poços de jusante devem ser distribuídos próximo à área de disposição para que a pluma possa ser identificada o mais breve possível, no caso do lixiviado atingir o lençol. Entretanto, a localização exageradamente próxima dos poços aumenta o risco de contaminação direta dos mesmos.

Observação: Para a locação dos poços é absolutamente imprescindível a determinação do sentido do fluxo das águas subterrâneas

## 13 COLETA SELETIVA

Diante do quadro nacional de escassez de recursos financeiros e do grande déficit no setor de planejamento, os problemas se avolumam, sobretudo no campo do saneamento e da saúde pública, ficando os resíduos sólidos relegados a um plano de importância secundária. No que concerne ao tratamento dos resíduos, as instalações convencionais requerem grandes investimentos e custos de operação altos, quase sempre inacessíveis à maioria dos municípios. Atualmente a participação da comunidade na busca de soluções para problemas como esse é um dado positivo, e a coleta seletiva configura-se como uma alternativa que merece um estudo minucioso, possibilitando uma sensível redução das quantidades de resíduos a serem dispostos em aterros, aumentando assim a vida útil do aterro.

A responsabilidade pela destinação final do lixo é da prefeitura, mas nem sempre a coleta seletiva surge como iniciativa da própria administração municipal. Atualmente, observa-se que escolas, grupos ambientalistas, bem como diversas entidades de classe têm se constituído em verdadeiros núcleos de divulgação e realimentação de idéias voltadas ao não desperdício dos recursos naturais e, portanto, à reutilização dos materiais recicláveis, forçando as administrações à adoção de medidas nem sempre econômicas, porém adequadas sob o ponto de vista ambiental.

A coleta seletiva constitui-se em uma das metas a serem atingidas pelas comunidades que estejam preocupadas não apenas com a resolução dos problemas da destinação dos resíduos, mas, acima de tudo, com a preservação de seus recursos naturais.

### 13.1 FORMAS DE EXECUÇÃO

A coleta seletiva para um município pode ser executada de duas formas básicas:

- remoção de porta-a-porta
- utilização de postos de entrega voluntária (PEVs).

### 13.2 REMOÇÃO PORTA-A-PORTA

A remoção porta-a-porta consiste na coleta dos materiais recicláveis gerados por cada domicílio, numa atividade semelhante à da coleta regular executada pela maioria dos municípios brasileiros. Nos dias e horários determinados, esses materiais são depositados na frente dos domicílios pelos seus usuários, sendo então removidos pelos veículos de coleta. Para implantação deste sistema, os resíduos gerados pelos domicílios são separados em dois grupos:

- materiais recicláveis, compostos por: papel, papelão, vidro, metal e plástico.

- materiais não recicláveis, compostos pela matéria orgânica e pelos materiais que não apresentam, atualmente, condições favoráveis à reciclagem.

Os materiais recicláveis, acondicionados em um único vasilhame, são coletados e levados para unidades de triagem, onde são separados por tipo.

Vantagem: a comodidade oferecida à população, fato que pode resultar em uma maior adesão da comunidade.

Desvantagem: o custo relativamente alto e a possibilidade da ação dos catadores, que percorrem os trechos de coleta antes dos veículos, apossando-se dos materiais de maior valor comercial.

### 13.3 UTILIZAÇÃO DE POSTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA (PEVs)

A utilização de postos de entrega voluntária implica em uma maior participação da população. A própria população deposita seus materiais recicláveis em pontos pré-determinados pela administração pública, onde são acumulados para posterior remoção. Plásticos do tipo filme e duro, papel, papelão, vidro e metal são depositados separadamente em recipientes especiais facilitando sobremaneira a triagem final. Os PEVs podem ter constituição muito variada, dependendo dos recursos disponíveis.

Vantagens: a economia na coleta e a prévia separação dos materiais.

Desvantagens: a possibilidade de depredação das instalações por vandalismo e a necessidade de empenho da população em conduzir seus materiais recicláveis até os pontos predeterminados, podendo resultar num percentual de participação menor que o da coleta de porta-a-porta.

### 13.4 CATADORES DE PAPEL

Os chamados catadores de papel, ou catadores de lixo, podem realizar um trabalho de grande importância para o município, tanto na questão dos resíduos sólidos recicláveis quanto na questão social. Organizados em cooperativas, os catadores de papel geram renda, reduzem a quantidade de resíduos a ser disposta pela Prefeitura Municipal em aterros e absorvem mão-de-obra, não especializada.

A ação das prefeituras na relação com as cooperativas de catadores de papel pode iniciar-se pelo reconhecimento dessa atividade como benéfica ao município. Ela pode ceder área pública, balança, prensa, carrinhos de mão, etc., ou seja, o material de uso diário da cooperativa para que se dê início ao trabalho, assim como pode auxiliar capacitando os catadores quanto à separação dos resíduos, à segurança e à higiene, assim com quanto à revenda da "produção". Pode ainda oferecer

assessoria jurídico-administrativa para a formatação final da cooperativa. Todas essas atividades desenvolvem-se a partir de cooperação simples.

As atividades de coleta, triagem e venda dos materiais ficam a cargo da própria cooperativa ou associações de catadores. Os catadores, nesse sistema, não devem ser considerados como simples catadores de lixo, mas como agentes participativos do projeto, que podem atuar como multiplicadores comprometidos com a causa ambientalista.

## 13.5 ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO

### 13.5.1 Caracterização dos Resíduos

#### 13.5.1.1 Tipos de resíduos

O conhecimento da composição dos resíduos possibilita verificar quais materiais entram em sua constituição e em que percentual ocorrem, permitindo inferir sobre a viabilidade da implantação da coleta diferenciada dos produtos recicláveis, bem como, em caso afirmativo, definir as dimensões das instalações necessárias, a equipe de trabalho e os equipamentos envolvidos, além de estimar-se receitas e despesas decorrentes.

#### 13.5.1.2 A importância da adesão de parcelos

Uma boa alternativa para introdução da coleta seletiva em uma comunidade é solicitar o apoio preliminar das escolas. Um aluno motivado transforma-se em um elemento de divulgação e transmite para sua família e seu grupo de convivência os novos conhecimentos adquiridos, passando a cobrar dos mesmos um comportamento condizente.

#### 13.5.1.3 A escolha das áreas

Considerando-se todas as atividades a serem desenvolvidas, conclui-se que a implantação da coleta deverá ocorrer obrigatoriamente em etapas, dando-se preferência aos bairros e áreas da cidade onde sejam maiores as facilidades. Na escolha das áreas de implantação, deverão ser considerados diversos fatores, tais como:

- nível de conscientização da população, resultante de outras atividades anteriormente desenvolvidas;
- a existência de escolas que já venham realizando trabalhos de parceria por intermédio de seus alunos;



- a possibilidade da colaboração de entidades de classe, de líderes e de representantes de bairros;
- a facilidade de acesso;
- a possibilidade de definição clara dos limites da área para permitir avaliações posteriores;
- a compatibilidade das dimensões da área com os recursos disponíveis;
- a configuração do sistema viário, de modo a facilitar o planejamento dos roteiros de coleta e outros.

### 13.5.2 Definição do Plano de Trabalho

Algumas regras para o planejamento da coleta seletiva podem ser citadas a título de diretrizes básicas, tais como:

- o horário: a coleta seletiva, na maioria das cidades, é executada durante o período diurno. É desejável que o veículo da coleta seletiva anteceda ao da coleta regular, nos dias em que ocorrer coincidência na execução desses serviços. Desta forma, resíduos não recicláveis apresentados à coleta seletiva serão recolhidos mais tarde pela coleta regular;
- a frequência: a coleta seletiva pode ser realizada semanalmente. Os resíduos recicláveis, por serem limpos e secos, dificilmente apresentam problemas como exalação de mau cheiro e podem ser tolerados por um tempo maior no interior das residências;
- os equipamentos: na coleta, deve-se dar preferência aos veículos não compactadores que não misturam os materiais e facilitam a operação de triagem;
- a equipe de trabalho: como na coleta são utilizados veículos sem dispositivo de compactação, recomenda-se que a equipe de trabalho da coleta seja composta por duas ou três pessoas, além do motorista. Naturalmente, o número de coletores deve variar de acordo com as necessidades locais, aumentando ou diminuindo em função das distâncias percorridas ou da quantidade de materiais recolhidos.

### 13.6 PARTICIPAÇÃO E CIDADANIA

A participação da comunidade é de fundamental importância para o sucesso de qualquer programa de coleta seletiva, e a educação ambiental é o melhor recurso disponível, capaz de contribuir para a informação, conscientização e mobilização da população. A educação ambiental propicia à população uma revisão dos conceitos ligados ao lixo, sua geração, composição e

importância ambiental, ensinando-a a identificar o que é reaproveitável, e a tomar consciência das consequências do desperdício dos recursos naturais.

Na coleta seletiva, boa parte das responsabilidades recai sobre a própria população beneficiada, a quem compete a separação dos materiais, a lavagem dos recipientes, o acondicionamento, o armazenamento e, finalmente, a colocação dos materiais nos dias e horários estabelecidos. Por isso, uma boa divulgação do serviço a ser implantado, as tarefas e benefícios envolvidos, é condição de vital importância para que o mesmo seja bem sucedido. Contudo, caso não seja realizada uma preparação anterior, que resulte na sensibilização da população, serão grandes os riscos de esmorecimento e a perda de objetivos, com desgaste para a administração municipal e, o que é pior, possibilitando a criação de uma imagem negativa para a coleta seletiva, que hoje já é considerada como uma atividade imprescindível para o futuro do planeta.

### 13.7 A CAMPANHA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Antes do processo da coleta seletiva iniciar, é recomendável que sejam enviados folhetos a toda população, com explicações detalhadas sobre as novas atividades, contendo informes sobre as novas atividades implantadas, as frequências e horários de execução, bem como telefones para informações e reclamações. Palestras, campanhas, gincanas e concursos com premiações de valores simbólicos ou efetivos poderão ser utilizados como instrumentos de incentivo, tanto à população como às equipes responsáveis pela execução desse serviço. Neste setor, toda a criatividade é bem-vinda e deverá ser utilizada para a obtenção e manutenção dos objetivos almejados pela coleta seletiva.

### 13.8 VIABILIDADE ECONÔMICA DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Os dados abaixo relacionados foram obtidos a partir do *software* VERDES, desenvolvido pela UNICAMP, coordenado pelo Prof. Dr. Márcio Magera, a partir de dados gerais, dados do município e da região, bem como dos preços atuais de mercado dos produtos reciclados.

#### a) Índice de reciclagem dos resíduos sólidos

Lata de Alumínio	89%
Vidro	44%
Papel e Papelão	41%
Lata de Aço	45%
Plástico	17,5%

b) Composição dos Resíduos no lixo e / ou consumo *per capita*

Lata de Alumínio	4,5 unidades/mês
Vidro	3%
Papel e Papelão	25%
Lata de Aço	4 kg/ano
Plástico	6%
Orgânico	52%

Os dados abaixo demonstram a viabilidade econômica da reciclagem de resíduos sólidos urbanos em uma análise macro ambiental.

a) Lixo orgânico e inorgânico gerado por habitante

Lixo gerado por dia = 0,4 kg  
Lixo gerado por mês = 12 kg  
Lixo gerado por ano = 144 kg

b) Total de lixo orgânico e inorgânico gerado

Lixo gerado por dia = 0 tf  
Lixo gerado por mês = 23 tf  
Lixo gerado por ano = 277 tf

c) Economia obtida com a reciclagem dos cinco resíduos (vidro, latas de alumínio, papel e papelão, latas de aço e plástico)

Economia possível por mês = R\$ 9.684,00  
Economia obtida por mês = R\$ 2.855,00  
Economia possível por ano = R\$ 116.216,00  
Economia obtida por ano = R\$ 34.260,00  
Empregos de 1 salário mínimo potenciais a serem gerados por mês = 37  
Empregos de 1 salário mínimo gerados por mês = 10

d) Economia perdida pela não-reciclagem

Economia perdida por mês = R\$ 6.829,00  
Economia perdida por ano = R\$ 81.955,00  
Empregos perdidos de 1 salário mínimo por mês = 26

Observação: nos cálculos acima foram utilizados valores de mercado aplicados em Curitiba.

## 14 ESCLARECIMENTOS NECESSÁRIOS

Este projeto de aterro sanitário foi elaborado atendendo os requisitos, critérios técnicos e procedimentos dos seguintes documentos:

- RESOLUÇÃO CONJUNTA Nº 01/04 – SEMA/IAP, de 15 de outubro de 2004;
- NBR 8419 – Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos;
- Manual para Elaboração de Projetos para Aterros Sanitários em Valas de Pequenas Dimensões, fornecido pela SUDERHSA;
- Especificações Técnicas descritas no edital da Licitação;
- Licença Prévia da área destinada para a implantação do aterro sanitário.

## BIBLIOGRAFIA

**Apresentação de projetos de resíduos sólidos urbanos** – FUNASA (Fundação Nacional da Saúde)

FUZARO, João Antonio; RIBEIRO, Lucilene Teixeira. Coleta seletiva para prefeituras. 3 ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. CETESB, 2003

JUCÁ, José Fernando Thomé. **Destinação Final dos Resíduos Sólidos no Brasil: Situação Atual e Perspectivas.** In 10<sup>o</sup> SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais, Braga, Portugal – 16 a 19 de Setembro de 2002.

MOTA, Suetônio. **Preservação e conservação de recursos hídricos.** 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

NBR – 8419 - **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.**

SENGÉS, Gastão Henrique. **Limpeza urbana: métodos e sistemas.** Rio de Janeiro: Inst. Nac. de Assessoria aos Municípios, 1969.

TCHOBANOGLIOUS. **Ingeniería sanitaria: redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales.** Barcelona: Labor, 1985.

ZVEIBIL, Vitor Zúlar (coord.). **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&conteudo=./residuos/residuos.htm>> Acesso em 18 de março de 2005.

## ANEXO 1 – SONDAgens

## ANEXO 2 – PRANCHAS DE DESENHO

### ANEXO 3 – ORÇAMENTO QUANTITATIVO



## ORÇAMENTO QUANTITATIVO – MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU<sup>1</sup>

Item	Serviços	Unid	Quantidade	Valor Unitário	Valor Parcial
<b>1</b>	<b>Serviços Preliminares</b>				
01.01	Depósito provisório de materiais e ferramentas - A = 10m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	10,0	185,00	1.850,00
01.02	Locação de obra	ha	1,2	300,00	360,00
01.03	Placas de obra, conforme modelo Suderhsa	vb	1,0	585,00	585,00
01.04	Mobilização e desmobilização da obra	vb	1,0	3.500,00	3.500,00
	<b>Subtotal 1</b>				<b>6.295,00</b>
<b>2</b>	<b>Fechamento de Divisas</b>				
02.01	Cerca de arame farpado com 12 fios palanque de concreto (espaçamento) máximo entre os palanques de 3,00 metros e palanques esticadores a distância máxima de 25,00 metros.	m	432,6	20,79	8.993,75
02.02	Portão em tela de arame galvanizado n° 10, # 2, fixado em tubo de FG 1.1/2"	m <sup>2</sup>	7,2	139,43	1.003,90
	<b>Subtotal 2</b>				<b>9.997,65</b>
<b>3</b>	<b>Movimento de Terra</b>				
03.01	Escavação mecânica de solo (profundidade = 3,00 metros)	m <sup>3</sup>	54,0	6,71	362,34
	<b>Subtotal 3</b>				<b>362,34</b>
<b>4</b>	<b>Monitoramento Ambiental</b>				
04.01	Poço de monitoramento (conforme o projeto), 6,0 m de profundidade	un	3,0	2.261,25	6.783,75
	<b>Subtotal 4</b>				<b>6.783,75</b>
<b>5</b>	<b>Drenagem de Águas Pluviais</b>				
05.01	Canaleta moldada "in loco", concreto simples, conforme detalhe no projeto.	m	303,7	18,96	5.758,15
05.02	Bacia de detenção 10,00 x 10,00 metros conforme projeto	un	1,0		
05.02.01	1. Escavação mecânica de terra com transporte de até 5,0 km	m <sup>3</sup>	100,0	9,87	987,00
05.02.02	2. Escada em concreto simples	un	2,0	720,11	1.440,22
05.02.03	3. Tubo PVC esgoto, ponta e bolsa, 200 mm	m	15,0	35,64	534,60
05.02.04	4. Grama em leiva, com terra vegetal, espessura = 10 cm.	m <sup>2</sup>	44,0	5,79	254,76
	<b>Subtotal 5</b>				<b>8.974,73</b>
<b>6</b>	<b>Coleta de Chorume</b>				
06.01	Dreno brita 40x40 cm, fundo vaia	m	3,0	11,21	33,63

<sup>1</sup> Os valores aqui apresentados foram pesquisados no mercado varejista especializado de Curitiba entre os dias 11 e 22 de abril de 2005 e na edição de abril da revista Construção Mercado, da Editora Pini.

06.02	Tubo PVC esgoto, ponta e bolsa, d=100mm, inclusive conexões e escavação	m	24,1	17,19	414,28
06.03	Abertura poço d=1500 mm	m	4,5	103,50	465,75
06.04	Revestimento poço com Alvenaria de tijolos maciços	m	3,0	156,72	470,16
06.05	Revestimento inicial do poço em concreto armado	m	1,5	539,43	809,15
06.06	Revestimento/tampa poço em concreto armado moldada "in loco"	un	1,0	519,25	519,25
	<b>Subtotal 6</b>				<b>2.712,22</b>
<b>7</b>	<b>Recirculação de Chorume</b>				
07.01	Tubo PVC esgoto, ponta e bolsa, d=100 mm, perfurado manualmente	m	3,0	13,90	41,70
07.02	Conexões rede recirculação chorume	vl	1,0	23,72	23,72
07.03	Moto-bomba a gasolina, P=3,50 HP, Hm=35 mca, Q=35 m³/h, em ferro, com mangote vibrador	un	1,0	3.078,00	3.078,00
	<b>Subtotal 7</b>				<b>3.143,42</b>
<b>8</b>	<b>Serviços Complementares</b>				
08.01	Cerca viva em sansão-do-campo ( <i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> ) em bandeja, uma muda a cada 0,10 m, inclusive plantio.	m	432,6	5,41	2.340,37
08.02	Escavação manual de valas até 2,10 m (vala hospitalar)	m	2,1	67,50	141,75
08.03	Revestimento vala hospitalar com tubo de concreto armado para poço d=1,0m, e=10cm	m	2,0	181,38	362,76
08.04	Tampa em concreto armado vala hospitalar, conforme detalhe projeto, moldada "in loco"	un	1,0	58,60	58,60
08.05	Revestimento fundo vala hospitalar em concreto, e=0,10m, moldada "in loco"	un	1,0	54,20	54,20
08.06	Limpeza geral da obra	ha	1,2	400,00	480,00
08.07	Estrutura metálica com cobertura em lona de PVC e=4mm, para uma vala	m²	23,8	64,80	1.542,24
08.08	Placa de indicação das atividades desenvolvidas	un	2,0	135,00	270,00
08.09	Guarita de 1,5 x 2,5m com lavabo	m²	3,8	724,03	2.751,31
08.10	Pranchão de madeira (tipo Angelin) para proteção de canaleta de concreto 4,0m x 1,0m, e=2".	un	1,0	391,50	391,50
	<b>Subtotal 8</b>				<b>8.392,73</b>
	<b>TOTAL ITENS 1 A 8 (IMPLANTAÇÃO DO ATERRO)</b>				<b>46.661,84</b>

## ANEXO 4 – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

**CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO – MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU**

ITEM	SERVIÇOS	30	60	90	VALOR
1	Serviços Preliminares	100%			6.295,00
2	Fechamento de Divisas	50%	4.998,83		9.997,65
3	Movimento de Terra			100%	362,34
4	Impermeabilização				0,00
5	Monitoramento Ambiental		50%	50%	6.783,75
6	Drenagem de Águas pluviais	30%	40%	30%	8.974,73
7	Coleta de chorume	30%	40%	30%	2.712,22
8	Recirculação de chorume			100%	3.143,42
9	Serviços complementares	25%	25%	50%	8.392,73
<b>TOTAL GLOBAL</b>		<b>16.898,09</b>	<b>15.163,66</b>	<b>14.600,09</b>	<b>46.661,84</b>

## ANEXO 5 – PREVISÃO DE CUSTO OPERACIONAL

**PREVISÃO DE CUSTO OPERACIONAL – MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU**

ITEM	SERVIÇOS	Unid	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
1	Poço de Coleta de Chorume	un	1,00	1.212,92	1.212,92
2	Dreno de Brita	m	618,00	4,06	2.509,08
3	Canaleta de Concreto Simples	m	242,07	16,48	3.989,31
4	Canaleta revestida com grama	m	338,31	8,59	2.906,08
5	Tubo PVC 100mm	m	973,39	6,29	6.122,62
6	Conexões, recirculação de chorume	un	206,00	17,54	3.613,24
	<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 20.353,25</b>

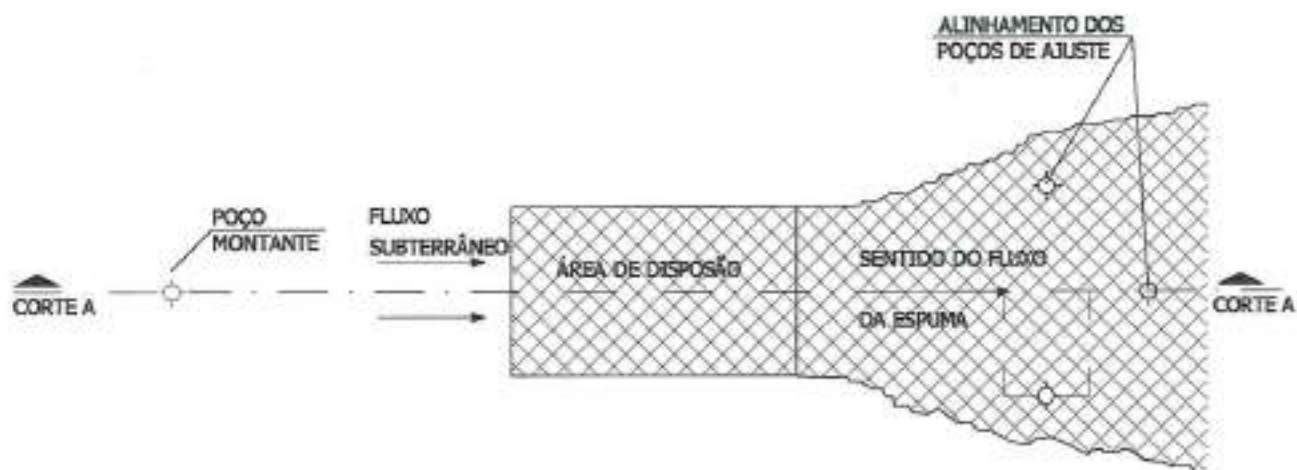
**OBSERVAÇÕES:**

- Foram considerados para efeito deste orçamento estimativo os serviços necessários para operação do aterro durante sua vida útil projetada.
- Consideramos, também, os custos diretos exclusivamente dos materiais, uma vez que a operação será realizada pelos servidores e equipamentos da prefeitura.
- O custo mensal para a operação do aterro, durante o período de atividade projetado (207 meses), depois do primeiro mês financiado pelo Estado do Paraná, através da SUDERHSA, é de R\$ 98,80.

**ANEXO 6 – MANUAL DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO COM VALAS  
DE PEQUENAS DIMENSÕES**

## ANEXO 7 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA





**PLANTA - DISPOSIÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO**  
S/ ESCALA



**CORTE AA- DISPOSIÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO**  
S/ ESCALA

FONTES: MANUAL PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA ATERROS SANITÁRIOS EM VALAS DE PEQUENAS DIMENSÕES - SUPERISA  
RESOLUÇÃO CONJUNTA Nº01/04 - SEMA/TAP - 15/10/04

**MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU**  
**ATERRO SANITÁRIO**  
**VALAS EM PEQUENAS DIMENSÕES**

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
**ENG<sup>a</sup>. CIVIL DÉBORA CRISTINA GROGER**

CREA:  
**PR 75176/D**

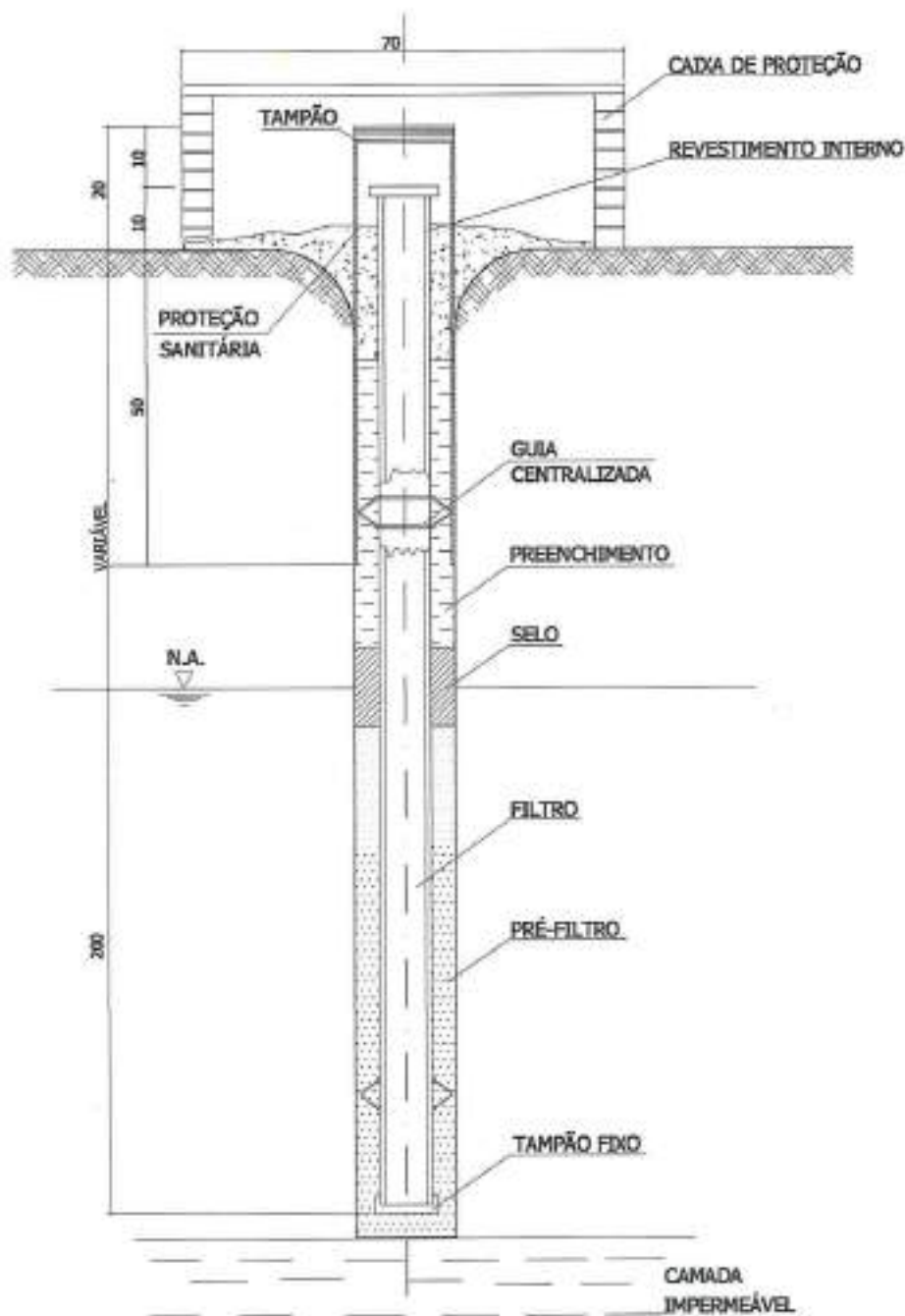
ESCALA:  
INDICADA

UNIDADE:  
CIVIL

DESENHO:  
LARISSA NEVES

DATA:  
11/04/2005

**04**



DETALHE GUIA CENTRALIZADA



DETALHES FILTRO PVC TIPO RANHURADO S/ ESCALA

DETALHE 9 - PERFIL ESQUEMÁTICO DE POÇO DE MONITORAMENTO S/ ESCALA

FONTES: MANUAL PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA ATERROS SANITÁRIOS EM VALAS DE PEQUENAS DIMENSÕES - SUDERISA  
RESOLUÇÃO CONSULTA Nº01/04 - SEMA/1AP

MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU  
ATERRO SANITÁRIO  
VALAS EM PEQUENAS DIMENSÕES

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
ENG<sup>a</sup>. CIVIL DÉBORA CRISTINA GROGER

CREA:  
PR 75176/D

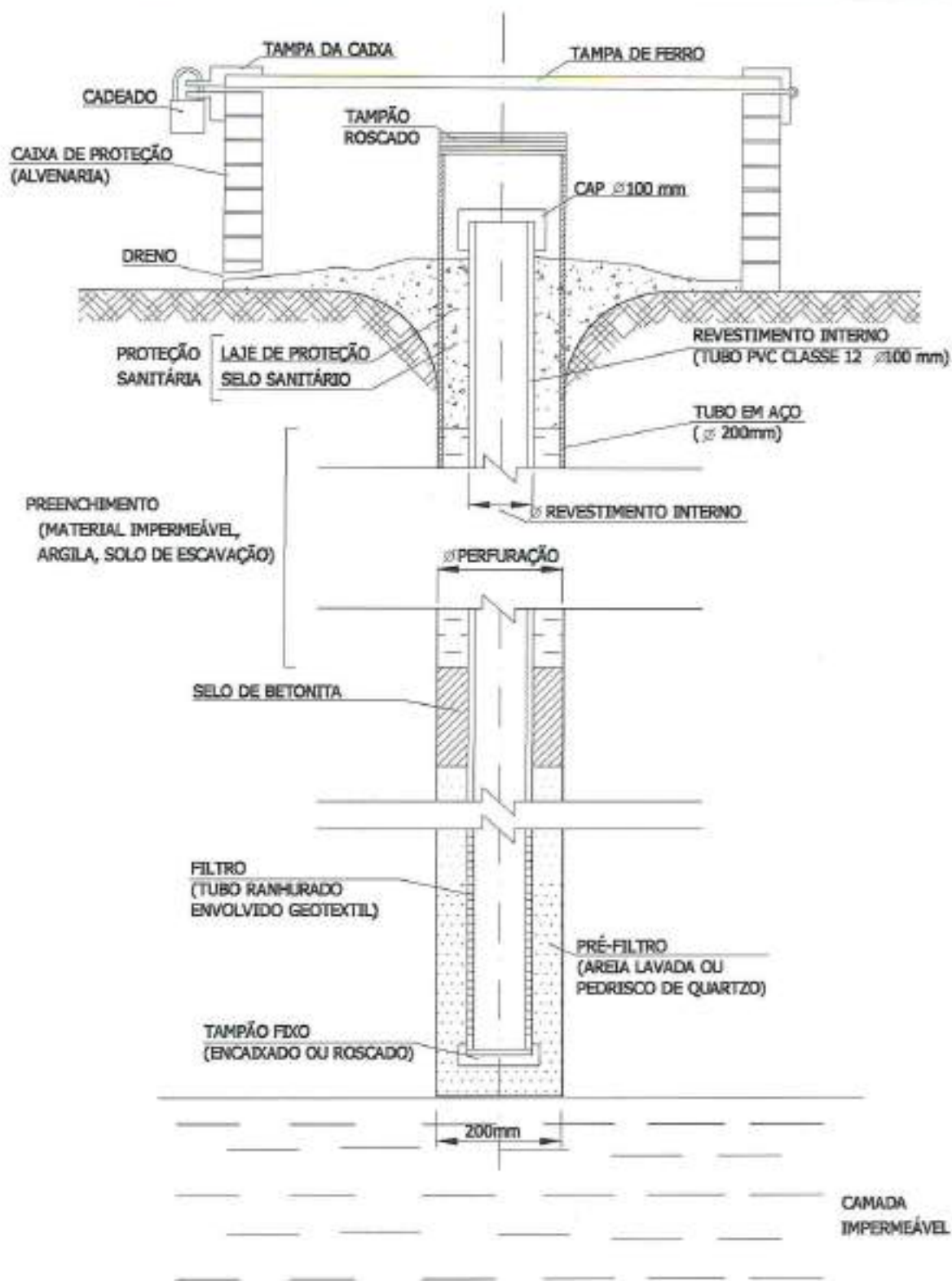
ESCALA  
INDICADA

UNIDADE:  
CM

DESINHO:  
LARISSA NEVES

DATA:  
11/04/2005

05



**DETALHE 9 - PERFIL ESQUEMÁTICO DE POÇO DE MONITORAMENTO (DETALHE APROXIMADO)**  
S/ ESCALA

FONTES: MANUAL PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA ATERROS SANITÁRIOS EM VALAS DE PEQUENAS DIMENSÕES - SUDERHSA  
RESOLUÇÃO CONJUNTA Nº01/04 - SEMA/SAP - 15/10/04

**MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU**  
**ATERRO SANITÁRIO**  
**VALAS EM PEQUENAS DIMENSÕES**

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
**ENGA. CIVIL DÉBORA CRISTINA GROGER**

CREA:  
**PR 75176/D**

ESCALA:  
INDICADA

UNIDADE:  
CM

DESENHO:  
LARISSA NEVES

DATA:  
11/04/2005

**06**